www.facebook.com/onairmm khtnetpc
(For Knowledge & Educational Purposes)

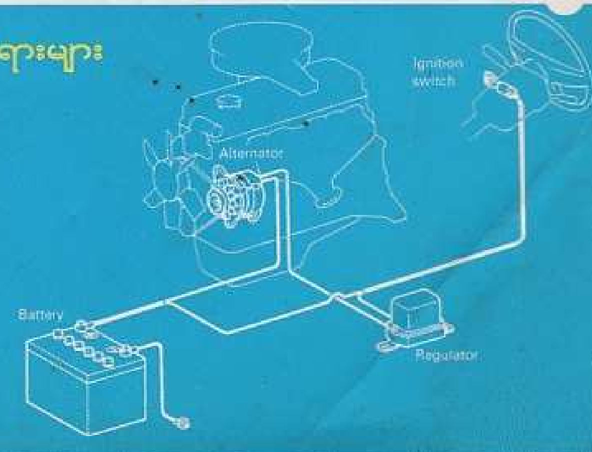
မင်းသိန်း
(စက်မှု)
A.G.T.I.(M.P.), B.E.(Mech:)

မိုးမြင့်ကြယ်စာပေ

ခေတ်မီ မော်တော်ယာဉ်ဆိုင်ရာ

# လျှပ်စစ် နည်းပညာများ

- လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာ အခြေခံသဘောတရားများ
- ဘက်ထရီ
- အားသွင်းစနစ်
- အင်ဂျင်မီးပေးဝေစနစ်
- အင်ဂျင်နှိုးစနစ်
- ချို့ယွင်းချက် ရှာဖွေပြုပြင်မှုများ



# ပုံနှိပ်မှတ်တမ်း

| | | |
|---|---|---|
| စာမူခွင့်ပြုချက် | ............................ | ၄၀၁၄၇၇၀၆၁၁ |
| မျက်နှာဖုံးခွင့်ပြုချက် | ............................ | ၄၀၀၀၁၅၀၁၀၇ |
| ထုတ်ဝေသူ | ............................ | ဦးတေဇဇော် (မိုးမြင့်ကြယ်စာပေ)<br>၆၉၄ (ယာယီ)<br>အမှတ် (၂၅၁/ခ) သံသုမာလမ်း၊<br>သဃ်န်းကျွန်းမြို့နယ်၊ ရန်ကုန်။ |
| ကွန်ပျူတာ | ............................ | မိုးမြင့်ကြယ်စာပေ |
| အတွင်းဖလင် | ............................ | အောင်တိုး |
| အဖုံးဖလင် | ............................ | *STAR Color Separation* |
| အတွင်းအပြင်စက်ရိုက် | ............................ | ဒေါ်စမ်းစမ်းအေး (မြ - ၀၅၃၀၀)<br>ရတနာ့ဂုဏ်အော့ဖ်ဆက်<br>၅၁ / A၊ လမ်း ၁၄၀၊<br>တာမွေမြို့နယ်၊ ရန်ကုန်မြို့။ |
| စောင်ရေ | ............................ | ၅၀၀ |
| တန်ဖိုး | ............................ | ၃၅၀၀ ကျပ် |
| စီစဉ်သူ | ............................ | တေဇဇော် *A.G.T.I (E.C)* |
| ဖြန့်ချိရေး | ............................ | မိုးမြင့်ကြယ်စာပေ<br>အမှတ် (၂၄၇) (မြေညီထပ်)၊ ၃၇-လမ်း (အထက်)၊<br>ကျောက်တံတားမြို့နယ်၊ ရန်ကုန်မြို့။<br>☎ ၇၂၃၉၆၂၊ ၀၉၅၁၅၅၃၇၃ |
| ပထမအကြိမ်စက်ရိုက် | ............................ | ဖေဖော်ဝါရီ၊ ၂၀၀၇ ခုနှစ်။ |

## စာရေးသူ အမှာစာ

မည်သည့်နည်းပညာရပ်၌မဆို မည်မျှပင် တိုးတက်နေပြီဆိုစေကာမူ အခြေခံသဘောတရားကို ကျော်လွှား၍ လေ့လာရန်ကား မဖြစ်နိုင်ချေ။ လိုချင်သော ဦးတည်ချက်ကို ပိုမိုလွယ်ကူလျှင်မြန်စွာ ရောက်ရှိစေနိုင်ရန်အလို့ငှာ တီထွင်ကြံဆရာမှ အသစ်၊ အသစ်သော နည်းပညာများ ထွန်းကားလာရခြင်းဖြစ်ပေသည်။ အခြေခံကို ဂ ဃ ဏ န နားလည်မှသာ ပို၍ မြင့်မားသော နည်းပညာရပ်ကို လွယ်ကူစွာ လေ့လာနိုင်မည်ဖြစ်သည်။

ယခင်က မော်တော်ယာဉ် လျှပ်စစ်စနစ်များကို ရီလေးများ၊ ရဂူလေတာများ စသည်တို့ဖြင့်သာ ထိန်းချုပ်ခဲ့ကြသော်လည်း ယခုအခါ နည်းပညာများစွာ တိုးတက်လာပြီဖြစ်ရာ မော်တော်ယာဉ်ဆိုင်ရာ စနစ်များအားလုံးကို အီလက်ထရောနစ်နည်း၊ ကွန်ပျူတာနည်းတို့အားဖြင့် ထိန်းချုပ်နေပြီဖြစ်သောကြောင့် နည်းပညာကို လေ့လာကြရာတွင် ရီလေး၊ ရဂူလေတာမှသည် ကွန်ပျူတာထိန်းချုပ်စနစ် အထိလေ့လာကြရပေသည်။ ချို့ယွင်းချက်ရှာဖွေပြုပြင်ရာ၌လည်း စနစ်တစ်ခုချင်းစီ အလုပ်လုပ်ပုံ၊ စနစ်များအချင်းချင်း လိုအပ်သလို ပေါင်းစပ်အလုပ်လုပ်ပုံ၊ ချို့ယွင်းချက် ကုဒ်များအဓိပ္ပါယ်ဖော်ပုံ စသည်တို့ကို သေချာစွာ သိရှိထားရန် လိုအပ်ပေသည်။

ဤစာအုပ်တွင် မော်တော်ယာဉ်တစ်စီးလုံး၌ တပ်ဆင်အသုံးပြုထားသော လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာ နည်းပညာများ အားလုံးကို အခြေခံကျကျ နားလည်သဘောပေါက်စေရန် ရည်သန်လျှက် သေချာစွာ တင်ပြရှင်းလင်းထားပါသည်။ လျှပ်စစ်ပိုင်းဆိုင်ရာ နည်းပညာများကို လေ့လာရာတွင် ဦးစွာပထမလေ့လာရမည့် လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာ အခြေခံသဘောတရားများအကြောင်းကို ဦးဆုံး ထည့်သွင်းဖော်ပြထားပါသည်။ ၎င်းနောက်တွင်မှ ပါဝင်သော စနစ်တစ်ခုစီကို အခန်းအလိုက် အသေးစိတ် ရှင်းလင်းထားပါသည်။ စနစ်တစ်ခုချင်းစီအတွက် စစ်ဆေးပြုပြင်မှုများပြုလုပ်ခြင်း၊ အပြစ်ရှာဖွေပြုပြင်ခြင်း၊ တစ်စစီဖြုတ်၍ ပြုပြင်ခြင်းတို့ကိုလည်း အခန်းတစ်ခုချင်းစီအလိုက် တင်ပြထားပါသည်။

ဤစာအုပ်၏ဦးတည်ချက်ကား စနစ်တစ်ခုစီ၏ အခြေခံအလုပ်လုပ်ပုံသဘောတရားကို သေချာစွာ သဘောပေါက်စေလိုခြင်းပင်ဖြစ်သည်။ သို့ဖြစ်၍ အခြေခံမှသည် အဆင့်မြင့်နည်းပညာအထိ အခြေခံသဘောတရားများကို အသေးစိတ် ရှင်းလင်းထားပါသည်။ မြန်မာနိုင်ငံ၌ အသုံးအများဆုံးသော တိုယိုတာနည်းပညာရပ်များကိုသာ အသုံးပြု ဖော်ပြထားသော်လည်း အခြားအမျိုးအစားများအတွက်လည်း သဘောတရားများမှာ အတူတူပင်ဖြစ်၍ တိုက်ရိုက်သော်လည်းကောင်း၊ သွယ်ဝိုက်၍သော်လည်းကောင်း အကျိုးရှိစွာ အသုံးချနိုင်သော စာအုပ်ဖြစ်ပါသည်။

ဤစာအုပ်အတွက် အဖက်ဖက်မှ ကူညီပေးခဲ့ကြသော မိုးမြင့်ကြယ်စာပေအဖွဲ့သားများအားလုံးကို လှိုက်လှဲစွာ ကျေးဇူးတင်ရှိပါသည်။ တစ်စုံတစ်ရာသော မှားယွင်းမှုပါရှိခဲ့ပါက စာရေးသူ (ကျွန်တော်) ၏ တာဝန်သာဖြစ်ပါသည်။ လေ့လာသူများအတွက် ထိုက်တန်စွာ အကျိုးပြုပေးမည့် စာအုပ်ဟုမျှော်လင့်ပါသည်။

**ကျေးဇူးရှင် ဖေဖေ၊ မေမေနှင့် ရတနာသုံးပါး အစဉ်ဦးထိပ်ထားလျက်**

**မင်းသိန်း (စက်မှု)**

# CONTENT

## FUNDAMENTALS OF ELECTRICITY
## (လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာ အခြေခံသဘောတရားများ)


**ELECTRICITY** (လျှပ်စစ်ဓာတ်အား)

1. Composition of Substances (ဝတ္ထုပစ္စည်းများ၏ ဖွဲ့စည်းတည်ဆောက်ထားပုံ) . . . . . . . . . . 1
2. Free Electrons [ဖရီး (လွတ်လပ်) အီလက်ထရွန်] . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2

**TYPE OF ELECTRICITY AND THEIR PROPERTIES**
(လျှပ်စစ်ဓာတ်အားသွင်ပြင်လက္ခဏာအမျိုးအစားနှင့် ၎င်းတို့၏ ဂုဏ်သတ္တိများ)

1. Static Electricity and Dynamic Electricity (တည်ငြိမ်လျှပ်စစ်နှင့်ရွေ့လျားလျှပ်စစ်) . . . . . . II
2. Electric Current (လျှပ်စီး) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4
3. Voltage and Electromotive Force (ဗို့အားနှင့်လျှပ်စစ်တွန်းအား) . . . . . . . . . . . . . . 5
4. Electrical Resistance (လျှပ်စစ်ခုခံမှု) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 6

**ELECTRICAL CIRCUITS** (လျှပ်စီးပတ်လမ်းများ)
BASIC THEORY

1. Basic Theory of Electrical Circuits (လျှပ်စီးပတ်လမ်း၏အခြေခံသီအိုရီ) . . . . . . . . . . . 10
2. Ohm's Law (အုမ်းလော) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 11
3. Connected Resistances (ခုခံမှုများကိုဆက်သွယ်ခြင်း) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . II
4. Electric Power and Work (လျှပ်စစ်စွမ်းအားနှင့်အလုပ်) . . . . . . . . . . . . . . . . . . 14

**ACTION OF ELECTRIC CURRENT** (လျှပ်စီး၏လုပ်ဆောင်ချက်များ)

1. Heat Generating Action of Electric Current (လျှပ်စစ်စီးကြောင်းကြောင့်အပူဖြစ်ပေါ်မှု) . . . 17
2. Magnetic Action of Electric Current (လျှပ်စစ်စီးကြောင်းကြောင့် သံလိုက်ဓာတ်ဖြစ်ပေါ်မှု). . 18
3. Chemical Action of Electric Current
(လျှပ်စစ်စီးကြောင်းကြောင့် ဓာတုပြောင်းလဲမှုဖြစ်ပေါ်ခြင်း) . . . . . . . . . . . . . . . . 23

**SEMICONDUCTORS** (တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းများ)
**DIODES** (ဒိုင်အုပ်များ) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 26

1. Rectifying Diode . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 27
2. Zener Diode (ဇီနာဒိုင်အုပ်) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 30
3. Light-Emitting Diode (LED) (အလင်းထုတ်လွှတ်ပေးသောဒိုင်အုပ်) . . . . . . . . . . . . . . 32
4. Photodiode (အလင်းရောင်ရလျှင် ပြောင်းပြန်လျှပ်စီးခွင့်ပြုသောဒိုင်အုပ်) . . . . . . . . . . . 33

**TRANSISTOR** (ထရန်စစ္စတာများ) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . II

1. Ordinary Transistors (ရိုးရိုးပုံစံထရန်စစ္စတာ) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . II
2. Photo Transistor (အလင်းရောင်ရလျှင် လျှပ်စစ်စီးခွင့်ပေးသောထရန်စစ္စတာ) . . . . . . . . . 35

**CAPACITOR** (ကပက်စီတာ) . . . . . . . . . . 36

Types of Capacitor and Their Characteristics . . . . . . . . . . 37
(ကပက်စီတာအမျိုးအစားများနှင့် ၎င်းတို့၏ ဂုဏ်သတ္တိများ)

**ELECTRICAL WIRING DIAGRAMS**

1. Symbols (သင်္ကေတများ) . . . . . . . . . . 41
2. Connetor Symbols (ကော်နက်တာသင်္ကေတများ) . . . . . . . . . . 43
3. Grounding Points (ဂရောင်းချသောပွိုင့်များ) . . . . . . . . . . 44
4. Pin Numbers (ပင်နံပါတ်များ) . . . . . . . . . . ။
5. Wiring Colors (ဝါယာကာလာများ) . . . . . . . . . . ။
6. Abbreviations (အတိုကောက်စာလုံးများ) . . . . . . . . . . 45

**LAYOUT OF ELECTRICAL WIRING DIAGRAM MANUAL** . . . . . . . . . . ။

1. Wiring Diagram . . . . . . . . . . 46
2. Relay Locations and Wiring Routing
(ရီလေးတည်နေရာများနှင့် ဝါယာဆက်သွယ်လမ်းကြောင်း) . . . . . . . . . . 47
3. Overall Wiring Diagram . . . . . . . . . . 48
4. New Type Electrical Wiring Diagram Manuals (Wiring ဒိုင်ယာဂရမ်စာအုပ်ပုံစံသစ်). . . 49

**CONSTRUCTION OF CIRCUIT TESTER** (ဆားကစ်စမ်းသပ်ကိရိယာတည်ဆောက်ပုံ) . . . . . . . . . . 51

AMMETER (လျှပ်စီးတိုင်းအမ်မီတာ) . . . . . . . . . . ။

VOLTMETER (ဗို့အားတိုင်းမီတာ) . . . . . . . . . . 52

OHMMETER (ခုခံမှုတိုင်းအုမ်းမီတာ) . . . . . . . . . . 53

**INSPECTION OF ELECTRICAL COMPONENTS** (လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများကိုစစ်ဆေးခြင်း)

**CONNECTOR INSPECTION METHODS** (ကော်နက်တာများကိုစစ်ဆေးနည်းများ) . . . . . . . . . . 55

1. How to Check Connector (connector များကို စစ်ဆေးပုံ) . . . . . . . . . . ။
2. Handling Precautions (ကိုင်တွယ်ရာတွင်သတိပြုရန်များ) . . . . . . . . . . 56

**SYSTEM INSPECTION METHOD** (ဆားကစ်စနစ်ကို စစ်ဆေးပုံနည်းလမ်းများ) . . . . . . . . . . 57

1. Normal Circuit (ပုံမှန်အခြေအနေဆားကစ်) . . . . . . . . . . 58
2. Break in Circuit (ပြတ်နေသောဆားကစ်) . . . . . . . . . . ။
3. Short Circuit (ရှော့ဆားကစ်) . . . . . . . . . . 59
4. Increase in Total Circuit Resistance (ဆားကစ်ရှိခုခံမှုစုစုပေါင်းတန်ဖိုးမြင့်တက်ခြင်း) . . . . 60

**BATTERY** (ဘက်ထရီ) . . . . . . . . . . 62

**LOAD (HIGH-DISCHARGE) TEST** (ဘက်ထရီကိုမြင့်သောဝန်အားဖြင့်စမ်းသပ်ခြင်း) . . . . . . . . . . 70

**QUICK CHARGING** (အမြန်အားသွင်းခြင်း) . . . . . . . . . . ။

**CHEMICAL ACTION OF BATTERY** (ဘက်ထရီ၏ဓာတုဗေဒဆောင်ရွက်မှုသဘောတရား) . . . . . . . . . . 72

1. Discharging (အားထုတ်သုံးခြင်း) . . . . . . . . . . 73
2. Charging (အားပြန်သွင်းခြင်း) . . . . . . . . . . 74

**BATTERY CAPACITIES** (ဘက်ထရီစွမ်းရည်) . . . . . . . . . . 74
1. Slow Discharge Capacity (အနှေးအားထုတ်ပေးနိုင်စွမ်းရည်) . . . . . . . . . . "
2. High Discharge Capacity (မြင့်မားသောအားထုတ်ပေးနိုင်စွမ်းရည်). . . . . . . . . . 75
**INTERNAL RESISTANCE AND CONNECTING METHODS**. . . . . . . . . . 76
(ဘက်ထရီ၏အတွင်းခုခံမှုနှင့် ဆက်သွယ်ပုံနည်းလမ်းများ)
1. Internal Resistance of Battery (ဘက်ထရီ၏ အတွင်းခုခံမှု). . . . . . . . . . "
2. Connecting Methods (ဆက်သွယ်မှုနည်းလမ်းများ). . . . . . . . . . 78
**FREEZING OF ELECTROLYTE** (လျှပ်လိုက်ပျော်ရည်အေးခဲခြင်း). . . . . . . . . . 80
**SELF-DISCHARGE** (အလိုအလျောက်ဓာတ်အားကုန်ခန်းခြင်း). . . . . . . . . . "
**EXTENDED MAINTENANCE INTERVAL BATTERIES**. . . . . . . . . . 81
(ထိန်းသိမ်းစောင့်ရှောက်ရမည့် အချိန်ကာလကို ရှည်ကြာစေသော ဘက်ထရီများ)
1. Differences from Ordinary Batteries (ရိုးရိုးဘက်ထရီများနှင့်ကွဲပြားချက်များ). . . . . . . . . . "
2. Reduced Self - discharging (အလိုအလျောက်အားကုန်ခမ်းခြင်းကို လျော့နည်းစေခြင်း). . . . . . "
3. Reduced Need for Water Replenishment (ရေထပ်ဖြည့်ရခြင်းကို လျော့နည်းစေခြင်း). . . 82
4. Electrolyte level and Specific Gravity Indicator . . . . . . . . . . "
(အီလက်ထရိုလိုက်ပမာဏနှင့် သိပ်သည်းဆညွှန်ပြကိရိယာ)
**INSPECTION OF BATTERY** (ဘက်ထရီကိုစစ်ဆေးခြင်း). . . . . . . . . . 85

## CHARGING SYSTEM (ဘက်ထရီအားသွင်းစနစ်)

**CHARGING SYSTEM** (ဘက်ထရီအားသွင်းစနစ်). . . . . . . . . . 89
**PRINCIPLE OF GENERATION OF ELECTRICITY** . . . . . . . . . . 90
(လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်မှုအခြေခံသဘော)
Electromagnetic Induction (လျှပ်စစ်သံလိုက်ညှို့ခြင်း) . . . . . . . . . . "
Direction of Electromotive Force (လျှပ်စစ်တွန်းအား၏ လားရာ) . . . . . . . . . . "
Amount of Electromotive Force (လျှပ်စစ်တွန်းအား၏ ပမာဏ) . . . . . . . . . . 91
Principle of the Generator (ဂျင်နရေတာ၏ အခြေခံသဘောတရား). . . . . . . . . . 92
Alternating-Current Generator (အေစီလျှပ်စီးဂျင်နရေတာ). . . . . . . . . . 93

**ALTERNATOR** (အော်လ်တာနေတာ). . . . . . . . . . 95
Principle of the Alternator (အော်လ်တာနေတာ၏ အခြေခံသဘောတရား). . . . . . . . . . "
Alternator with Neutral-point Diodes. . . . . . . . . . 99
(Neutral-point Diodes ပါရှိသောအော်လ်တာနေတာ)
3-diode Exciting Alternator. . . . . . . . . . 101
Voltage Regulation (ဗို့အားထိန်းချုပ်မှု). . . . . . . . . . "
Construction of the Alternator (အော်လ်တာနေတာတည်ဆောက်ပုံ). . . . . . . . . . 103
Compact Alternator. . . . . . . . . . 105

**REGULATOR** (ရဂျူလေတာ) . . . . . . . . . 108
One-point Type Regulator (ထိပွိုင့်တစ်ခုပုံစံရဂူလေတာ) . . . . . . . . . ။
Two-point Type Regulator (ထိပွိုင့်နှစ်ခုပုံစံရဂူလေတာ) . . . . . . . . . 109
Voltage Relay (Charge Lamp Relay) [ဗို့အားရီလေး (အားသွင်းမီးလုံးရီလေး)] . . . . . . . . . 110
Characteristics of the Regulator (ရဂူလေတာ၏ ဂုဏ်အင်္ဂါများ) . . . . . . . . . 111
**IC REGULATOR** (အိုင်စီရဂျူလေတာ) . . . . . . . . . 113
Operating Principle of IC Regulator (IC ရဂူလေတာ၏ ဆောင်ရွက်မှုအခြေခံသဘော) . . . . . . 114
Characteristic of IC Regulator (အိုင်စီရဂူလေတာ၏ ဆောင်ရွက်ချက်လက္ခဏာများ) . . . . . . 115
**CHARGING SYSTEM** (ဘက်ထရီအားသွင်းစနစ်) . . . . . . . . . 117
With A-type IC Regulator (A – ပုံစံအိုင်စီရဂူလေတာ) . . . . . . . . . 121
With B-type IC Regulator (B – ပုံစံအိုင်စီရဂူလေတာ) . . . . . . . . . 122
With M-type IC Regulator (M – ပုံစံအိုင်ဂီရဂူလေတာ) . . . . . . . . . 124
TROUBLE SHOOTING (အပြစ်ရှာဖွေပြုပြင်ခြင်း) . . . . . . . . . 131
Classification of charging System Problems. . . . . . . . . . ။
(အားသွင်းစနစ်၏ ပြဿနာများကို အမျိုးအစားခွဲခြင်း)
Troubleshooting Procedures [အပြစ်ရှာဖွေပြုပြင်ပုံအဆင့်ဆင့် (အစီအစဉ်)] . . . . . . . . . 132
Alternator with M-type IC Regulator. . . . . . . . . . 141
ON-VEHICLE INSPECTION (မော်တော်ယာဉ်ပေါ်တွင် စစ်ဆေးခြင်း) . . . . . . . . . 145
OVERHAUL (အလုံးစုံစစ်ဆေးပြုပြင်ခြင်း) . . . . . . . . . 154
Pre-Inspection (အကြိုစစ်ဆေးမှု) . . . . . . . . . 155
Conventional Type (ရိုးရိုးပုံစံအော်လ်တာနေတာကို အလုံးစုံစစ်ဆေးပြုပြင်ခြင်းအစိတ်အပိုင်းများ) . . . 158
Hi-Speed Compact Type (မြန်နှုန်းမြင့်ကျစ်လစ်ပုံစံအော်လ်တာနေတာကို အလုံးစုံစစ်ဆေးပြုပြင်ခြင်း). 164

## IGNITION SYSTEM (မီးပေးစနစ်)

Ignition System (မီးပေးစနစ်) . . . . . . . . . 169
IGNITION COIL (မီးပေးကွိုင်) . . . . . . . . . 171
Principle of High Voltage Generation (မြင့်သောဗို့အားထုတ်လုပ်မှုအခြေခံသဘော) . . . . . . . . ။
Operation of Ignition System (မီးပေးစနစ်၏ ဆောင်ရွက်ချက်) . . . . . . . . . 173
Ignition Coil with Resistor [ခုခံမှု (ရီစစ္စတာ) ပါသောမီးပေးကွိုင်] . . . . . . . . . 175

**DISTRIBUTOR** (ဖြန့်ဝေကိရိယာ (သို့) ဒစ်စ်ထရီဗျူတာ) . . . . . . . . . 178
Breaker Section (ဘရိတ်ကာအပိုင်း) . . . . . . . . . 179
Condenser (Capacitor) (ကွန်ဒင်ဆာ) . . . . . . . . . 185
Ignition Advancer (မီးကြိုစောပေးသောကိရိယာ) . . . . . . . . . 186
Distributor Section [ဒစ်စ်ထရီဗျူတာ (ဖြန့်ဝေကိရိယာ) အပိုင်း] . . . . . . . . . 199
SPARK PLUGES (မီးပွားပလပ်များ) . . . . . . . . . 202
Ignition Performance (မီးပေးမှုစွမ်းဆောင်ရည်) . . . . . . . . . 210
Ignition Mechanism . . . . . . . . . 212

Heat Range (မီးပွားပလပ်၏ အပူအဆင့်) . . . . . . . . 213

TRANSISTORIZED IGNITION SYSTEM (ထရန်စစ္စတာအသုံးပြုမီးပေးစနစ်) . . . . . . . . 215
Signal Generator (စစ်ဂနယ်ထုတ်ပေးသောကိရိယာ) . . . . . . . . 216
Igniter (မီးပေးကိရိယာ) . . . . . . . . 217
IIA (Integrated Ignition Assembly) . . . . . . . . 222
ESA (Electronic Spark Advance) . . . . . . . . 223
DLI (Distributorless Ignition) (ဒစ်စ်ထရီဗျူတာမပါသော မီးပေးစနစ်) . . . . . . . . 225

TROUBLE SHOOTING (အပြစ်ရှာဖွေပြုပြင်ခြင်း) . . . . . . . . 226
Troubleshooting Procedures (အပြစ်ရှာဖွေပြုပြင်ပုံအဆင့်ဆင့်) . . . . . . . . II
IGNITION SYSTEM ON-VEHICLE TEST (မီးပေးစနစ်ကို မော်တော်ယာဉ်ပေါ်တွင် စမ်းသပ်ခြင်း). 232
SPARK ADVANCE SYSTEM ON-VEHICLE TEST . . . . . . . . 239
(မီးကြိုစောစနစ်ကို မော်တော်ယာဉ်ပေါ်တွင် စစ်ဆေးခြင်း)
DISTRIBUTOR OVERHAUL (CONVENTIONAL) (ဒစ်စ်ထရီဗျူတာကို အလုံးစုံပြုပြင်ခြင်း). . 246

## STARTING SYSTEM (နှိုးစနစ်)

STARTING SYSTEM (နှိုးစနစ်) . . . . . . . . 251
PRINCIPLES (အခြေခံသဘောတရားများ) . . . . . . . . 252
CHARACTERISTICS . . . . . . . . 256
STARTER MOTOR (စတာ့တာမော်တာ) . . . . . . . . 257
1. Conventional Type (ရိုးရိုးပုံစံ) . . . . . . . . 258
2. Reduction Type (ရီဒတ်ရှင်းပုံစံစတာ့တာမော်တာ) . . . . . . . . 265
3. Planetary Type (ပလန်နက်ထရီပုံစံစတာ့တာမော်တာ) . . . . . . . . 269
TROUBLE SHOOTING (အပြစ်ရှာဖွေပြုပြင်ခြင်း) . . . . . . . . 271
1. Outline of On-vehicle Inspection (ယာဉ်ပေါ်တွင် စစ်ဆေးခြင်းသဘော) . . . . . . . . 271
2. Outline of Performance Test (စွမ်းဆောင်မှုစစ်ဆေးခြင်းသဘော) . . . . . . . . 273
TROUBLE SHOOTING PROCEDURES (အပြစ်ရှာဖွေပြုပြင်ပုံအဆင့်ဆင့်) . . . . . . . .
ON-VEHICLE INSPECTION (ယာဉ်ပေါ်တွင်စစ်ဆေးခြင်း) . . . . . . . . 278
OVERHAUL (အလုံးစုံစစ်ဆေးပြုပြင်ခြင်း) . . . . . . . . 283
PERFORMANCE TEST (မော်တာစွမ်းဆောင်ရည်စမ်းသပ်ခြင်း) . . . . . . . .
CONVENTIONAL TYPE (ရိုးရိုးပုံစံ) . . . . . . . . 286
REDUCTION TYPE (ရီဒတ်ရှင်းပုံစံ) . . . . . . . . 291
PLANETARY TYPE (ပလန်နက်ထရီပုံစံ) . . . . . . . . 294

# လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာ အခြေခံသဘောတရားများ

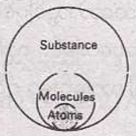
# FUNDAMENTALS OF ELECTRICITY

# FUNDAMENTALS OF ELECTRICITY
## (လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာအခြေခံသဘောတရားများ)

မော်တော်ယာဉ်တစ်စီးတွင် လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာပစ္စည်းပေါင်းများစွာကို အသုံးပြုထားသည်။ ၎င်းပစ္စည်းများကို အလုပ်လုပ်စေသော လျှပ်စစ်သဘောကို မျက်စိဖြင့် မမြင်နိုင်သဖြင့် ၎င်းပစ္စည်းများကို ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းရန်မှာ မလွယ်ကူပေ။ သို့သော် လျှပ်စစ်သဘောအသွင်အပြင်၏ ဂုဏ်သတ္တိနှင့် လုပ်ဆောင်ချက်ပေါ်တွင် အခြေခံသော သေချာသည့် သဘောပုံစံတစ်ခုနှင့် ဆောင်ရွက်နေသည်ကိုမူ လေ့လာသိရှိနိုင်သည်။ ထို့ကြောင့် မော်တော်ယာဉ်တွင် တပ်ဆင်အသုံးပြုထားသော လျှပ်စစ်ပစ္စည်းကိရိယာများ၏ တည်ဆောက်ပုံနှင့် ဆောင်ရွက်မှုတို့ကို နားလည်သဘောပေါက်ရန် လျှပ်စစ်အသွင်သဘော၏ အခြေခံသဘောတရားများဆိုင်ရာ ပြည့်စုံသော ပညာဗဟုသုတကို လေ့လာဆည်းပူးရမည်မှာ ပထမဦးဆုံးသော အလွန်အရေးကြီးသည့် အကြောင်းတစ်ရပ်ဖြစ်သည်။

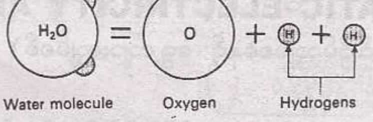
## ELECTRICITY (လျှပ်စစ်ဓာတ်အား)
### ဝတ္ထုပစ္စည်းများ၏ ဖွဲ့စည်းတည်ဆောက်ထားပုံ

ကျွန်ုပ်တို့သည် မည်သည့်အရာဝတ္ထုပစ္စည်း (Substance) တစ်ခုကိုမဆို ၎င်း၏ မူလသဘာဝအသွင်အပြင် လက္ခဏာ မပြောင်းလဲစေဘဲ သေးငယ်သော အစိတ်အပိုင်း များအဖြစ် ခွဲခြားစိတ်ဖြာလိုက်လျှင် နောက်ဆုံး၌ မော်လီကျူး (Molecule) ဟုခေါ်သော အမှုန်အမွှားအပိုင်းအစကလေးများကို ရရှိမည်ဖြစ်သည်။ ၎င်းမော်လီကျူးကို ထပ်မံခွဲခြားစိတ်ဖြာလိုက်လျှင် (Atom) အက်တမ်များဖြင့် ဖွဲ့စည်းထားသည်ကို တွေ့ရှိရမည်။



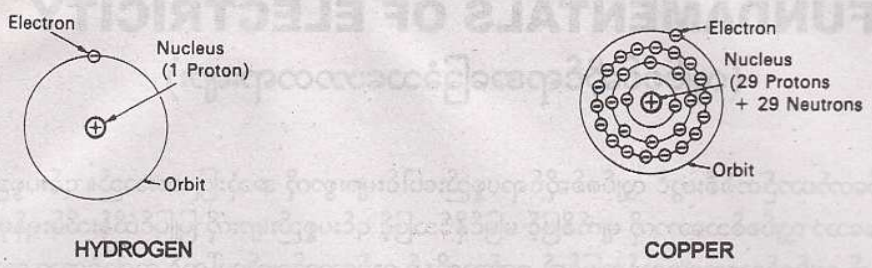

အားလုံးသော အက်တမ်များ၏ ဗဟိုဖြစ်သော (Nucleus) နျူးကလီးယတ်စ်ကို (Electron) အီလက်ထရွန် ဟုခေါ်သော လွန်စွာသေးငယ်လွန်းသည့် အမှုန်အမွှားကလေးများက ၎င်းတို့၏ မတူညီသော (Orbit) ပတ်လမ်းကြောင်းများအတိုင်း ဝန်းရံလှည့်ပတ်လျက်ရှိသည်။ အက်တမ်၏ ဗဟိုဖြစ်သော နျူးကလီယတ်စ်ကိုမူ တူညီသော အရေအတွက်များရှိကြသည့် (Pronton) ပရိုတွန်နှင့် (Neutron) နျူထရွန်ဟုခေါ်သော သေးငယ်သည့်အမှုန်အမွှားအစိတ်အပိုင်းကလေးများဖြင့် ဖွဲ့စည်းထားသည်။

ဥပမာ – ရေမော်လီကျူးတွင်

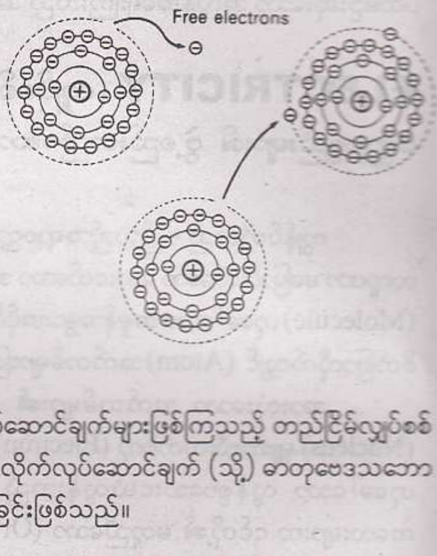



ပရိုတွန်နှင့် အီလက်ထရွန်တို့တွင် Electrical Charge ဟုခေါ်သော လျှပ်စစ်ဓာတ်အားများ ပိုင်ဆိုင်ကြသည်။ ပရိုတွန်တွင် ဆောင်သော လျှပ်စစ်ဓာတ်ကို အဖိုလျှပ်စစ်ဓာတ်ဟုသတ်မှတ်၍ အီလက်ထရွန်ရှိ လျှပ်စစ်ဓာတ်ကို အမဓာတ်ဟူ၍ သတ်မှတ်သည်။ (နျူထရွန်သည် အဖိုဓာတ်နှင့် အမဓာတ်နှစ်ခုလုံးမရှိ၍ လျှပ်စစ်ဓာတ်မဲ့ဖြစ်သည်။) အဖိုဓာတ်ဆောင်သော ပရိုတွန်အရေအတွက်နှင့် အမဓာတ်ဆောင်သော အီလက်ထရွန် အရေအတွက်တို့မှာ သာမန်အားဖြင့် တူညီကြသည်ဖြစ်၍ အက်တမ်သည် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားမရှိသော (Neutral) အခြေအနေတွင်ရှိသည်။

သဘာဝသဘောတရားအရ တူညီသော ဓာတ်သဘာဝအချင်းချင်းဆွဲငင်ကြသည်ဖြစ်၍ အီလက်ထရွန်များသည် ၎င်းတို့၏ ပတ်လမ်းကြောင်း (Orbit) ပေါ်၌ အဖိုဓာတ်ရှိသော နျူကလီးယတ်စ်နှင့် ဆွဲငင်လျက် တည်ရှိနေကြသည်။




## FREE ELECTRONS [ဖရီး (လွတ်လပ်) အီလက်ထရွန်]



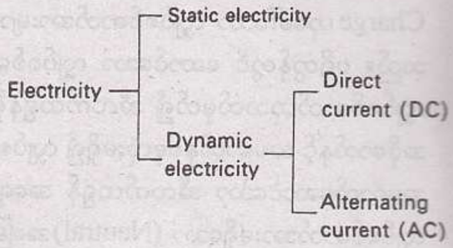

အပြင်ဘက်အကျဆုံး ပတ်လမ်းကြောင်းတွင် လှည့်ပတ်တည်ရှိနေသော အီလက်ထရွန် (သို့) အီလက်ထရွန်များကို (Valence electron) ဗေးလန့်စ်အီလက်ထရွန်ဟုခေါ်သည်။ ၎င်းအပြင်ဘက်ကျသော အီလက်ထရွန်များသည် နျူကလီယတ်စ်မှ ဆွဲငင်သောအားကို အနည်းငယ်သာခံကြရ၍ ၎င်းတို့သည် ပတ်လမ်းကြောင်း၏ပြင်ပသို့ထွက်ခွာရန် တိမ်းညွတ်တတ်ကြပြီး အခြားသောအက်တမ်များနှင့် မကြာခဏပူးတွဲသွားကြသည်။ ကြေး၊ ငွေနှင့် အခြားသော သတ္တုပစ္စည်းများတွင် ၎င်းဗေးလန့်စ်အီလက်ထရွန်များသည် နျူကလီယားမှဝေးရာသို့ လွတ်လပ်စွာ ရွေ့လျားနေကြသည်။ ၎င်းအီလက်ထရွန်များကို ဖရီး (လွတ်လပ်)အီလက်ထရွန်များဟုခေါ်သည်။

လျှပ်စစ်သဘောသွင်ပြင်၏ အမျိုးမျိုးသော ဂုဏ်သတ္တိနှင့် လုပ်ဆောင်ချက်များဖြစ်ကြသည့် တည်ငြိမ်လျှပ်စစ်မီးပွားများ (သို့) အပူပေးခြင်း၊ လျှပ်စစ်စီးဆင်းမှုနှင့် ပတ်သက်သော သံလိုက်လုပ်ဆောင်ချက် (သို့) ဓာတုဗေဒသဘောစသည်တို့ ဖြစ်ပေါ်လာခြင်းမှာ ၎င်းဖရီးအီလက်ထရွန်များကြောင့်ဖြစ်ခြင်းဖြစ်သည်။

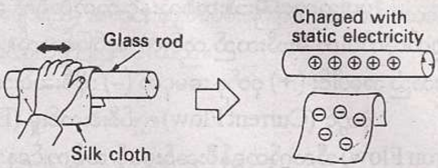
## လျှပ်စစ်ဓာတ်အား သွင်ပြင်လက္ခဏာအမျိုးအစားနှင့် ၎င်းတို့၏ ဂုဏ်သတ္တိများ

## STATIC ELECTRICITY AND DYNAMIC ELECTRICITY
(တည်ငြိမ်လျှပ်စစ်နှင့် ရွေ့လျားလျှပ်စစ်)

လျှပ်စစ်သဘောသွင်ပြင်နှစ်မျိုးရှိသည်။ ၎င်းတို့မှာ (Static Electricity) တည်ငြိမ်လျှပ်စစ်သဘောနှင့် ရွေ့ လျားလျှပ်စစ် (Dynamic Electricity) သဘောတို့ဖြစ်သည်။ ၎င်းကို ထပ်မံ၍ (Direct Current) တိုက်ရိုက်လျှပ်စီး DC နှင့် (Alternating Current) ပြန်လှန်စီးလျှပ်စီး AC ဟူ၍ နှစ်မျိုးထပ်မံခွဲခြားသည်။

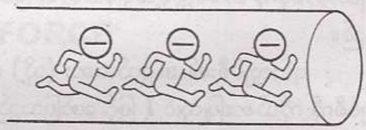


## STATIC ELECTRICITY (တည်ငြိမ်လျှပ်စစ်)




လျှပ်စစ်စီးကူးခြင်းမရှိသော ဖန်ချောင်းကဲ့သို့ အရာဝတ္ထုနှင့် ပိုးသားအထည်စတစ်ခုတို့ကို အချင်းချင်းပွတ်တိုက်လိုက်ပါက ဖန်ချောင်းနှင့် ပိုးသားအထည်စတစ်ခုစီ၏ မျက်နှာပြင်များတွင် တစ်ခု၌ အဖိုဓာတ်လျှပ်စစ်ဆောင်၍ အခြားတစ်ခုတွင် အမဓာတ်လျှပ်စစ်ဆောင်လျက်ရှိသည်ကို တွေ့ရှိရမည်။ အကယ်၍ ၎င်းပစ္စည်းတို့ကို တစ်ခုနှင့်တစ်ခုထိစေခြင်း (သို့) လျှပ်စီးပစ္စည်းတစ်ခုခုနှင့် ဆက်သွယ်ပေးခြင်းတို့ မပြုလုပ်ခဲ့ပါက ၎င်းဖန်ချောင်းနှင့် ပိုးထည်စတို့တွင် လျှပ်စစ်ဓာတ်တည်ရှိနေမည်ဖြစ်သည်။ ၎င်းတို့သည် ရွေ့လျားမှုမရှိကြသဖြင့် ၎င်းလျှပ်စစ်အမျိုးအစားကို တည်ငြိမ်လျှပ်စစ်သဘော (Static Electricity) ဟုခေါ်ဆိုသည်။ ၎င်းပစ္စည်းတို့တွင်ရှိသော ဖရီးအီလက်ထရွန်များသည် တည်မှီရာအက်တမ်များမှ ခွဲထွက်၍ အရာဝတ္ထုပစ္စည်း၏ မျက်နှာပြင်တို့တွင် မရွေ့လျားဘဲတည်ရှိနေကြခြင်းဖြစ်သည်။

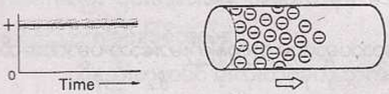
## DYNAMIC ELECTRICITY (ရွေ့လျားလျှပ်စစ်သဘော)



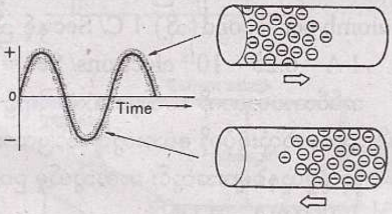
MOVING ELECTRONIC

ရွေ့လျားလျှပ်စစ်သဘောသည် ဖရီးအီလက်ထရွန်များ ရွေ့လျားစီးဆင်းနေသော အခြေအနေကိုခေါ်ဆိုသည်။ ဆိုလိုသည်မှာ အီလက်ထရွန်များသည် ၎င်းတို့၏အက်တမ်များမှ ခွဲထွက်၍ လျှပ်ကူးပစ္စည်းအတွင်း ရွေ့လျားနေကြ ခြင်းဖြစ်သည်။

ဖရီးအီလက်ထရွန်များသည် လားရာတစ်ဖက်တည်းသို့ တစ်သမတ်တည်းစီးဆင်းနေလျှင် ၎င်းရွေ့လျား လျှပ်စစ်ကို (Direct Current) DC တိုက်ရိုက်စီး လျှပ်စစ်ဟုခေါ်သည်။ ရွေ့လျားမှု၏ လားရာနှင့် လျှပ်စီးအရွယ်အစားတို့သည် အချိန်အလိုက် ပြောင်းလဲခြင်းဖြစ်နေပါက ၎င်းရွေ့လျားလျှပ်စစ်ကို ပြန်လှန်စီးလျှပ်စစ် (Alternating Current) AC ဟုခေါ်သည်။



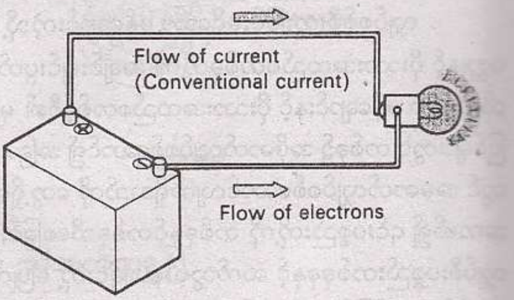

DIRECT CURRENT




ALTERNATING CURRENT

ဤအခန်း၏ ကျန်သောအခန်းကဏ္ဍတွင် (Electric Current) လျှပ်စီး၊ (Voltage) ဗို့အားနှင့် (Resistance) ခုခံမှုတို့၏ အဓိပ္ပါယ်ကို တိုက်ရိုက်လျှပ်စီး DC ကို အသုံးပြု၍ ရှင်းလင်းဖော်ပြပါမည်။

# ELECTRIC CURRENT (လျှပ်စီး)



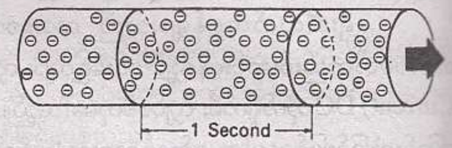

ပုံပါအတိုင်း မီးသီးတစ်လုံးနှင့် ဘက်ထရီကို ဆက်သွယ်လိုက်ပါက မီးသီးသည် လင်းလာမည်ဖြစ်သည်။ လျှပ်စီးသည် အပေါင်း (+) ဝင်္ကတ်မှ အမဝင်္ကတ် (–) သို့စီးဆင်းသည်။

ပုံတွင် (Current Flow) လျှပ်စီးစီးဆင်းမှု (Electron Flow) အီလက်ထရွန်စီးဆင်းမှုနှင့် ဆန့်ကျင်နေသည်ကို တွေ့ရှိရမည်ဖြစ်သည်။ အီလက်ထရွန်များ အမှန်တကယ်စီးဆင်းမှုကဲ့သို့မဟုတ်သော လျှပ်စီးစီးဆင်းမှုကို (Conventional Current) ရိုးရိုးလျှပ်စီး (သို့) (Current Flow) လျှပ်စီးစီးဆင်းမှုဟုခေါ်သည်။

**လျှပ်စီးကိုတိုင်းတာသောယူနစ်များ**

လျှပ်ကူးပစ္စည်းတွင် ဖြတ်သန်းစီးဆင်းလျက်ရှိသော လျှပ်စီးပမာဏသည် လျှပ်ကူးပစ္စည်း၏ ကန့်လန့်ဖြတ်ဧရိယာတစ်ခုကို တစ်စက္ကန့်အချိန်အတွင်း ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသွားသော အီလက်ထရွန်အရေအတွက် ပမာဏနှင့် ညီမျှသည်။

၎င်းလျှပ်စီး၏ အရွယ်အစား (သို့) ပမာဏကို (Ampere) အမ်ပီယာ A ဖြင့် တိုင်းတာသတ်မှတ်သည်။ လျှပ်စီကို ကိုယ်စားပြုလျှင် I ဖြင့် ဖော်ပြသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် လျှပ်စီး I ကို အမ်ပီယာဖြင့် တိုင်းတာသည်။




One Ampere (1A) ဆိုသော အဓိပ္ပါယ်မှာ လျှပ်ကူးပစ္စည်းတစ်ခုအတွင်း တစ်စက္ကန့်အတွင်း ဖရီးအီလက်ထရွန်ပေါင်း $6.25 \times 10^{18}$ အရေအတွက် ဖြတ်သန်းသွားခြင်းကို ဆိုလိုသည်။ ထိုအီလက်ထရွန် အရေအတွက် $6.25 \times 10^{18}$ (သို့) 6, 250, 000, 000, 000, 000, 000 သည် (One Coulomb) 1 ကူးလောင်း လျှပ်စစ်ဓာတ်အားနှင့် ညီမျှ၍ 1 အမ်ပီယာသည် 1 Coulomb per second (သို့) 1 C/ Sec နှင့် ညီမျှသည်။

$1\ A = 6.25 \times 10^{18}$ electrons/ Sec = 1 C/ Sec

အမ်ပီယာပမာဏကို သတ်မှတ်သုံးစွဲကြရာ၌ အလွန်သေးငယ်သောပမာဏမှ အလွန်ကြီးမားသော ပမာဏအထိ အမျိုးမျိုးသတ်မှတ်သုံးစွဲပုံကို ဇယားတွင် ဖော်ပြထားသည်။

သုံးစွဲမှုယူနစ်များအတွင်း ဆက်သွယ်မှု ဥပမာကို ဖော်ပြပေးထားသည်။

1, 000 mA = 1 A

0.01 mA = 10 µA

| | BASIC UNIT | UNIT FOR VERY SMALL AMOUNTS | | UNIT FOR VERY LARGE AMOUNTS | |
|---|---|---|---|---|---|
| SYMBOL | A | µA | mA | kA | MA |
| PRO-NOUNCED AS | AMPERE | MICRO-AMPERE | MILLI-AMPERE | KILO-AMPERE | MEGA-AMPERE |
| MULTI-PLIER | 1 | $1 \times 10^{-6}$ (1/1,000,000) | $1 \times 10^{-3}$ (1/1000) | $1 \times 10^{3}$ (1 x 1000) | $1 \times 10^{6}$ (1 x 1,000,000) |

## လျှပ်စီးကြောင်း၏ ဆောင်ရွက်မှုများ

လျှပ်ကူးပစ္စည်း (သို့) အီလက်ထရိုလိုက် (လျှပ်စစ်ဓာတုပျော်ရည်) အတွင်း လျှပ်စစ်စီးကြောင်းဖြတ်သန်းသော အခါအောက်ဖော်ပြပါသုံးမျိုးသော အကျိုးသက်ရောက်မှု (ဆောင်ရွက်မှု) ဖြစ်ပေါ်သည်။

- **အပူထုတ်လွှတ်ခြင်း**

  လျှပ်ကူးပစ္စည်းတစ်ခုအတွင်း လျှပ်စီးဖြတ်သန်းသောအခါ အပူထုတ်လွှတ်ခြင်းဖြစ်ပေါ်လာသည်။

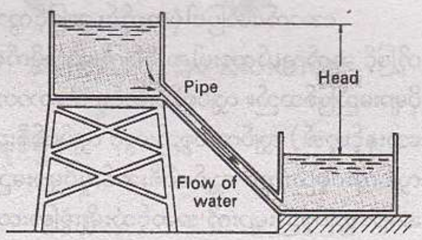
- **ဓာတုဆောင်ရွက်မှု**

  အီလက်ထရိုလိုက်အတွင်း လျှပ်စစ်စီးဆင်းသောအခါ ဓာတုပြောင်းလဲမှုဖြစ်ပေါ်မှုအပေါ်တွင် အခြေခံ၍ ဘက်ထရီကို ပြုလုပ်ထားခြင်းဖြစ်သည်။

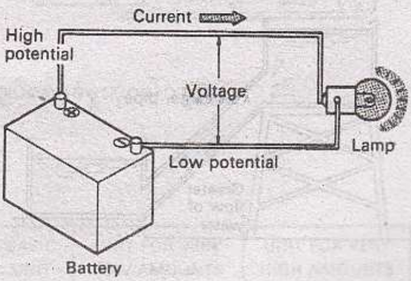
- **သံလိုက်ဓာတ်ဖြစ်ပေါ်မှု**

  ဝါယာ (သို့) ကွိုင်တစ်ခုအတွင်း လျှပ်စစ်စီးဆင်းသောအခါ လျှပ်စစ်သံလိုက်ဓာတ်ဖြစ်ပေါ်သည်။ ထိုအခြင်းအရာကို အခြေခံ၍ အစ်ကနင်းရှင်းကွိုင်၊ စတေတာမော်တာ၊ အော်လ်တာနေတာ အမျိုးမျိုးသော ဆိုလိုနွိုက်များကို ပြုလုပ်ထားခြင်းဖြစ်သည်။

## VOLTAGE AND ELECTROMOTIVE FORCE
## (ဗို့အားနှင့်လျှပ်စစ်တွန်းအား)

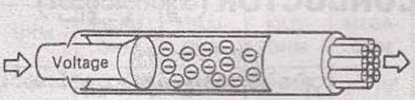



ပုံတွင်ပြထားသကဲ့သို့ အမြင့်မတူသော ရေကန်နှစ်ခုကို ရေပိုက်တစ်ခုဖြင့် ဆက်သွယ်ထားပါက မြင့်သော ရေကန်မှ ရေများသည် ရေပိုက်ကို ဖြတ်သန်းလျက် နိမ့်သောရေကန်သို့ စီးဆင်းသွားပေမည်။ ထိုသို့ဖြစ်ရခြင်းမှာ ရေထုထည်နှစ်ခု၏ မျက်နှာပြင်အမြင့် ကွာခြားမှုကြောင့်ဖြစ်ပြီး ၎င်းကွာခြားမှုကို (Head) ဟက်ထ်ဟုခေါ်သည်။ ၎င်း Head သည် Pressure (ဖိအား) ကို ဖြစ်ပေါ်စေပြီး ၎င်းဖိအားအရ အပေါ်ကန်မှ အောက်ကန်သို့ ရေစီးဆင်းသွားရခြင်းဖြစ်သည်။




ထိုနည်းတူစွာပင် မီးလုံးတစ်ခုကို ဘက်ထရီတစ်လုံးတွင် ဖော်ပြပါပုံအတိုင်း ဆက်သွယ်တပ်ဆင်လိုက်ပါက လျှပ်စီးသည် ဝါယာကြိုးတစ်လျှောက် စီးဆင်းလျက် မီးလုံးကို ထွန်းလင်းစေလိမ့်မည်။

ထိုသို့ဖြစ်ရခြင်းမှာ ဘက်ထရီ၏ အမငုတ်တွင် ဖရီးအီလက်ထရွန်များ များစွာတည်ရှိလျက် အမဓာတ်ဆောင်လျက်ရှိပြီး အဖိုငုတ်တွင်မူ အီလက်ထရွန်လျော့နည်းစွာရှိလျက် အဖိုဓာတ်ဆောင်လျက်ရှိသည်။ ထိုကဲ့သို့ အီလက်ထရွန် ပမာဏမတူညီမှုသည် ငုတ်နှစ်ခုအတွင်း လျှပ်စစ်ဖိအားတစ်ခုကို ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ယင်း လျှပ်စစ်ဖိအားသည် (Head) အမြင့်မတူညီသော ရေကန်နှစ်ခုဆက်သော ပိုက်အတွင်းဖြစ်ပေါ်သည့် ဖိအားနှင့်ဆင်တူလေ




VOLTAGE IS PRESSURE

သည်။ ထို့ကြောင့် လျှပ်စစ်ဖိအားသည် ဝါယာကြိုးအတွင်း လျှပ်စစ်စီးဆင်းစေလျက် မီးလုံးကို လင်းစေခြင်းဖြစ်သည်။ ၎င်းလျှပ်စစ်ဖိအား (Electrical Pressure) ကို ပိုတင်ရှယ်ကွာခြားမှု၊ ပိုတင်ရှယ် (သို့) ဗို့အား (Potential Difference, Potential or Voltage) ဟုခေါ်သည်။ ၎င်းကို Electromotive Force (EMF) ဟုလည်းခေါ်သည်။

ဗို့အားကို တိုင်းတာသောယူနစ်

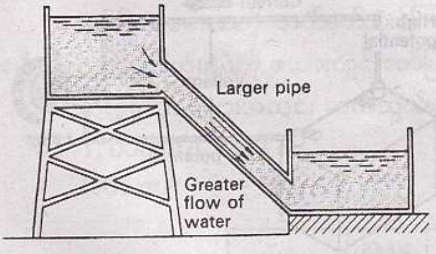
ဗို့အားကို ဗို့ (Volt-V) ဖြင့် တိုင်းတာသည်။ One Volt (1 V) ၏အဓိပ္ပါယ်မှာ ခုခံမှု 1Ω (One Ohm) ရှိသော လျှပ်ကူးပစ္စည်းတစ်ခုအတွင်း လျှပ်စီးပမာဏ 1 A စီးဆင်းသွားစေရန် 1 V ရှိသော လျှပ်စစ်တွန်းအားရှိရမည်ဖြစ်သည်။ ဗို့အားအနည်းအများအလိုက် အရေအတွက်အနည်းအများကို ညွှန်းသော ကိုယ်စားပြုယူနစ်များကို ဇယားဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။ ဥပမာ – 12,000 mV = 12 V, 24, 000 V = 24 KV

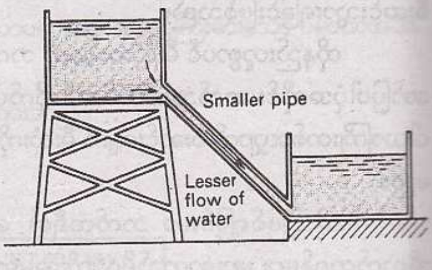
| | BASIC UNIT | UNIT FOR VERY SMALL AMOUNTS | | UNIT FOR VERY LARGE AMOUNTS | |
|---|---|---|---|---|---|
| SYMBOL | V | μV | mV | kV | MV |
| PRONOUNCED AS | VOLT | MICRO-VOLT | MILLI-VOLT | KILO-VOLT | MEGA-VOLT |
| MULTIPLIER | 1 | $1 \times 10^{-6}$ | $1 \times 10^{-3}$ | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ |

## ELECTRICAL RESISTANCE (လျှပ်စစ်ခုခံမှု)

## CONDUCTORS (လျှပ်ကူးပစ္စည်း)၊ SEMICONDUCTORS (တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်း)၊ NON CONDUCTORS (လျှပ်ကာပစ္စည်း)

အောက်ဖော်ပြပါပုံအတိုင်း အမြင့်ကွာခြားမှု Head မတူညီသော ရေကန်များကို အချင်းမတူညီသော ပိုက်တို့ဖြင့် ဆက်သွယ်ထားပါက ပိုမိုကြီးသောပိုက်မှ ရေစီးဆင်းမှုမှာ ပိုမို၍လွယ်ကူမြန်ဆန်၍ ရေစီးဆင်းမှုပမာဏလည်း ပိုများမည်ဖြစ်သည်။ လျှပ်စစ်စီးဆင်မှု သဘောတရားတွင်လည်း ထိုကဲ့သို့ပင်ဖြစ်သည်။ လျှပ်စစ်ခုခံမှုကြီးသော (ရေပိုက်သေးနှင့်တူ၏) လျှပ်ကူးပစ္စည်းတွင် လျှပ်စစ်စီးဆင်းမှုနည်းမည်ဖြစ်ပြီး လျှပ်စစ်ခုခံမှုနည်းသော (ရေပိုက်ကြီးနှင့်တူ၏) လျှပ်ကူးပစ္စည်းတွင် လျှပ်စစ်စီးဆင်းမှုပိုများမည်ဖြစ်သည်။ လျှပ်စစ်စီးဆင်းမှုကို ခုခံသော ခုခံမှုပမာဏများအလိုက် အရာဝတ္ထုပစ္စည်းများကို အဆင့်သုံးမျိုးခွဲခြားထားသည်။




## CONDUCTOR (လျှပ်ကူးပစ္စည်း)

လျှပ်စစ်စီးဆင်းမှု လွယ်ကူစွာစီးဆင်းသွားနိုင်သော ရွှေ၊ ငွေ၊ ကြေး၊ အလူမီနီယမ်၊ သံ စသည်တို့ကို Conductor (လျှပ်ကူးပစ္စည်း) ဟုခေါ်သည်။

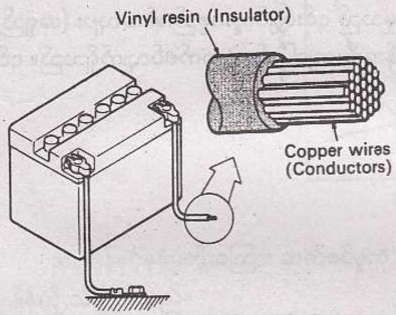
## NON-CONDUCTOR (လျှပ်ကာပစ္စည်း)

လျှပ်စစ်ဖြတ်သန်းမစီးဆင်းနိုင်သော ဖန်၊ ရာဘာ၊ စက္ကူ၊ ပလတ်စတစ်စသည်တို့ကို Non-Conductor (လျှပ်ကာပစ္စည်း) ဟုခေါ်သည်။

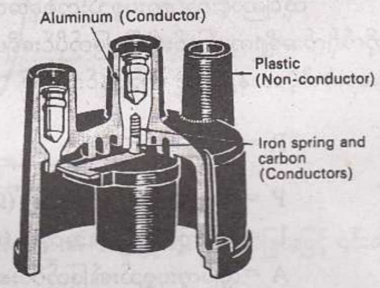
## SEMI-CONDUCTOR (တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်း)

လျှပ်စစ်စီးဆင်းမှုရှိသော်လည်း လျှပ်ကူးပစ္စည်းများကဲ့သို့ လွယ်ကူစွာစီးဆင်းခြင်းမရှိသော ဆီလီကွန်၊ ဂျာမေနီယမ်စသော သတ္တုပစ္စည်းများကို (Semi-Conductor) တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းဟုခေါ်သည်။

လျှပ်ကူးပစ္စည်းများနှင့် လျှပ်ကာပစ္စည်းများကို အသုံးပြုထားသော မော်တော်ယာဉ်ဆိုင်ရာလျှပ်စစ်ပစ္စည်းများကို အောက်တွင်ဖော်ပြထားသည်။



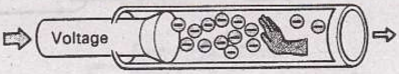

VINYL INSULATED WIRES




DISTRIBUTOR CAP AND ROTOR

## ELECTRICAL RESISTANCE (လျှပ်စစ်ခုခံမှု)

အရာဝတ္ထုပစ္စည်းတစ်ခုအတွင်း လျှပ်စစ်ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသောအခါ ရွေ့လျားသော အီလက်ထရွန်များသည် ရှေ့သို့လွတ်လပ်ချောမွေ့စွာ စီးဆင်းခွင့်မရရှိဘဲ အရာဝတ္ထုကိုဖွဲ့စည်းထားသော အက်တမ်များက ခုခံတိုက်ခိုက်ထားကြသည်။ ယင်းသို့စီးဆင်းရာတွင် ခက်ခဲမှုသဘော အနည်းအများပမာဏကို လျှပ်စစ်ခုခံမှုဟုခေါ်သည်။




### လျှပ်စစ်ခုခံမှုကို တိုင်းတာသောယူနစ်

လျှပ်စစ်ခုခံမှုပမာဏကို ဂရိအက္ခရာ အိုမီဂါ (Ω) Ohm (အုမ်း) ဖြင့်တိုင်းတာသည်။ ခုခံမှုကို R ဖြင့် ဖော်ပြသည်။ One Ohm (1 Ω) ခုခံမှုဆိုသည်မှာ ဗို့အား 1 V နှင့် လျှပ်စစ် 1 A စီးဆင်းနေချိန်တွင်ရှိသော ခုခံမှုပမာဏပင်ဖြစ်သည်။ ခုခံမှုအနည်းအများအလိုက် ရေတွက်မှုဇယားကို V နှင့် A များကဲ့သို့ အောက်တွင် ဇယားဖြင့်ဖော်ပြထားသည်။

| | BASIC UNIT | UNIT FOR VERY LOW AMOUNTS | | UNIT FOR VERY HIGH AMOUNTS | |
|---|---|---|---|---|---|
| SYMBOL | Ω | μΩ | mΩ | kΩ | MΩ |
| PRONOUNCED AS | OHM | MICRO-OHM | MILLI-OHM | KILO-OHM | MEGA-OHM |
| MULTIPLIER | 1 | $1 \times 10^{-6}$ | $1 \times 10^{-3}$ | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ |

ဆက်သွယ်ချက်ဥပမာများ

$1,489\ m\Omega = 1.48\ \Omega$

$14,000\ \Omega = 14\ K\Omega$

$200\ \Omega = 0.2\ K\Omega$

### လျှပ်ကူးပစ္စည်း၏အလျား၊ အချင်းနှင့် ခုခံမှုတို့အကြားဆက်သွယ်ချက်

Freee (ဖရီး) အီလက်ထရွန်များ ရွေ့လျားသော လျှပ်ကူးပစ္စည်းတစ်ခုအတွင်းရှိ လျှပ်စစ်ခုခံမှုသည် လျှပ်စစ်စီးဆင်းရာ လားရာနှင့် ထောင့်မှန်ကျသော လျှပ်ကူးပစ္စည်း၏ ဖြတ်ပိုင်းဧရိယာနှင့် အချိုးကျဆက်လျက်ရှိသည်။ ဖြတ်ပိုင်းဧရိယာကြီးလျှင် ခုခံမှုနည်းပြီး လျှပ်စစ်စီးဆင်းမှု ပိုမိုလွယ်ကူစွာစီးဆင်းနိုင်သည်။ တစ်ဖန်လျှပ်စီးသည် လွန်စွာရှည်လျားသော အကွာအဝေးရှိသည့် လျှပ်ကူးပစ္စည်းအတွင်း ဖြတ်သန်းစီးဆင်းရပါက အလွန်များပြားသော အက်တမ်များကို ဖြတ်သန်းစီးဆင်းရသဖြင့် လျှပ်စစ်ခုခံမှုပမာဏ ပိုမိုများပြားလာသည်။

ထို့ကြောင့် လျှပ်ကူးပစ္စည်းတစ်ခုအတွင်းရှိ လျှပ်စစ်ခုခံမှုသည် ၎င်းလျှပ်ကူးပစ္စည်း၏အလျား (အရှည်)နှင့် တိုက်ရိုက်အချိုးကျပြောင်းလဲပြီး ဖြတ်ပိုင်းဧရိယာနှင့်မှု ပြောင်းပြန်အချိုးကျပြောင်းလဲဆက်စပ်လျက်ရှိသည်။ ၎င်းကို အောက်ပါပုံသေနည်းဖြင့် ဖော်ပြနိုင်သည်။

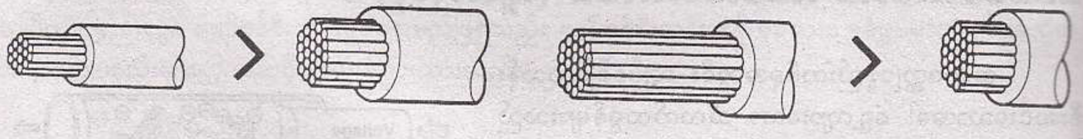
$$R = P\frac{L}{A}$$

$P$ = Resistivity (ခုခံမှုကိန်း) ($\Omega$ - m)

$L$ = လျှပ်ကူးပစ္စည်း၏ အလျား (m)

$A$ = လျှပ်ကူးပစ္စည်း၏ ဖြတ်ပိုင်းဧရိယာ ($m^2$)

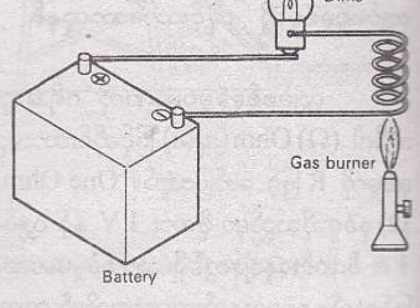
ပိုမိုသိသာထင်ရှားစေရန် ဝါယာအကြီး၊ အသေး၊ အတို၊ အရှည်တို့၏ ခုခံမှုနှိုင်းယှဉ်ပုံကို ဖော်ပြထားသည်။

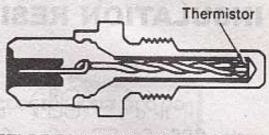



RESISTANCE

### လျှပ်စစ်ခုခံမှုနှင့်အပူချိန်တို့အကြားဆက်သွယ်ချက်

လျှပ်ကူးပစ္စည်း၏ခုခံမှုပမာဏသည် ၎င်း၏အပူချိန်နှင့် ဆက်စပ်ပြောင်းလဲသည်။ ပုံမှန်အားဖြင့် အပူချိန်မြင့်တက်လျှင် ခုခံမှုလည်း မြင့်တက်သည်။ ထိုသဘောကို သိသာစေရန်ပုံပါအတိုင်း ဘက်ထရီနှင့်ဆက်သွယ်ထားသော မီးလုံး၏ဝါယာကွိုင်ကို အပူပေးလိုက်ပါက မီးလုံးမှိန်သွားသည်ကို တွေ့ရှိရပေမည်။ ထိုသို့အားဖြင့် လျှပ်ကူးပစ္စည်း၏ အပူချိန်မြင့်တက်လာသောအခါ ၎င်း၏ခုခံမှုမြင့်တက်လာသည်ကို ထင်ရှားစွာတွေ့နိုင်သည်။

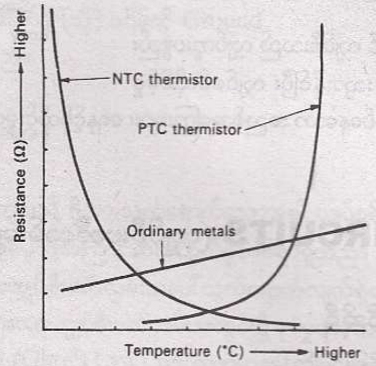




EFI COOLANT TEMPERATURE SENSOR (NTC)

တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးအမျိုးအစားဖြစ်သည့် (Thermistors) သာမစ်စတာများသည် ၎င်းတို့၏ အပူချိန်အရ ခုခံမှု ပြောင်းလဲပုံမှာ နှစ်မျိုးဖြစ်သည်။

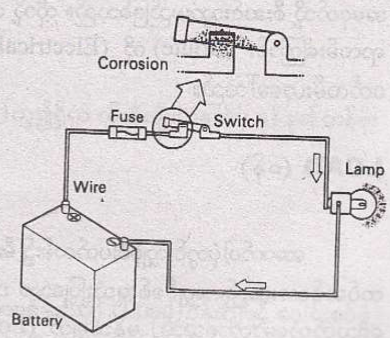
အပူချိန်မြင့်တက်လာသည်နှင့် ၎င်း၏ ခုခံမှုပါ မြင့်တက်လာသော သာမစ်စတာ (သတ္တုများနည်းတူအမျိုးအစား) ကို Positive Temperature Coefficient (PTC) အမျိုးအစား သာမစ်စတာဟုခေါ်သည်။ အခြားအမျိုးအစားမှာ အပူချိန်မြင့်တက်လာသည်နှင့် ခုခံမှုတန်ဖိုးကျဆင်းသွားသော အမျိုးအစားကို Negative Temperature Coefficient (NTC) အမျိုးအစားသာမစ်စတာဟုခေါ်သည်။




အပူချိန်နှင့်ခုခံမှုတို့အကြား ဆက်စပ်မှုကို အသုံးပြု၍ လျှပ်ကူးပစ္စည်း၏ အပူချိန်ကိုတိုင်းတာခြင်းဖြင့် ၎င်း၏ အပူချိန်ကို သိရှိနိုင်သည်။

## CONTACT RESISTANCE (ထိပွိုင့်ခုခံမှု)

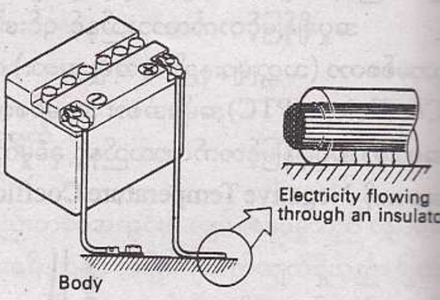
ဝါယာကိုဘက်ထရီ (သို့) လျှပ်စစ်သုံးပစ္စည်းများနှင့် ဆက်သွယ်ရာတွင် ခိုင်မြဲစွာထိထိမိမိဆက်သွယ်မှုမရှိခြင်း (သို့) ဝါယာနှစ်ခုကို ဆက်သွယ်သောခလုတ်တွင် ချေးစားနေခြင်းဖြစ်လျှင် လျှပ်စစ်စီးဆင်းမှုမှာ အားနည်းနေမည်ဖြစ်သည်။ ထိုသို့ ထိပွိုင့်များ၏ထိတွေ့မှုမကောင်းမွန်သောကြောင့် ဖြစ်ပေါ်ရသော ခုခံမှုကို (Contact Resistance) ထိပွိုင့်ခုခံမှုဟုခေါ်သည်။




လျှပ်စစ်သည် ထိပွိုင့်ခုခံမှုရှိသော ဧရိယာသို့ စီးဆင်းသောအခါ ၎င်းခုခံမှုမှအပူဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ထိုအပူသည် ထပ်မံ၍ ချေးစားမှုဖြစ်ပေါ်စေလျက် ခုခံမှုပမာဏပိုမိုကြီးမားလာစေသည်။ ထိပွိုင့်ခုခံမှုနည်းစေရန် အဆက်အသွယ်များကို သေချာစွာ တင်းကျပ်ခြင်း၊ သန့်ရှင်းစွာထားခြင်းတို့ပြုလုပ်ပေးရသည်။

## INSULATION RESISTANCE (လျှပ်ကာခုခံမှု)

ရှေ့တွင် ဖော်ပြပြီးခဲ့သည့်အတိုင်း ရာဘာ၊ မိုက်ကာ၊ (Vinyl) ဗင်နိုင်းလ်၊ ကြွေထည်ပစ္စည်းများ စသည်တို့ကို လျှပ်ကူးပစ္စည်းများအတွင်း စီးဆင်းသည့် လျှပ်စီးကိုဖုံးအုပ်ကာကွယ်ပေးရန် အသုံးပြုသည်။ ထိုသို့ဖုံးအုပ်ကာကွယ် ပေးနိုင်သော ၎င်းတို့၏ ခုခံမှုကို (Insulation Resistance) လျှပ်ကာခုခံမှုဟုခေါ်ပြီး ခုခံမှုတန်ဖိုးနှင့်ပင် ဖော်ပြသည်။

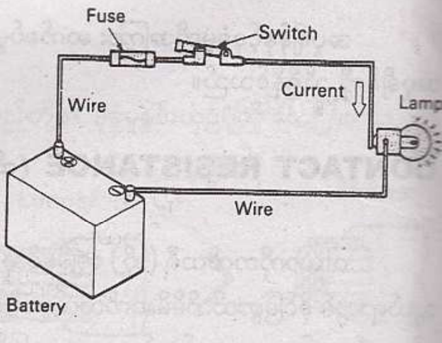



လျှပ်ကာခုခံမှုမကောင်းလျှင် လျှပ်စီးသည် လျှပ်ကူးပစ္စည်းနှင့် လျှပ်ကာပစ္စည်းအကြား စီးဆင်းသွားနိုင်ပြီး လျှပ်စစ်ယိုစိမ့်မှုဖြစ်စေသည်။ လျှပ်ကာတွင် တွယ်ကပ်နေသော အညစ်အကြေးများ၊ ရေနှင့်စိုထိုင်းမှုတို့သည် လျှပ်စစ် ယိုစိမ့်မှုဖြစ်ပေါ်စေရန် ကြားခံလျှပ်ကူးဖြစ်စေသည်။

# ELECTRICAL CIRCUITS (လျှပ်စီးပတ်လမ်းများ)

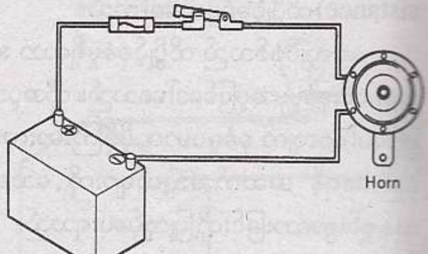
## လျှပ်စီးပတ်လမ်း၏ အခြေခံသီအိုရီ

ဖော်ပြပါပုံတွင် ဘက်ထရီ၊ ဖျူးစ်၊ (Switch) ခလုတ်နှင့် မီးသီးတို့ကို ဝါယာကြိုးများဖြင့် ဆက်သွယ်ထားသည်ကို တွေ့ရှိရမည်။ ထိုလျှပ်စီးပတ်လမ်းကို ဆက်သွယ်လိုက်သည်နှင့် လျှပ်စီးသည် ဘက်ထရီ၏ အပေါင်းငုတ်မှစတင်၍ ဝါယာ၊ ဖျူးစ်၊ ခလုတ်၊ နောက်ထပ်ဝါယာ၊ မီးသီး၊ ဝါယာတို့ကို ဖြတ်သန်း၍ ဘက်ထရီ အမငုတ်သို့ စီးဆင်းသွားမည်ဖြစ်သည်။ ထိုသို့ လျှပ်စစ်စီးဆင်းသွားရာလမ်းကြောင်း (Route) ကို (Electrical Circuit) လျှပ်စီးပတ်လမ်းဟုခေါ်သည်။



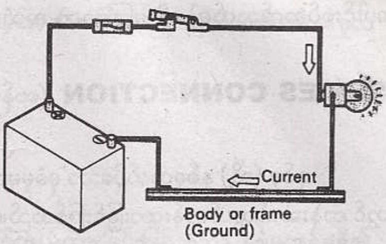

## LOAD (ဝန်)

အောက်ပါပုံတွင် လျှပ်စီးပတ်လမ်း၌ မီးလုံးနေရာတွင် ဟွန်းကို တပ်ဆင်ထားသည်။ လျှပ်စစ်အသုံးပြုသော ပစ္စည်း (မီးသီး၊ ဟွန်း၊ ရေသုတ်တံမော်တာစသည်) မှန်သမျှကို (Load) ဝန်ဟုခေါ်သည်။ လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခုတွင် Load ကို ခုခံမှုအနေဖြင့် သဘောထားသည်။



**မော်တော်ယာဉ်လျှပ်စီးပတ်လမ်း**

မော်တော်ယာဉ်များတွင် အသုံးပြုသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် ဘက်ထရီမှ အမငုတ်ကို မော်တော်ယာဉ်၏ ဖရိမ် (သို့) ဘော်ဒီနှင့် ဆက်သွယ်ထားသည်။ ထို့ကြောင့် Load တစ်ခုခုတွင် စီးသော လျှပ်စီး၏အဆုံးသတ်သည် မော်တော်ယာဉ်၏ဖရိမ် (သို့) ဘော်ဒီမှ တစ်ဆင့် ဖြတ်သန်း၍ ဘက်ထရီအမငုတ်သို့စီးဆင်းရသဖြင့် ကား၏ ဘော်ဒီ (သို့) ဖရိမ်ကို လျှပ်ကူးပစ္စည်း (Conductor) အနေဖြင့် အသုံးပြုသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် ဘော်ဒီ (သို့) ဖရိမ်ကို Ground (Earth) ဂရောင်းချထားခြင်းဖြစ်သည်။




## OHM'S LAW (အုမ်းလော)

လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခုအတွင်းသို့ ဗို့အားသက်ရောက်သောအခါ လျှပ်စစ်စီးဆင်းမှုဖြစ်သည်။ ထိုလျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်းရှိ ဗို့အား၊ လျှပ်စီးနှင့် ခုခံမှုတို့အကြား ဆက်သွယ်မှုတစ်ရပ်ရှိသည်။ ၎င်းမှာ လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်းစီးဆင်းသော လျှပ်စီးပမာဏသည် ၎င်းလျှပ်စီးပတ်လမ်းအပေါ်သက်ရောက်လျက်ရှိသော ဗို့အားနှင့် တိုက်ရိုက်အချိုးကျ ပြောင်းလဲပြီး ၎င်းဖြတ်သန်းစီးဆင်းရသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်းရှိ ခုခံမှုပမာဏနှင့်မူပြောင်းပြန်အချိုးကျ ပြောင်းလဲလျက်ရှိသည်။ ထိုဆက်သွယ်ချက်ကို (Ohm's Law) အုမ်းလောဟုခေါ်ဆိုခြင်းဖြစ်ပြီး အောက်ပါညီမျှခြင်းဖြင့် ဖော်ပြနိုင်သည်။

$$I = \frac{V}{R} \text{ (သို့) } A = \frac{V}{\Omega}$$

$$\text{Current} = \frac{\text{Voltage}}{\text{Resistance}}$$

$$\text{လျှပ်စီးကြောင်းပမာဏ (A)} = \frac{\text{ဗို့အား (V)}}{\text{ခုခံမှုပမာဏ (R)}}$$

အထက်ပါအုမ်းလောတွင် ဗို့ (V)၊ လျှပ်စီး (I) နှင့် ခုခံမှု (R) ဟူ၍ရှိရာ ထိုသုံးမျိုးအနက်မှ နှစ်ခု၏ တန်ဖိုးကို သိရှိပါက ကျန်တစ်ခု၏ တန်ဖိုးကို ရှာယူရရှိနိုင်သည်။

## ခုခံမှု (RESISTANCE) များကိုဆက်သွယ်ခြင်း

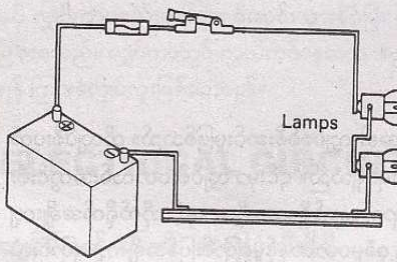
လျှပ်စီးပတ်လမ်းများကို များသောအားဖြင့် တစ်ခုထက်ပိုသောခုခံမှု (သို့) (Load) ဝန်တို့ဖြင့် ပေါင်းစပ်ဖွဲ့စည်းထားလေ့ရှိသည်။ ခုခံမှုများကို ဆက်သွယ်ပုံသုံးမျိုးရှိရာ ထိုနည်းသုံးနည်းထဲမှ တစ်နည်းနှင့် ဆက်သွယ်ထားခြင်းဖြစ်သည်။ ထိုသုံးနည်းမှာ –

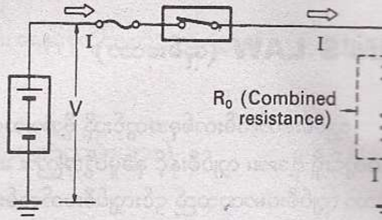
(a) Series Connection (တန်းဆက်ဆက်သွယ်မှု)
(b) Parallel Connection (အပြိုင်ဆက်သွယ်မှု)
(c) Series-parallel Connection (တန်းဆက်နှင့်အပြိုင်ပေါင်းစပ်ဆက်သွယ်မှု) တို့ဖြစ်သည်။

ခုခံမှုများဖြင့် စုပေါင်းဆက်သွယ်ထားသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခုအတွင်းရှိ စုစုပေါင်းခုခံမှုတန် Combined Resistance ဟုခေါ်သည်။ မော်တော်ယာဉ်များတွင် Series-Parallel Connection (တန်းဆက်နှင့် ပေါင်းစပ်ဆက်သွယ်မှု) ကို မကြာခဏ အသုံးပြုထားလေ့ရှိသည်။

## SERIES CONNECTION (တန်းဆက်ဆက်သွယ်မှု)

နှစ်ခု (သို့) နှစ်ခုထက်ပိုသော ခုခံမှုများကို အောက်ပါဖော်ပြပါပုံအတိုင်း လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ကြောင်း တွင် တန်းဆက်သွယ်တန်းထားခြင်းဖြစ်သည်။ ၎င်းတွင် လျှပ်စီး I သည် လမ်းကြောင်းတစ်ခုတည်းမှသာ စီးဆ လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်း မည်သည့်နေရာ၌မဆို I (လျှပ်စီး) တန်ဖိုးတူညီသည်။



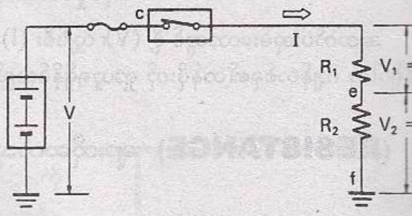

စုစုပေါင်းခုခံမှု (Combined Resistance) Ro တန်ဖိုးမှာ တန်းဆက်ခုခံမှုများ၏ ပေါင်းလဒ် ($R_1$ + နှင့် တူညီသည်။

$$Ro = R_1 + R_2$$

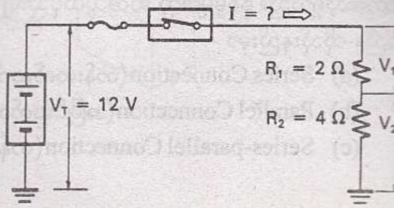
ထို့ကြောင့် လျှပ်စီးတန်ဖိုးမှာ

$$I = \frac{V}{Ro} = \frac{V}{R_1 + R_2}$$ ဖြစ်သည်။

## VOLTAGE DROP (ဗို့အားလျော့ကျမှု)




လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခုအတွင်း လျှပ်စီးတစ်ခုစီးဆင်းသောအခါ လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်းရှိ ခုခံမှုသည် ၎င်းကို ဖြတ်စီးသွားသည့် ဗို့အားကိုလျော့ကျစေသည်။ ၎င်းခုခံမှု၏ တစ်ဘက်စီအတွင်း ခြားနားလျက်ရှိနေသော ဗို့အားတန်ဖိုးကို ထိုခုခံမှုကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သော ဗို့အားကျဆင်းမှု (Volt Drop) ဟုခေါ်သည်။ အောက်ဖော်ပြပါ လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်း လျှပ်စီး (I) ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသည့်အခါ သက်ဆိုင်ရာခုခံမှုများ ($R_1$, $R_2$) အလိုက်ဖြစ်ပေါ်သော ဗို့အားကျဆင်းမှုများကို အုမ်းလောကို အသုံးပြု၍ အောက်ပါအတိုင်းတွက်ယူနိုင်သည်။



$V_1 = R_1 \times I$ ( $R_1$ ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သော ဗို့အားကျဆင်းမှု)

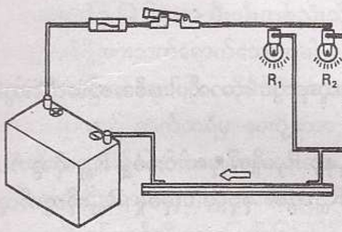
$V_2 = R_2 \times I$ ( $R_2$ ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သော ဗို့အားကျဆင်းမှု)

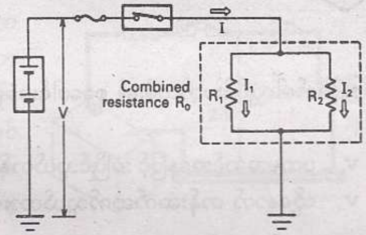
ခုခံမှုအသီးသီးကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သော ဗို့အားကျဆင်း မှုများ၏ ပေါင်းလဒ်တန်ဖိုးသည် လျှပ်စီးပတ်လမ်း၏ မူလဗို့အားနှင့် တူညီသည်။

$V_1 + V_2 = V$

## PARALLEL CONNECTION (အပြိုင်ဆက်သွယ်မှု)

နှစ်ခု (သို့) နှစ်ခုထက်ပိုသော ခုခံမှုများကို ပုံပါအတိုင်းဆက်သွယ်ထားခြင်းဖြစ်သည်။ ခုခံမှုတစ်ခုစီ၏ တစ်ဖက်စီတို့သည် ဘက်ထရီ၏ အမဘက်တွင်လည်းကောင်း၊ အဖိုဘက်တွင်လည်းကောင်း၊ တစ်ဖက်တည်း (တစ်စတည်း) အဖြစ်ဆက်သွယ်ထားသည်။ ခုခံမှုတစ်ခုစီတို့သည် ဘက်ထရီမှပေးပို့သော ဗို့အားအတိုင်း ညီတူစွာ ရရှိကြသည်။




အပြိုင်ဆက်သွယ်မှုတွင် စုစုပေါင်းခုခံမှု $R_0$ ကို အောက်ပါအတိုင်းတွက်ယူနိုင်သည်။

$$R_0 = \frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

အပြိုင်ဆက်သွယ်မှုတွင် စီးဆင်းသော စုပေါင်းလျှပ်စီးတန်ဖိုး I ကို အုမ်းလော အသုံးပြု၍ အောက်ပါအတိုင်း တွက်ယူနိုင်သည်။

$$I = \frac{V}{R_0}$$

$$= V\,\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$$

စုစုပေါင်းလျှပ်စီး I သည် ခုခံမှုတစ်ခုစီတွင် ဖြတ်စီးသွားသော လျှပ်စီးတန်ဖိုးများ၏ ပေါင်းလဒ်နှင့်တူညီသည်။

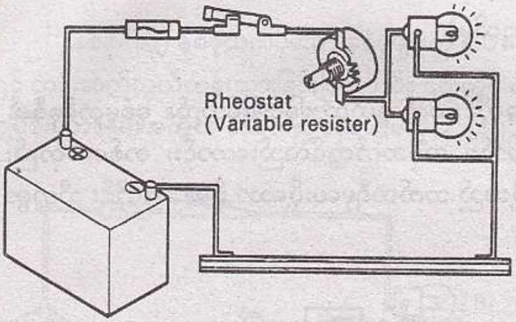
$$I = I_1 + I_2$$

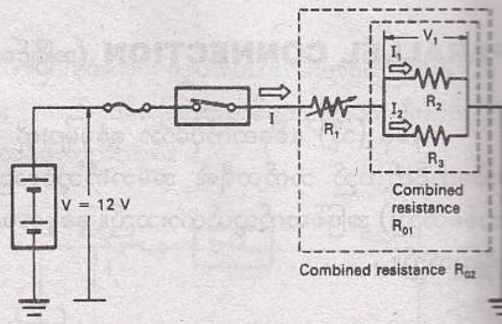
ဘက်ထရီဗို့အားသည် ခုခံမှု $R_1$ နှင့် $R_2$ တို့အပေါ်တွင် တူညီစွာ သက်ရောက်သောကြောင့် အုမ်းလောကိုအသုံးပြု၍ ၎င်းတို့တစ်ခုစီတွင် စီးဆင်းသော လျှပ်စီးပမာဏ ($I_1, I_2$) ကို တွက်ယူနိုင်သည်။

$$I_1 = \frac{V}{R_1}, I_2 = \frac{V}{R_2}$$

## SERIES-PARALLEL CONNECTION (တန်းဆက်နှင့်အပြိုင်ပေါင်းစပ်ဆက်သွယ်မှု)

အောက်ဖော်ပြပါပုံအတိုင်း ဆက်သွယ်မှုကို ခေါ်ဆိုသည်။ ၎င်းတွင် တန်းဆက်ဆက်သွယ်မှုနှင့် အပြိုင်ဆက်သွယ်မှုကို ပေါင်းစပ်ဆက်သွယ်ခြင်းဖြစ်သည်။




အထက်ပါလျှပ်စီးပတ်လမ်း၏ စုစုပေါင်းခုခံမှု $R_{02}$ ကို တွက်ယူရာတွင် အောက်ပါအစီအစဉ်အတိုင်းတွက်ယူရမည်။

- v ပထမအဆင့်အနေဖြင့် အပြိုင်သွယ်တန်းမှုဖြစ်သော $R_2$ နှင့် $R_3$ တို့၏ စုပေါင်းခုခံမှု $R_{01}$ ကိုတွက်ယူပါ
- v ထို့နောက် တန်းဆက်ဆက်သွယ်ထားသော $R_1$ နှင့် $R_{01}$ တို့၏ စုစုပေါင်းခုခံမှု $R_{02}$ ကိုတွက်ယူပါ။

$$R_{01} = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3}$$

$$R_{02} = R_1 + R_{01} = R_1 + \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3}$$

အုမ်းလောကို အသုံးပြု၍ စုစုပေါင်းလျှပ်စီး I ကို အောက်ပါအတိုင်းရှာယူနိုင်သည်။

$$I = \frac{V}{R_{02}} = \frac{V}{R_1 + \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3}}$$

$R_2$ နှင့် $R_3$ တို့တွင် တူညီစွာ သက်ရောက်လျက်ရှိသော ဗို့အား $V_1$ ကို အောက်ပါအတိုင်း တွက်ယူနိုင်သည်

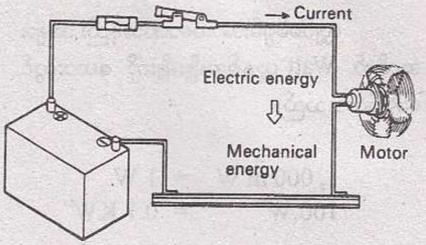
$$V_1 = R_{01} \times I = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} \times I$$

### လျှပ်စစ်စွမ်းအားနှင့်အလုပ်

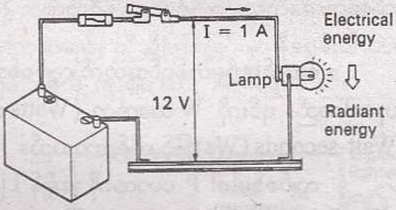
လုပ်ဆောင်ချက်တစ်ခုအတွက် ပေးရသော စွမ်းအင် (လျှပ်စစ်စွမ်းအင် (သို့) အခြားစွမ်းအင်) ကို အလုပ်ဟုခေါ်ဆိုသည်။ ပါဝါ (စွမ်းအား) ဆိုသည်မှာ အချိန်ပမာဏတစ်ခုအတွင်း ပြီးမြောက်သော အလုပ်ပမာဏကိုခေါ်သည်။ ဥပမာအားဖြင့် 10 Kg အလေးချိန်ရှိသော ပစ္စည်းတစ်ခုကို 2 မီတာ ရွေ့သွားစေသော စွမ်းအင် (သို့) အလုပ်မှာ 2

Kg-m (10 Kg × 2 meters) ဖြစ်သည်။ အကယ်၍ ထိုအလုပ်သည် တစ်စက္ကန့်အတွင်းပြီးမြောက်သည်ဆိုပါက အလုပ်လုပ်နိုင်သောနှုန်း (သို့) စွမ်းအား (Power) မှာ 20 Kg-m/s (Kilogram meters per second) ဖြစ်သည်။

**လျှပ်စစ်စွမ်းအား**




လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခုအတွင်းသို့ လျှပ်စစ်စီးဆင်းသည့်အခါ လျှပ်စစ်စွမ်းအင်မှ အပူစွမ်းအင်သို့လည်းကောင်း အလင်းစွမ်းအင်သို့လည်းကောင်း၊ စက်မှုစွမ်းအင်သို့လည်းကောင်း စသည်ဖြင့် အသုံးပြုလိုရာသို့ပြောင်းလဲသွားသည်။ ဥပမာ လျှပ်စစ်ပန်ကာတစ်ခုသို့ ဗို့အားသက်ရောက်သောအခါ ပန်ကာစတင်လည်ပတ်သွားခြင်းသည် လျှပ်စစ်စွမ်းအင်မှ စက်မှုစွမ်းအင်သို့ ကူးပြောင်းသွားခြင်းဖြစ်သည်။




ခုခံမှု 12 Ω ရှိသော မီးသီးတစ်လုံးသို့ 12 V ပမာဏရှိသော လျှပ်စစ်ဗို့အားသက်ရောက်သောအခါ 1 A ပမာဏရှိသော လျှပ်စီးပမာဏစီးဆင်းသွားပြီး ထိုမီးသီးမှာ လင်းလာပေမည်။ ထိုအခြင်းအရာသည် ဘက်ထရီမှ ပေးပို့သော လျှပ်စစ်စွမ်းအင်သည် မီးသီးအတွင်းရှိဝါယာအမျှင်ကလေးအား အပူစွမ်းအင်ဖြစ်ပေါ်စေပြီး အလင်းရောင် ထုတ်လွှတ်စေသဖြင့် လျှပ်စစ်စွမ်းအင်မှ အပူနှင့် အလင်းစွမ်းအင်သို့ ကူးပြောင်းခြင်းဖြစ်သည်။

တစ်ယူနစ်အချိန် (ဥပမာ–တစ်စက္ကန့်) အတွင်း လျှပ်စစ်စွမ်းအင်အားဖြင့် ပြီးမြောက်စေသော အလုပ်ပမာဏကို လျှပ်စစ်ပါဝါ (Electric Power) ဟုခေါ်သည်။ လျှပ်စစ်ပါဝါကို သင်္ကေတ (P) ဖြင့် ကိုယ်စားပြုဖော်ပြပြီး (Watt) ဝပ်ဖြင့်တိုင်းတာသည်။

ဥပမာ – မီးသီးတစ်လုံးသို့ လျှပ်စီး I စီးဆင်းစေရန် ဘက်ထရီဗို့အား V ကို သက်ရောက်စေပါက အသုံးပြုသော လျှပ်စစ်ပါဝါ (P) ကို အောက်ပါအတိုင်းဖော်ပြနိုင်သည်။

$P = V \times I$

One Watt (1 W) ဆိုသော အဓိပ္ပါယ်မှာ 1 V အသုံးပြုထားသော မီးသီးတစ်လုံး (သို့) (ခုခံမှုတစ်ခု) အတွင်း 1 A လျှပ်စီး (သို့) (One Coulomb Per Second) စီးဆင်းသွားစေသော လျှပ်စစ်ပါဝါတန်ဖိုးပင်ဖြစ်သည်။ အထက် ဖော်ပြပါ ဥပမာပုံတွင် လျှပ်စစ်ပါဝါ (P) ၏ တန်ဖိုးပမာဏ Watt ကို အောက်ပါအတိုင်း တွက်ယူနိုင်သည်။

$P = V \times I$

$P = 12 \times 1 = 12\ W$

$P = V \times I$ ညီမျှခြင်းတွင် $V = R \times I$ (အုမ်းလောမှ) ကို အစားထိုးပါက

$P = R \times I^2$ (I နှင့် R တန်ဖိုးသိပါက P ကို တွက်ယူနိုင်) ဟူ၍လည်းကောင်း

$P = V \times I$ တွင် $I = \frac{V}{R}$ ကို အစားထိုးပါက

$P = \frac{V^2}{R}$ (V နှင့် R တန်ဖိုး သိပါက P ကို တွက်ယူနိုင်) ဟူ၍လည်းကောင်း ဖော်ပြတွက်ယူနိုင်သည်။

ဥပမာ – မီးသီး၏ ခုခံမှုမှာ 12 Ω ဖြစ်ပြီး 2 A လျှပ်စီး စီးဆင်းလျှင်

$P = R \times I^2$

$P = 12 \times 2^2 = 48$ W ဖြစ်သည်။

ဥပမာ – မီးသီး၏ခုခံမှုမှာ 3 Ω ဖြစ်ပြီး 12 V အသုံးပြုထားပါက

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{12^2}{3} = 48 \text{ W}$$ ဖြစ်သည်။

လျှပ်စစ်စွမ်းအားပမာဏအနည်း အများအလိုက် Watt ယူနစ်အမျိုးမျိုးကို ဇယားတွင် ဖော်ပြထားသည်။

| | BASIC UNIT | UNIT FOR VERY SMALL VALUES | UNITS FOR VERY LARGE VALUES | |
|---|---|---|---|---|
| SYMBOL | W | mW | kW | MW |
| PRONOUNCED AS | WATT | MILLIWATT | KILOWATT | MEGAWAT |
| MULTIPLIER | 1 | $1 \times 10^{-3}$ | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ |

1, 000 m W = 1 W
100 W = 0.1 KW

**လျှပ်စစ်အလုပ်**

ဆောင်ရွက်မှုတစ်ရပ်အတွက် လျှပ်စစ်အားဖြင့် လုပ်ဆောင်သော စုစုပေါင်းအလုပ်ပမာဏကို လျှပ်စစ်အလု ဟုခေါ်သည်။ ၎င်းကို W သင်္ကေတ (Watts အတွက် အသုံးပြုသော W နှင့် မတူညီပါ) ဖြင့် ဖော်ပြပြီး ၎င်း Watt-seconds (Ws) ဖြင့် တိုင်းတာသည်။

လျှပ်စစ်ပါဝါ P ပမာဏကို အချိန် t ကြာအောင် အသုံးပြုထားသည်ဆိုပါက အသုံးပြုလိုက်သော လျှပ် စွမ်းအင် (သို့) လျှပ်စစ်အလုပ် စုစုပေါင်းပမာဏမှာ–

$W = P \times t$ ဖြစ်သည်။

P သည် $(V \times I)$ ဖြစ်၍

$W = V \times I \times t$ ဖြစ်သည်။

ဥပမာ – 12 W ရှိသော မီးလုံးတစ်လုံးကို 10 Seconds အကြာထွန်းလင်းစေသည်ဆိုပါက ၎င်းမီးလုံးလင် စေရန် အသုံးပြုရသော လျှပ်စစ်စွမ်းအင် (သို့) အလုပ်စုစုပေါင်းမှာ –

$W = P \times t$

$W = 12 \times 10 = 120$ Ws ဖြစ်သည်။

ဥပမာ – 12 V ဘက်ထရီအသုံးပြုထားသော မီးသီးတစ်လုံးသည် 2 A လျှပ်စီးစီးဆင်းလျက် 5 minute အကြာမီးလင်းသည်ဆိုပါက

$W = V \times I \times t$

$= 12 \times 2 \times 60 \times 5$

$= 7{,}200$ Ws ဖြစ်သည်။

Ws အပြင် အခြားသော အောက်ပါယူနစ်များကိုလည်း လျှပ်စစ်စွမ်းအင်ကို တိုင်းတာဖော်ပြရန် အသုံးပြုသည်

**Wh (Watt - hour)**

လျှပ်စစ်စွမ်းအား 1 W ကို 1 Hour (တစ်နာရီ) ကြာအသုံးပြုသည်နှင့် ညီမျှသော လျှပ်စစ်အလုပ် (သို့) လျှပ်စစ်စွမ်းအင်

**KWh (Kilowatt - hour)**

လျှပ်စစ်စွမ်းအား One Kilowatt ကို တစ်နာရီကြာအသုံးပြုသည်နှင့် ညီမျှသော လျှပ်စစ်စွမ်းအင် (ဤယူ နစ်သည် လစဉ်မီးအားခ တောင်းခံလွှာတွင်ပါရှိသော ယူနစ်ပင်ဖြစ်သည်။)

# ACTION OF ELECTRIC CURRENT (လျှပ်စီး၏လုပ်ဆောင်ချက်များ)

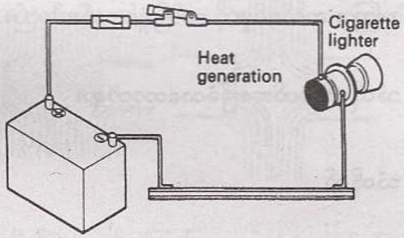
လျှပ်စစ်ပတ်လမ်း (သို့) လျှပ်စစ်စီးပျော်ရည်အတွင်း လျှပ်စစ်စီးကြောင်းစီးဆင်းပါက အောက်ပါလုပ်ဆောင်ချက်များနှင့် ပတ်သက်၍ ဖြစ်ပေါ်သည်။

(a) အပူထုတ်လုပ်မှု
(b) သံလိုက်ဓာတ်ဖြစ်ပေါ်မှု
(c) ဓာတုပြောင်းလဲမှု

## လျှပ်စစ်စီးကြောင်းကြောင့် အပူဖြစ်ပေါ်မှု

### အပူထုတ်လုပ်မှု

မော်တော်ယာဉ်တွင် ပါရှိသည့် စီးကရက်မီးညှိကိရိယာသို့ ဘက်ထရီမှ လျှပ်စစ်ဖို့အားသက်ရောက်စေသောအခါ ၎င်းကိရိယာရှိ နီခရုန်းဝါယာကွိုင်တွင် အပူဖြစ်ပေါ်ကာ နီရဲလာပေမည်။ ထိုသို့ဖြစ်ရခြင်းမှာ နီခရုမ်းဝါယာ၏ ခုခံမှုသည် စီးဝင်လာသော လျှပ်စစ်စွမ်းအင်ကို အသုံးပြုပြီး အပူစွမ်းအင်သို့ ကူးပြောင်းသွားခြင်းဖြစ်သည်။




အသုံးပြုသော လျှပ်စစ်စွမ်းအင်ကို ဖော်ပြရန် Joule ဟုခေါ်သော ယူနစ်ကို များစွာအသုံးပြုသည်။ One Joule သည် 1 Ws နှင့် ညီမျှပြီး J ဟူသော သင်္ကေတဖြင့် ဖော်ပြသည်။ တစ်နည်းဆိုရလျှင် 1 Ω ရှိသော ခုခံမှုတစ်ခုအတွင်း လျှပ်စီး 1 A သည် One Second အတွင်းစီးဆင်းသွားစေရန်မှာ One Joule (1 J) ပမာဏရှိသော လျှပ်စစ်စွမ်းအင်ကို အသုံးပြုရသည်။ ထို့ကြောင့် 1 W ပမာဏရှိသော လျှပ်စစ်စွမ်းအား (ပါဝါ) သည် One Second အတွင်း One J ပမာဏရှိ အလုပ်စွမ်းအင်ကို ပြုလုပ်သည်။

ဥပမာ – ဖို့အား 12 V မှ လျှပ်စီး 6 A ကို 20 Seconds အတွင်း စီးဆင်းလျှင် ဖြစ်ပေါ်သောလျှပ်စစ်စွမ်းအင်ကို အောက်ပါအတိုင်းတွက်ယူနိုင်သည်။

$$W = V \times I \times t$$
$$= 12 \times 6 \times 20 = 1,440 \text{ Ws} = 1,440 \text{ J}$$

အပူစွမ်းအင်ကို Calorie (cal) ဖြင့် တိုင်းတာပြီး သင်္ကေတ H ဖြင့် ဖော်ပြသည်။ လျှပ်စစ်စွမ်းအင်နှင့် အပူစွမ်းအင် Calorie တို့အကြား ဆက်သွယ်မှုမှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်သည်။

$$1 \text{ J} = 0.24 \text{ Cal}$$

ဆိုလိုသည်မှာ လျှပ်စစ်စွမ်းအင် (အလုပ်) 1 J သည် အပူစွမ်းအင်အဖြစ်သို့ အလုံးစုံကူးပြောင်းခြင်းဖြစ်ပါက အပူစွမ်းအင် 0.24 Cal ပမာဏသို့ အနီးစပ်ဆုံးရရှိမည်ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် လျှပ်စစ်စွမ်းအင် W (သို့) Ws (သို့) (P × t) ကို အပူစွမ်းအင် (H) သို့ ကူးပြောင်းရာ၌ အောက်ပါအတိုင်းဖော်ပြနိုင်သည်။

$$H = 0.24 \text{ W (Not Watt)}$$
$$= 0.24 P \times t$$
$$= 0.24 V \times I \times t$$
$$= 0.24 R \times I^2 \times t$$

၎င်းဆက်သွယ်ချက်ကို Joule's Law (ဂျိုးလ်လော) ဟုခေါ်ပြီး ခုခံမှုကို လျှပ်စီးဖြတ်စီးစဉ်ဖြစ်ပေါ်သော အပူကို Joule Heat ဟုခေါ်သည်။

အထက်ဖော်ပြပြီး ဥပမာရှိ 12 V, 6 A နှင့် 20 s အတွင်းဖြစ်ပေါ်သော လျှပ်စစ်စွမ်းအင် 1440 J နှင့် ညီမျှသော အပူပမာဏ H ၏ တန်ဖိုးမှာ

$H = 0.24\ W$

$= 0.24 \times 1440 = 345.6$ Cal ဖြစ်သည်။

ဥပမာ – 55 Watt (55 W) ရှိသော ကားရှေ့မီးသီးအကြီး၌ 12 V ဘက်ထရီအသုံးပြု၍ 30 Minutes ကြာထွန်းလင်းစေလျှင် ဖြစ်ပေါ်သော အပူစွမ်းအင် H မှာ

$H = 0.24\ W$

$= 0.24 \times 55 \times 30 \times 60$

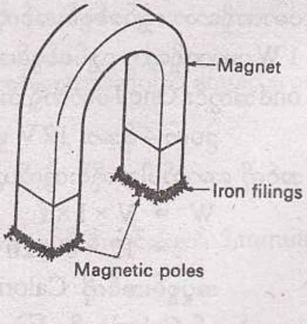
$= 23{,}760$ Cal ဖြစ်သည်။

## လျှပ်စစ်စီးကြောင်းကြောင့် သံလိုက်ဓာတ်ဖြစ်ပေါ်မှု

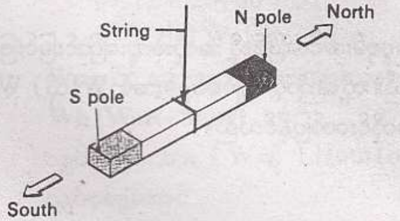
လျှပ်စစ်၏ အကျိုးသက်ရောက်မှုများအနက်မှ အရေးပါလှသော ဆောင်ရွက်မှုတစ်ခုမှာ သံလိုက်ဓာတ်ဖန်တီးပေးခြင်းပင်ဖြစ်သည်။ ဤနေရာတွင် သံလိုက်ဓာတ်၏ အခြေခံသဘောတရားနှင့် သံလိုက်ဓာတ်နှင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်တို့အကြား ဆက်စပ်မှုကို ဖော်ပြရှင်းလင်းပါမည်။

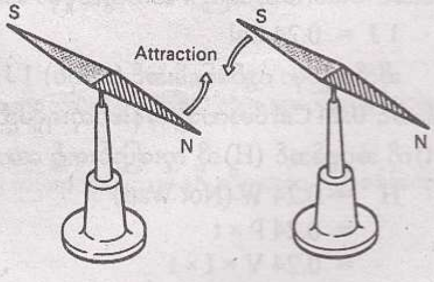
### သံလိုက်ဓာတ်အခြေခံသဘောတရား

#### သံလိုက်




သံလိုက်တစ်ခု၏ ဘေးပတ်လည်၌ သံလိုက်ဓာတ်ရှိသည်ကို သိရှိကြပေမည်။ သံလိုက်ဓာတ်သည် သံနှင့်သံပါသော ပစ္စည်းများကို ဆွဲငင်သောသတ္တိရှိသည်။ သံလိုက်တစ်ခု၏ သံလိုက်ဓာတ်အများဆုံးရှိသောအပိုင်းကို ဝင်ရိုးစွန်း (Pole) ဟုခေါ်သည်။ ပုံပါမြင်းခွာပုံသံလိုက်ရှိ သံလိုက်ဝင်ရိုးစွန်းများတွင် သံမှုန်များစွာ ကပ်တွယ်လျက် အလယ်အပိုင်း (အကွေး) နေရာ၌ သံမှုန်ကပ်ငြိခြင်း မရှိသည်ကို သိမြင်သာပေမည်။



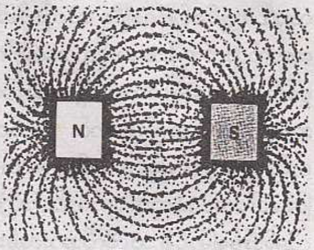




ပုံပါအတိုင်း သံလိုက်ချောင်းတစ်ခုကို အလယ်တည့်တည့်မှ ကြိုးတစ်ခုဖြင့် ဆွဲထားလျှင် သံလိုက်ချောင်းသည် တောင်နှင့်မြောက် တန်းလျက်တည်ရှိနေသည်ကို တွေ့ရမည်။ မြောက်ဘက်သို့ ညွှန်လျက်ရှိ သော အပိုင်းကို North

Pole (မြောက်ဝင်ရိုးစွန်း) ဟုခေါ်ပြီး တောင်ဘက်သို့ ညွှန်လျက်ရှိသော အပိုင်းကို South Pole (တောင်ဝင်ရိုးစွန်း) ဟုခေါ် သည်။ သံလိုက်တစ်ခုတွင် တောင်ဝင်ရိုးစွန်းနှင့် မြောက်ဝင်ရိုးစွန်း အမြဲ တမ်းပါရှိသည်။

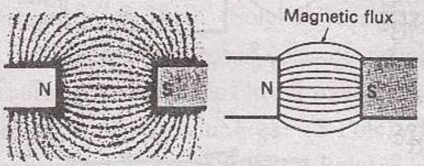
ပုံအတိုင်း ထိပ်ချွန်သံလိုက်အိမ်မြှောင်ကလေးများတွင် မတူညီသော ဝင်ရိုးစွန်းများအချင်းချင်း ဆွဲငင်လျက်ရှိပြီး တူညီ သော ဝင်ရိုးစွန်းများအကြား တစ်ခုနှင့်တစ်ခု တွန်းကန်အားသတ္တိ ရှိသည်ကို တွေ့ရမည်။ ယင်းသို့ ဆွဲငင်သော၊ တွန်းကန်သော အားများကိုပင် သံလိုက်အားများဟုခေါ်ဆိုခြင်းဖြစ်သည်။

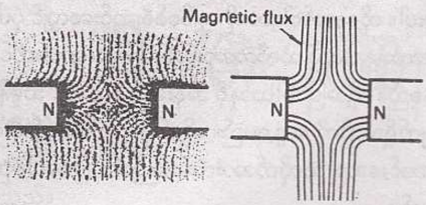
## သံလိုက်စက်ကွင်းနှင့်သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများ




ပုံပါအတိုင်း မှန်ချပ်တစ်ခု၏ အောက်ဘက်တွင် မြင်းခွာပုံ သံလိုက် ထားရှိပြီး မှန်ချပ်ပေါ်တွင် သံလိုက်မှုန်ကလေးများ ဖြန့်ဖြူးလျက်ထားရှိပေးပါက သံမှုန်ကလေးများသည် သံလိုက်ဝင်ရိုးနှစ်ခုအကြား သက်ရောက်လျက်ရှိသော သံလိုက် အားလမ်းကြောင်းအရ ပုံပါအတိုင်းတည်ရှိနေသည်ကို တွေ့ရမည်။

တစ်ဖက်ပါပုံတွင် သံမှုန်နည်းသော (မထင်ရှားသော) လမ်းကြောင်း များကို သံလိုက်အားလမ်းများ (သို့) Mangnetic Flux ဟုခေါ်သည်။ ထိုလမ်းကြောင်းများသည် သံမှုန်များ နည်းပါးသောကြောင့် မထင်ရှားသော် လည်း သံလိုက်ဝင်ရိုးစွန်းများအကြား တည်ရှိနေသည်။



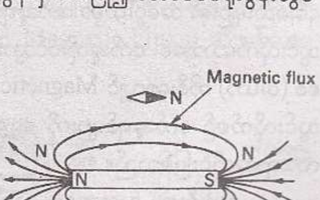




မတူညီသော ဝင်ရိုးစွန်းများအကြား ဆွဲငင်လျက်ရှိသော သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများ၏ ပုံသဏ္ဍာန်နှင့် တူညီသော ဝင်ရိုးစွန်းများအကြား တွန်းကန်လျက်ရှိသော သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများ၏ ပုံသဏ္ဍာန်များကွဲပြားပုံကို အထက်ပါပုံနှစ်ပုံကို ကြည့်ခြင်းဖြင့် သိနိုင်သည်။

## သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများတွင် ဂုဏ်သတ္တိများရှိသည်

(a) Magnetic Flux သည် သံလိုက်၏ (သို့) သံလိုက်များ၏ မြောက်ဝင်ရိုးစွန်းမှ အစပြု၍ တောင်ဝင်ရိုးစွန်းတွင် အဆုံးသတ်သည်။

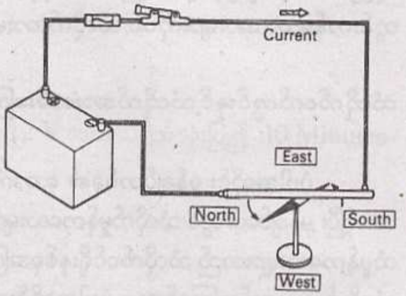
(b) Magnetic Flux ၏ လားရာသည် ၎င်းသံလိုက်အား လမ်းကြောင်းများ အကြားထားရှိပေးသော သံလိုက်အိမ်မြှောင်၏ လားရာအတိုင်းပင်ဖြစ် သည်။



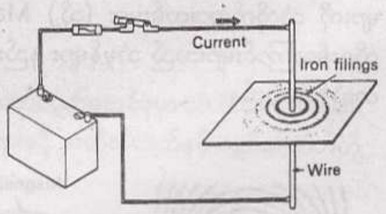

(c) Magnetic Flux ရှိ သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများသည် တိုနိုင်သမျှ တိုစေရန် သူတို့ဘာသာသူတို့ ဖန်တီးလျက်ရှိပြီး တောင်မြောက်ဝင်ရိုးနှင့် ပြိုင်နိုင်သမျှပြိုင်ရန်လည်းကောင်း၊ နီးနိုင်သမျှနီးရန်လည်းကောင်း တည် လျက်ရှိကြသည်။ တစ်ချိန်တည်းမှာပင် ၎င်းတို့နှင့်လားရာတူညီသည့် အခြား သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများကို

တွန်းကန်လျက်ရှိသည်ဖြစ်ရာ မျဉ်းကွေးသဏ္ဍာန် သံလိုက်အားလမ်း၏ အပြင်ဘက်သို့ တောင်မြောက်ဝင်ရိုးမှ လိုအပ်သလောက် ဖယ်ခွာနေကြသည်။

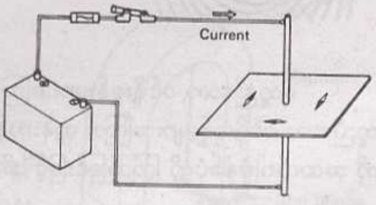
## လျှပ်စီးကြောင်းနှင့် သံလိုက်သဘောတရား




ပုံပါအတိုင်း ဝါယာတစ်ချောင်းကို မြောက်နှင့်တောင်သို့ ညွှန်လျက် လျှပ်စစ်စီးစေပြီး သံလိုက်အိမ်မြှောင်တစ်ခုကို ဝါယာ၏ အောက်ဘက်အနီးအနား၌ထားပေးပါက အိမ်မြှောင်၏ မြောက်ဝင်ရိုးစွန်းသည် အနောက်ဘက်သို့ လည်းကောင်း၊ တောင်ဝင်ရိုးစွန်းသည် အရှေ့ဘက်သို့လည်းကောင်း လည်လျက်ရွေ့သွားသည်ကို တွေ့ရမည်။ ဤသို့ဖြစ်ရခြင်းမှာ ဝါယာဘေးပတ်လည်တွင် လျှပ်စီးကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သော သံလိုက်စက်ကွင်း (သို့) သံလိုက်အားလမ်းများနှင့် သံလိုက်အိမ်မြှောင်ရှိ သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းတို့ အချင်းချင်းအကျိုးသက်ရောက်မှု (တွန်းကန်၊ ဆွဲငင်) ရှိကြသောကြောင့်ဖြစ်သည်။

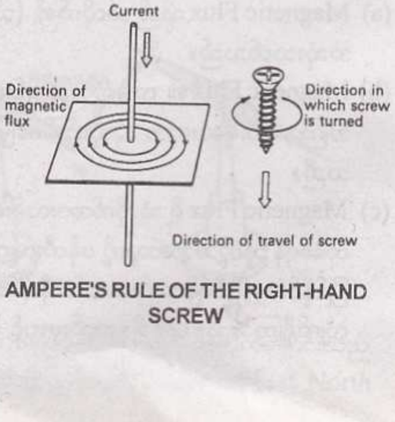



ဤအချင်းအရာကို ပိုမိုသိသာနိုင်စေရန် ပုံပါအတိုင်း ဝါယာကို စက္ကူကဒ်တစ်ခုကို ဖောက်လျက် စက္ကူကဒ်ပေါ်တွင် သံမှုန်များဖြူးထားပေးပါ။ ထို့နောက်ဝါယာကို လျှပ်စစ်စီးဆင်းစေလျှင် ပုံပါအတိုင်း သံမှုန်ကလေးများသည် သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများအတိုင်း ပုံသဏ္ဍာန်ဖြစ်နေမည်။ ထို့အပြင်ဝါယာနှင့် အနီးဆုံးနေရာတွင် သံမှုန်များ ပိုမိုစုစည်းလျက်ရှိသည်ကို တွေ့ရမည်။ ထို့ကြောင့် ဝါယာနှင့် နီးလျက်ပိုမိုအားကောင်းသော သံလိုက်အားလမ်းကြောင်း ဖြစ်ပေါ်မည်ကို သိရှိနိုင်သည်။



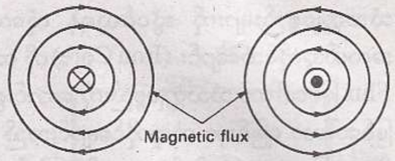

လျှပ်စစ်စီးဆင်းနေစဉ် ပုံရှိ စက္ကူပြားအပေါ်တွင် သံလိုက်အိမ်မြှောင်ငယ်ကလေးများကို တင်လျက်ထားရှိလိုက်လျှင် ၎င်းအိမ်မြှောင်ကလေးများ၏ လားရာကို ပုံပါအတိုင်းတွေ့ရမည်။ ၎င်းတို့၏ လားရာကို ကြည့်၍ Magnetic Flux ၏ လားရာကို သိနိုင်သည်။

လျှပ်စီး၏ လားရာဦးတည်ဘက်နှင့် Magnetic Flux ၏ လားရာကို " လက်ယာရစ်ဝက်အူအမ်ပီယာစည်းမျဉ်း " "Ampere's Rule of the Right-Hand Screw" ဖြင့် ဖော်ပြနိုင်သည်။ ၎င်းစည်းမျဉ်း၏ အဓိပ္ပါယ်မှာ ဝက်အူရစ်များကို လက်ယာရစ်လှည့်သွင်းလိုက်သောအခါ ဝက်အူတိုးဝင်သွားသော လားရာအတိုင်း လျှပ်စစ် (ဝါယာ) ကိုစီးစေလျှင် Magnetic Flux ၏ လားရာမှာ လှည့်သွင်းလိုက်စဉ် ဝက်အူရစ်များကို ရွေ့လျားသွားစေသော အား၏ လားရာအတိုင်းဖြစ်သည်။

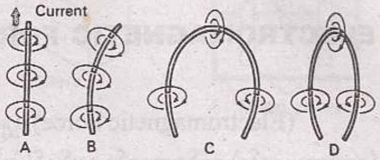



AMPERE'S RULE OF THE RIGHT-HAND SCREW

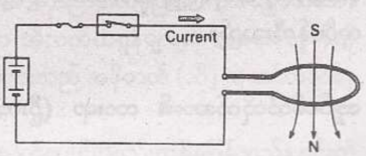
လျှပ်စီး၏ လားရာနှင့် သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများ (Magnetic Flux) ၏ လားရာတို့၏ ဆက်သွယ်မှုကို ပုံအားဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။




ပုံတွင် ⊗ သင်္ကေတမှာ ဝါယာ၏ ထိပ်ဝဖြတ်ပိုင်းပုံဖြစ်ပြီး စာဖတ်သူနှင့် ဝေးရာတူရှုသို့သွားသော လျှပ်စစ်၏ လားရာကို ဖော်ပြပြီး ⊙ သင်္ကေတမှာ စာဖတ်သူရှိရာသို့လာသော လျှပ်စီး၏လားရာကို ဖော်ညွှန်းသည်။

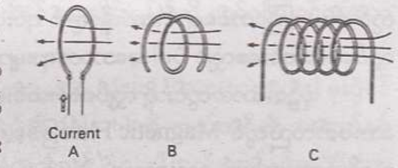



ယခုတစ်ဖန်ဝါယာအဖြောင့်ကို လျှပ်စစ်စီးဆင်းစဉ်ဖြစ်ပေါ်သော Magnetic Flux ထက်ဝါယာအဝိုင်းပတ်တစ်ခုတွင် လျှပ်စစ်စီးဆင်းစဉ်ဖြစ်ပေါ်သော Mangetic Flux က ပို၍ အားကောင်းကြောင်းကို ရှင်းလင်းချက်နှင့် ပုံကိုကြည့်၍ သိနိုင်သည်။ ဝါယာအဖြောင့်ကို ပုံ A မှ D သို့ လက်ယာရစ်အဆင့်ဆင့် ကွေးယူလျက်လျှပ်စစ်ဖြတ်သန်းစေလျှင် Mangetic Flux လားရာမှာ ဝါယာကွင်းအဝိုင်း၏ အတွင်းဘက်သို့ တစ်ဖက်သတ်ဖြစ်ပေါ်လျက်ပိုမိုအားကောင်းသော Magnetic Flux ဖြစ်လာသည်။

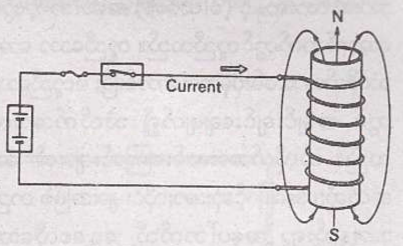



ထိုကဲ့သို့ ကွိုင်တစ်ခုအတွင်းသို့ လျှပ်စစ်ဖြတ်စီးဆင်းသောအခါ ဖြစ်ပေါ်လာသော Magnetic Flux ၏ လားရာအရ ၎င်းကွိုင်၏ တစ်ဘက်စီတွင် သံလိုက်တောင်နှင့်မြောက်ဝင်ရိုးစွန်းဟူ၍ ပုံကဲ့သို့ ဖြစ်ပေါ်လာသည်။

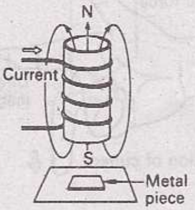
လျှပ်ကူးကွိုင်ကို ဆလင်ဒါပုံစံပရင်ကဲ့သို့ ပြုလုပ်ဖန်တီးလိုက်ပါက ၎င်းကို "ဆိုလီနွိုက်" (Solenoid) ဟုခေါ်သည်။

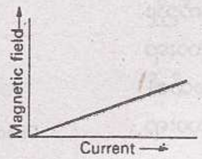


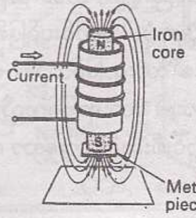

ဆိုလီနွိုက်ကွိုင်အတွင်းသို့ ပုံပါအတိုင်း လျှပ်စစ်စီးဆင်းစေပါက ဖြစ်ပေါ်လာသော Magnetic Flux ၏ လားရာသည် ကွိုင်၏အောက်ဘက်တွင် သံလိုက်တောင်ဝင်ရိုးစွန်း (S-Pole) ကို ဖြစ်ပေါ်စေပြီး အပေါ်ဘက်တွင် မြောက်ဝင်ရိုးစွန်း (N-Pole) ကို ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများ (Magnetic Flux) ၏ အရေအတွက်သည် ပတ်ထားသော ကွိုင်အရစ်အရေအတွက်နှင့် တိုက်ရိုက်အချိုးကျသည်။

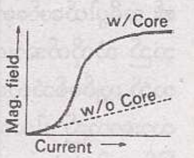



ထို့အပြင် သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများ (Magnetic Flux) သည် ကွိုင်အတွင်းစီးဝင်သော လျှပ်စီးနှင့်လည်း တိုက်ရိုက်အချိုးကျပြောင်းလဲသည်။ အထက်ပါသဘောတရားများကို အခြေခံ၍ သံလိုက်ဓာတ်ဖြင့်ဆွဲငင်ယူ၍ ရနိုင်သော Metal များကို ဆွဲယူရန်လည်းကောင်း၊ တွန်းပို့ရန် လည်းကောင်း အသုံးပြုသည်။ ဥပမာ– ရီလေးများသည် ဤသဘောတရားပင်ဖြစ်သည်။ ဆိုလီနွိုက်ကွိုင်ချည်းသက်သက်တွင် လျှပ်စစ်စီးဆင်းသည့်အခါ ဖြစ်ပေါ်သော Magnetic Flux မှ လိုအပ်သော



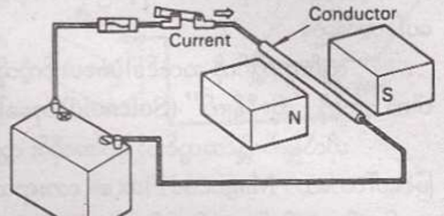



သံသတ္တုပစ္စည်းများကို ဆွဲငင်ယူရန် လုံလောက်သောအားမရရှိနိုင်ချေ။ ဆိုလီနွိုက်ကွိုင်အတွင်း ပုံပါကဲ့သို့ အလယ်အူတိုင်သံချောင်း (Iron Core) ကို ထည့်သွင်းလျက် လျှပ်စစ်စီးစေပါက ပိုမိုအားကောင်းသော Magnetic Flux ဖြစ်ပေါ်ကာ သံသတ္တုပစ္စည်းကို ကောင်းစွာဆွဲငင်ယူနိုင် ကြောင်းတွေ့ရသည်။ ထိုသို့ပိုမိုသော Magnetic Flux ဖြစ်ပေါ်လာ ရခြင်းမှာ သံအူတိုင်ချောင်းသည် သံလိုက်ချောင်းကဲ့သို့ (လျှပ်စစ်စီး ဆင်းစေစဉ်အတွင်း) ဖြစ်သွားပြီး ပိုမိုများပြားသော သံလိုက်အား လမ်းကြောင်းများကို ဖြစ်ပေါ်စေသောကြောင့်ဖြစ်သည်။

## ELECTROMAGNETIC FORCE (လျှပ်စစ်သံလိုက်အား)

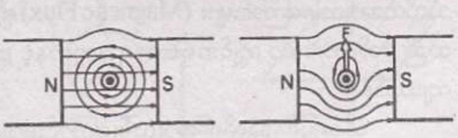
(Electromagnetic Force) လျှပ်စစ်သံလိုက်အားဆိုသည်မှာ သံလိုက်စက်ကွင်းတစ်ခုအတွင်းရှိ ဝါယာ (လျှပ်ကူးပစ္စည်း) တစ်ခုအတွင်း လျှပ်စစ်ဖြတ်စီးစဉ် ၎င်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းအပေါ် သက်ရောက်သောအားကို ခေါ်သည်။ ၎င်းအားကို အသုံးပြု၍ မော်တော်ယာဉ်တွင် နှိုးမော်တာ၊ ရေသုတ်တံမော်တာ၊ ဗို့မီတာ၊ အမ်မီတာများစသည်တို့ ပြုလုပ်ဖန်တီးသည်။

### လျှပ်စစ်သံလိုက်အား၏ ထားရာ (ဦးတည်ချက်)



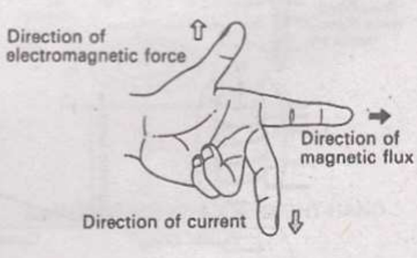

ဖော်ပြပါပုံအတိုင်း သံလိုက်ဝင်ရိုးစွန်း N နှင့် S အကြားတွင် ဝါယာကြိုးတစ်ချောင်းထားရှိလျက် ၎င်းဝါယာအတွင်းသို့ လျှပ်စစ်စီးဆင်းစေလျှင် ပုံပါသဘောတရားများဖြစ်ပေါ်သည်။

ပုံ၌ဝါယာအတွင်းသို့ လျှပ်စစ်စီးဆင်းသောအခါ ဝါယာဘေးပတ်လည်တွင် Magnetic Flux ဖြစ်ပေါ်သည်။ ဝါယာရှိ သံလိုက်အားလမ်း၏ လားရာသည် N နှင့် S အကြားရှိ သံလိုက်အား၏လားရာနှင့် (ဝါယာ၏) အပေါ်ဘက်တွင် ဆန့်ကျင်ပြီး အောက်ဘက်တွင်တူညီသည်။ တူညီသော အောက်ဘက်တွင် သံလိုက်အားလမ်းပိုမိုအားကောင်းပြီး မတူညီသော အပေါ်ဘက်တွင် အချင်းချင်းချေဖျက်၍ သံလိုက်အားလမ်းအားနည်းသည်။ သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများ၏ သဘာဝအတိုင်း

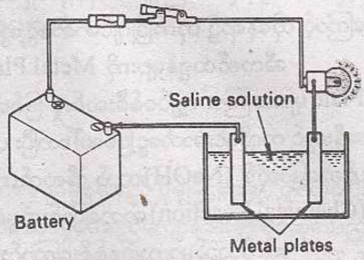



အတိုဆုံး၊ အဖြောင့်ဆုံးအားလိုင်းများအဖြစ် တည်ရှိလိုသော သဘောကြောင့် ဝါယာတွင် အားကောင်းရာ အောက်ဘက်မှ အားနည်းရာ အပေါ်ဘက်သို့ ရွေ့စေလိုသော ဘေးတိုက် တွန်းအားတစ်ခုဖြစ်ပေါ်လာသည်။ ၎င်းအားကိုပင် လျှပ်စစ်သံလိုက်အား (Electromagnetic Force) ဟုခေါ်ခြင်း ဖြစ်သည်။

လျှပ်စစ်သံလိုက်အား၏ လားရာကို ဖော်ညွှန်းသော နောက်ထပ်စည်းမျဉ်းတစ်ခုမှာ Fleming's Left-Hand Rule (ဖလဲမင်းန်၏ ဘယ်လက်စည်းမျဉ်း) ဟုခေါ်သည်။ ၎င်းစည်းမျဉ်း၏ အဓိပ္ပါယ်ဖော်ဆောင်ပုံမှာ ပုံပါအတိုင်းပင်ဖြစ်သည်။ လက်ညှိုးသည် သံလိုက်အားလမ်း၏လားရာဖြစ်သည်။ လက်မ၏လားရာသည် လျှပ်စစ်သံလိုက်အား၏ လားရာဖြစ်သည်။ လက်ခလယ်၏ လားရာသည် ဝါယာအတွင်းစီးဆင်းသွားသော လျှပ်စီး၏လားရာ ဖြစ်သည်။



## လျှပ်စီးကြောင်းကြောင့် ဓာတုပြောင်းလဲမှုဖြစ်ပေါ်ခြင်း

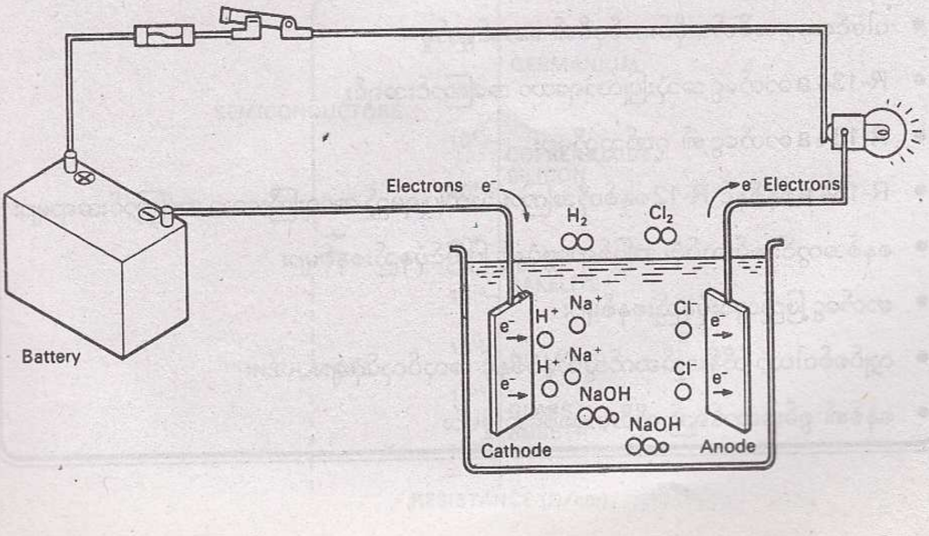



သတ္တုပြားနှစ်ခုကို ပုံပါအတိုင်း ဆားပျော်ရည် (သို့) အက်ဆစ်ပျော်ရည်) (အက်ဆစ် + ရေ) အတွင်းထားရှိလျက် ၎င်းသတ္တုပြားနှစ်ခုကို ဘက်ထရီအဖိုငုတ်၊ အမငုတ်တို့နှင့် ဆက်ထားသည်။ ထိုအခါ ပါဝင်ဆက်သွယ်ထားသော မီးသီးတွင် မီးလင်းနေကြောင်းတွေ့ရမည်။ ဤသည်ကိုကြည့်ခြင်းဖြင့် ၎င်းပျော်ရည်အတွင်း လျှပ်စစ်စီးဆင်းနိုင်ကြောင်းသိရှိနိုင်သည်။ ယင်းသို့ ပျော်ရည်အတွင်း လျှပ်စစ်စီးဆင်းသောအခါ သတ္တုပြားများ၏ မျက်နှာပြင်တွင် ဓာတုပြောင်းလဲမှုဖြစ်ပေါ်လာသည်။

ဘက်ထရီများသည် ဤနည်းလမ်းဖြင့် အားသွင်းကြခြင်းဖြစ်သည်။ ဓာတုပြောင်းလဲမှုဖြစ်ပေါ်ပုံအခြေခံသဘောတရားမှာ အက်တမ် (သို့) မော်လီကျူးများတွင် ဖွဲ့စည်းပါဝင်ထားသော အီလက်ထရွန်များ၏ အရေအတွက်ကို လျှော့စေခြင်း၊ တိုးစေခြင်းပြုလုပ်ပေးလျှင် ၎င်းမော်လီကျူး (သို့) အက်တမ်များသည် အဖိုဓာတ် (သို့) အမဓာတ်တစ်ခုခုကို ဆောင်သော Irons (အိုင်းရွန်းစ်) များဖြစ်လာသည်။

ဥပမာ – ဆားသည် ကလိုရင်း (Cl) နှင့် ဆိုဒီယမ် (Na) တို့၏ ဓာတ်ပေါင်းပစ္စည်းတစ်ခုဖြစ်သည်။ ၎င်းကို ရေတွင် ပျော်ဝင်စေသောအခါ ဆားသည် အပေါင်းဓာတ်ဆောင်သော ဆိုဒီယမ်အိုင်းရွန်းစ်နှင့် အမဓာတ်ဆောင်သော ကလိုရင်းအိုင်းရွန်းစ်တို့အဖြစ် ကွဲပြားသွားသည်။ ယင်းသို့ အဖိုအိုင်းရွန်းစ်နှင့် အမအိုင်းရွန်းစ်တို့ ပျော်ဝင်ပါဝင်နေသော ပျော်ရည်ကို Electrolyte (အီလက်ထရိုလိုက်) ဟုခေါ်သည်။

ကလိုရင်းအိုင်းရွန်းစ် (Cl -) ကို ဘက်ထရီအဖိုငုတ်နှင့် ဆက်ထားသော Metal Plate (သတ္တုပြား) မှဆွဲငင်ပြီး ၎င်းအဖိုငုတ်ကို Anode (အန်နုဒ်) ဟုခေါ်သည်။ ဆိုဒီယမ်အိုင်းရွန်းစ် (Na +) ကို ဘက်ထရီ၏ အမငုတ်နှင့် ဆက်ထားသော သတ္တုပြားမှ ဆွဲငင်ယူပြီး ၎င်းအမငုတ်ကို Cathode (ကက်သုဒ်) ဟုခေါ်သည်။ အန်နုဒ်တွင်ရှိသော ကလိုရင်းအိုင်းရွန်းစ် (Cl -) မှ အီလက်ထရွန်များကို ထုတ်ပေးပြီး ကလိုရင်းဓာတ်ငွေ့များဖြစ်လာသည်။ Cathode



(ကက်သုဒ်) တွင်ရှိသော ဆိုဒီယမ်အိုင်းရွန်းစ် (Na +) သည် အီလက်ထရွန်များကို လွယ်ကူစွာလက်မခံနိုင်သောကြောင့် အီလက်ထရွန်များသည် ကက်သုဒ်နားရှိ ရေမှခွဲထွက်လာသော ဟိုက်ဒြိုဂျင် (H +) ၏ ဆွဲငင်ခြင်းကို ခံရသည်။ ထို့ကြောင့် ထိုနေရာ၌ ဟိုက်ဒြိုဂျင်ဓာတ်ငွေ့ထွက်လာသည်။

အီလက်ထရွန်များကို Metal Plate တစ်ခုမှ ထုတ်လွှတ်၍ အခြားတစ်ခုမှ လက်ခံရယူသောကြောင့် ၎င်း Plate များအကြား လျှပ်စစ်စီးဆင်းမှု ဖြစ်ပေါ်လာသည်။ ထို့အပြင် အီလက်ထရွန်များ ပြောင်းလဲမှုကြောင့် အန်နုဒ်အနီးတွင် ကလိုရင်းဓာတ်ငွေ့ဖြစ်ပေါ်လာပြီး ဟိုက်ဒရိုဂျင်ဓာတ်ငွေ့သည် ကက်သုဒ်အနီးတွင် ဖြစ်ပေါ်လာသည်။ ဆိုဒီယမ်ဟိုက်ဒြောဆိုဒ် (NaOH) သည် အီလက်ထရိုလိုက်အတွင်း၌ ဖြစ်ပေါ်လာသည်။ ထိုသို့ဖြစ်ပေါ်လာသော ဖြစ်စဉ်ကို (Chemical Reaction) ဓာတုပြောင်းလဲမှုဟုခေါ်သည်။

ဆိုလိုသည်မှာ လျှပ်စစ်စီးကြောင်းသည် ဓာတုဆောင်ရွက်မှုကို ဖြစ်စေသည်။


## မင်းသိန်း (စက်မှု)

၏

## မော်တော်ယာဉ်အခြေခံ လေအေးပေးစနစ်နှင့် လေပူပေးစနစ်

ယနေ့ခေတ်မီမော်တော်ယာဉ်များတွင် တပ်ဆင်အသုံးပြုသော လေအေးပေးစနစ်နှင့် လေပူပေးစနစ်၏

- အခြေခံသဘောတရား
- တည်ဆောက်ပုံနှင့် အလုပ်လုပ်ပုံ
- ပါဝင်သော အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုစီ၏ ဆောင်ရွက်မှု
- R-134 a ဓာတ်ငွေ့အသုံးပြုလာရသော အကြောင်းအရင်း
- R-134 a ဓာတ်ငွေ့၏ ဂုဏ်သတ္တိများ
- R-134 a စနစ်နှင့် R-12 စနစ်တို့အကြား သတိပြုရမည့် အရေးကြီးသော အကြောင်းအရာများ
- စနစ်အတွင်း စမ်းသပ်ပုံ၊ အပြစ်ရှာဖွေပုံနှင့် ပြုပြင်ပုံနည်းစနစ်များ
- ဓာတ်ငွေ့ဖြည့်သွင်းပုံနည်းစနစ်များ
- လျှပ်စစ်ဝါယာ ထိန်းချုပ်ဆက်သွယ်မှုပုံစံနှင့် အလုပ်လုပ်ပုံများ
- စနစ်၏ စွမ်းဆောင်ရည် တိုင်းတာစစ်ဆေးမှုများ

# SEMICONDUCTORS
## (တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းများ)

ဖော်ပြချက်

လျှပ်ကူးပစ္စည်းများဖြစ်ကြသည့် ကြေး၊ သံစသည်တို့ထက် လျှပ်စစ်ခုခံမှုစွမ်းရည် ပိုမိုမြင့်မားစွာ ပိုင်ဆိုင်ပြီး လျှပ်ကာပစ္စည်းများဖြစ်ကြသည့် ဖန်၊ ရာဘာစသည့် ပစ္စည်းများထက် လျှပ်စစ်ခုခံမှုစွမ်းရည်လျော့နည်းစွာ ပိုင်ဆိုင်သည့် ဝတ္ထုပစ္စည်းကို semiconductor (တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်း) ဟုခေါ်သည်။ ၎င်း semiconductor သည် အောက်ပါအရည်အသွေးများပိုင်ဆိုင်သည်။

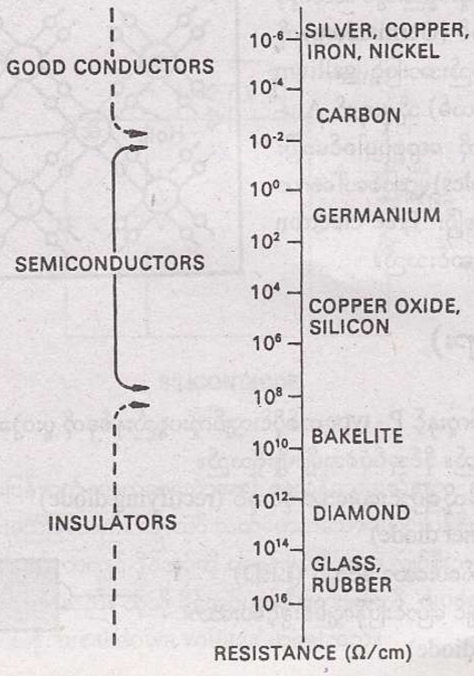
(a) အပူချိန်မြင့်တက်လာလျှင် ၎င်း၏ လျှပ်စစ်ခုခံမှုစွမ်းရည်ပြောင်းလဲသည်။

(b) အခြားသော ဓာတ်ဝတ္ထုပစ္စည်းတစ်ခုခုနှင့် ရောနှောလျှင် ၎င်း၏ လျှပ်စစ်စီးကူးနိုင်မှုစွမ်းရည် (Electrical conductivity) မြင့်တက်သည်။

(c) ၎င်းကို အလင်းရောင်သက်ရောက်စေသောအခါ ၎င်း၏ ခုခံမှုတန်ဖိုးကြီးစွာ ပြောင်းလဲပြီး ၎င်းကိုလျှပ်စီးဖြတ်သန်းစေသောအခါ ၎င်းထံမှ အလင်းရောင်ထုတ်လွှတ်ပေးသည်။

အများဆုံးတွင်ကျယ်စွာ အသုံးပြုသော တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးဓာတ်သတ္တုပစ္စည်းနှစ်မျိုးမှာ germanium (Ge) (ဂျာမေနီယမ်) နှင့် Silicon (Si) (ဆီလီကွန်) တို့ဖြစ်သည်။

သို့သော် ၎င်းသတ္တုပစ္စည်းများ၏ သန့်စင်သော အခြေအနေ၌ တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးအနေဖြင့် လက်တွေ့အသုံးပြုရန် အဆင်သင့်မဖြစ်သေးချေ။ ထို့ကြောင့် ၎င်းတို့၏ အကျိုးသက်ရောက်မှုကို ပိုမိုမြင့်မားတိုးတက်စေရန် ၎င်းတို့ထံတွင် အခြားသောဓာတ်ဝတ္ထုပစ္စည်းပမာဏအနည်းငယ်မျှ ရောနှောပေါင်းစပ်၍ (doped ပြုလုပ်၍) အသုံးပြုရသည်။

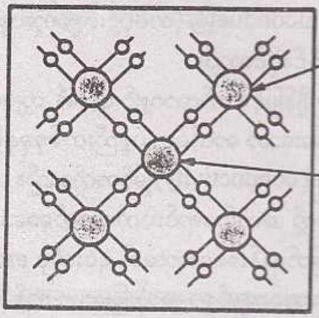


## N-TYPE AND P - TYPE SEMICONDUCTORS
## (N ပုံစံနှင့် P ပုံစံ တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းများ)

semiconductors များကို N type [Negative (အနုတ်)] နှင့် P type [Positive (အပေါင်း)] ဟူ၍ ပုံစံ (type) နှစ်မျိုးခွဲခြားနိုင်သည်။

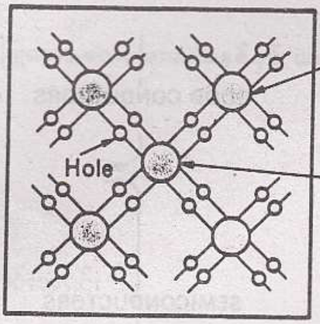
### N - TYPE

N- type တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းတွင် ဆီလီကွန် (Silicon = Si) သို့မဟုတ် ဂျာမေနီယမ် (Germanium = Ge) ကို အခြေပြုပါဝင်စေပြီး ရောထည့်ပစ္စည်းအနေဖြင့် အာဆင်းနစ် (arsenic = As), အန်တီမိုနီ (antimony = Sb) သို့မဟုတ် ဖော့စဖရပ် (phosphrous = P) ပမာဏ အနည်းငယ်ကို ရောစပ်ကာ လွတ်လပ်အီလက်ထရွန် (Free Electron) များစွာ ဖြစ်ပေါ်စေရန် ပြုလုပ်ထားသည်။ (Free electron ဆိုသည်မှာ လျှပ်စီးဖြစ်ပေါ်စေရန် ဆီလီကွန် သို့မဟုတ် ဂျာမေနီယမ်တို့မှ လွယ်ကူလွတ်လပ်စွာ ရွေ့လျားနိုင်သော အီလက်ထရွန်များကိုခေါ်သည်။)




### P - TYPE

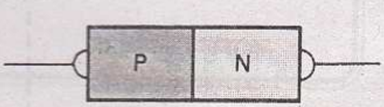
P - type တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းတွင် ဆီလီကွန် (silicon) သို့မဟုတ် ဂျာမေနီယမ် (Germanium) ကို အခြေပြုပါဝင်စေပြီး ရောစပ်ပစ္စည်းအားဖြင့် gallium (ဂယ်လီယမ်)၊ Indium (အင်ဒီယမ်) သို့မဟုတ် Aluminium (အလူမီနီယမ်) တို့ကို ရောစပ်ပါဝင်စေပြီး အီလက်ထရွန်မရှိသောနေရာ (holes) များဖြစ်ပေါ်စေကာ ၎င်းတို့တွင် အဖိုဓာတ်ဆောင်စေပြီး Free electron နှင့်လားရာ ဆန့်ကျင်ဘက်သို့စီးဆင်းသည်။




## DIODES (ဒိုင်အုပ်များ)

N - type တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးနှင့် P - type တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းနှစ်ခုကို ပူးတွဲဆက်စပ်၍ တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းဒိုင်အုပ်ကို ပြုလုပ်ရယူသည်။ ဒိုင်အုပ်ပုံစံအမျိုးမျိုးရှိသည်။

1. ရိုးရိုး AC မှ DC သို့ပြောင်းပေးသော ဒိုင်အုပ် (rectifying diode)
2. ဇီနာဒိုင်အုပ် (Zener diode)
3. အလင်းထုတ်လွှတ်ပေးသော ဒိုင်အုပ် (LED)
4. အလင်းရောင်ရလျှင် ပြောင်းပြန်လျှပ်စီးခွင့်ပေးသော ဒိုင်အုပ် (photo diode)

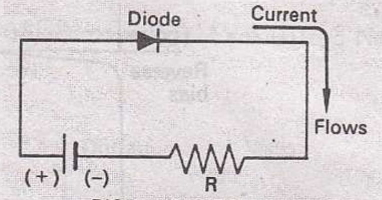


**REFERENCE**

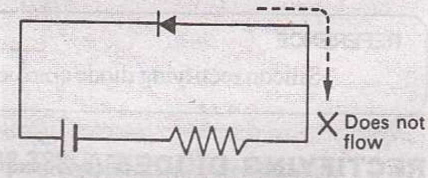
"P" သည် P-type ကို ကိုယ်စားပြုပြီး 'P - side' သည် positive (+) ကို ကိုယ်စားပြုသည်။ 'n' သည် negative (-) ကို ကိုယ်စားပြုသည်။

## 1. RECTIFYING DIODE

ဂုဏ်သတ္တိ




DIODE CONNECTED *WITH* FLOW OF CURRENT



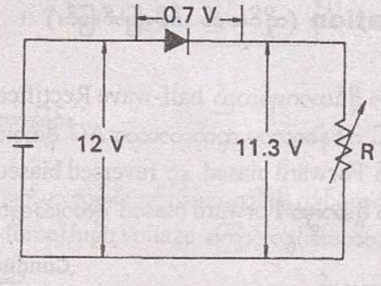

DIODE CONNECTED *AGAINST* FLOW OF CURRENT

Rectifying diode သည် ဗို့အားနိမ့်လျှပ်စီးကို ၎င်း၏ p-side ဘက်မှ n-side ဘက်သို့ (Forward biased) အဖြစ် ဖြတ်သန်းစီးဆင်းခွင့်ပြုသော်လည်း n-side မှ p-side ဘက်သို့ (reversed biased) အဖြစ်လျှပ်စီး စီးဆင်းခွင့် ခွင့်မပြုချေ။

၎င်းဒိုင်အုပ်ကို လျှပ်စီးဖြတ်စီးခွင့်ပြုနိုင်ရန် သတ်မှတ်အနည်းဆုံး ဗို့အားပမာဏတစ်ခုလိုအပ်သည်။ ၎င်းဗို့အားတန်ဖိုးသည် ဒိုင်အုပ်တည်ဆောက်ရာတွင် အသုံးပြုထားသော သတ္တုပစ္စည်းအရ ကွဲပြားမှုရှိသည်။ ၎င်းတန်ဖိုးမှာ

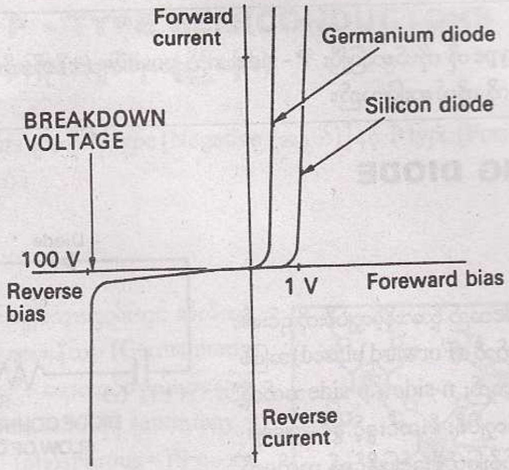
- Silicon diode (ဆီလီကွန်ဒိုင်အုပ်) ဖြစ်လျှင် 0.7 V ခန့်
- Germanium diode (ဂျာမေနီယမ်ဒိုင်အုပ်) ဖြစ်လျှင် 0.3 V ခန့်ဖြစ်သည်။

ဒိုင်အုပ်သည် လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် ခုခံမှုတစ်ခုအနေ ဖြင့် ရှိနေသောကြောင့် သက်ဆိုင်ရာ ဗို့အားကျဆင်းမှုတစ်ခုဖြစ်ပေါ်စေသည်။




SILICON DIODE

ဗို့အားကို ပြောင်းပြန်သက်ရောက်စေသောအခါ အလွန်သေးငယ်သော လျှပ်စီးပမာဏတစ်ခု (reverse leakage current) စီးဆင်းမည်ဖြစ်သည်။ သို့သော် သက်ရောက်သောပြောင်းပြန်ဗို့အားသည် သတ်မှတ်ပမာဏတစ်ခုသို့ လုံလောက်အောင် မြင့်တက်လာလျှင် ဒိုင်အုပ်ကို ပြောင်းပြန်စီးသော လျှပ်စီးသည် ရုတ်တရက် မြင့်တက်လာပြီး ဒိုင်အုပ်ကို ပျက်စီးသွားစေမည်ဖြစ်သည်။ ထိုသို့ ဒိုင်အုပ်ပျက်စီးသွားခြင်းကို 'diode breakdown' ဖြစ်သည်ဟုခေါ်ပြီး ထိုသို့ဖြစ်စေသော ဗို့အားကို 'breakdown voltage' ဟုခေါ်သည်။




> **REFERENCE**
> Silicon rectifying diode များကို အော်လ်တာနေတာ (Alternator) တွင် အသုံးပြုသည်။

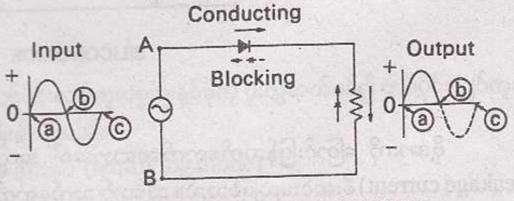
## RECTIFYING DIODES (ရတီဖိုင်းဒိုင်အုပ်များ) အသုံးပြုထားသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းပုံစံများ

၎င်းတို့၏ လျှပ်စီးကို လားရာတစ်ခုတည်းသို့သာ စီးဆင်းခွင့်ပြုသော အရည်အချင်းကြောင့် Rectifying diode များကို မော်တော်ယာဉ် လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာ နေရာများစွာတွင် အသုံးပြုသည်။ ပုံမှန်အသုံးပြုမှုများမှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်သည်။

### A. Half-Wave Rectification (လှိုင်းဝက် ဒီစီပြောင်းခြင်း)

အောက်တွင် ဖော်ပြထားသော ဒိုင်ယာဂရမ်သည် half-wave Rectification circuit ၏ အလုပ်လုပ်ပုံ သဘောတရားကို ဖော်ညွှန်းသည်။ AC ဂျင်နရေတာမှ ထွက်လာသော AC ဗို့အားသည် ဒိုင်အုပ်၏ တာမင်နယ်တစ်ဖက်နှင့် အခြားတစ်ဖက်သို့ ဆက်တိုက် Forward biased နှင့် reversed biased တစ်လှည့်စီသက်ရောက်သည်။ ပုံရှိ (a) နှင့် (b) အကြားပြထားသော ဗို့အားမှာ Forward biased ဗို့အားအတွက်ဖြစ်ပြီး ၎င်းဗို့အားတွင် ဒိုင်အုပ်ကို လျှပ်စီးဖြတ်စီးမှုဖြစ်ပေါ်သည်။

သို့သော် (b) နှင့် (c) အကြားဖော်ညွှန်းသော ဗို့အားမှာ reversed biased ဗို့အားဖြစ်သောကြောင့် ထိုဗို့အားတွင် ဒိုင်အုပ်ကို ဖြတ်သန်းစီးဆင်းခွင့်မရချေ။ ထို့ကြောင့် တစ်ဝက်သော လျှပ်စီး (ဆားကစ်အနေအထားအရ အပေါင်းတစ်ဝက် သို့မဟုတ် အနှုတ်တစ်ဝက်) ပမာဏသာ ဒိုင်အုပ်ကို ဖြတ်သန်းစီးဆင်းခွင့်ပြုသောကြောင့် ၎င်းဆားကစ်အမျိုးအစားကို half-wave rectification circuit (လှိုင်းဝက်ဒီစီပြောင်းဆားကစ်) ဟုခေါ်ဆိုသည်။

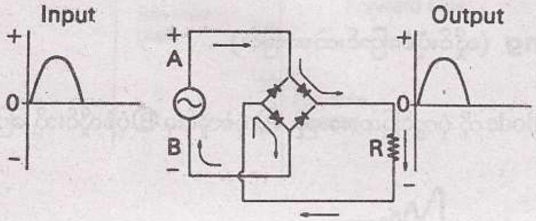


HALF-WAVE RECTIFICATION CIRCUIT

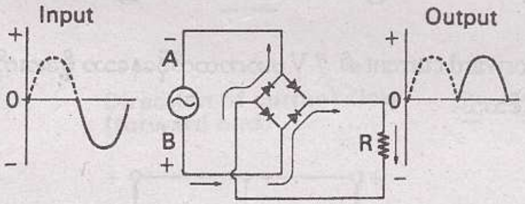
## B. Full Wave Rectification (ထိုင်းပြည့်ဒီစီပြောင်းခြင်း)

အောက်တွင်ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း ဒိုင်အုပ်များကို bridge circuit ဟုခေါ်သည့် အစီအစဉ်အတိုင်းဆက်သွယ်ထားပြီး Full wave rectification circuit ကို တည်ဆောက်နိုင်သည်။ မော်တော်ယာဉ်၏ အော်လ်တာနေတာတွင် ဤဆားကစ်ကို အသုံးပြုပြီး AC လျှပ်စီးကို DC လျှပ်စီးသို့ပြောင်းလဲထားခြင်းဖြစ်သည်။ ၎င်းဆားကစ်သည် အောက်ပါအတိုင်းအလုပ်လုပ်သည်။

(a) ဂျင်နရေတာ၏ A တာမင်နယ် (ငုတ်အစ) တွင် positive (+) ဗို့ဖြစ်သောအခါ တာမင်နယ် (B) တွင် Negative (-) ဗို့ဖြစ်ပြီး လျှပ်စီးသည် အောက်ပါအတိုင်းစီးဆင်းသည်။



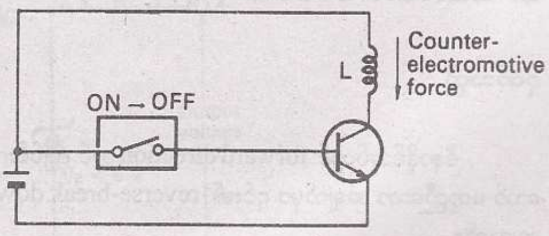

(b) တဖန် (A) ငုတ်တွင် (-) အနုတ်ဖြစ်ပြီး B ငုတ်တွင် (+) အပေါင်းဗို့ဖြစ်သောအခါ လျှပ်စီးသည် အောက်ပါအတိုင်းစီးဆင်းမှုဖြစ်ပြီး လျှပ်စီးကို တစ်ဖက်တည်းသို့သာ စီးဆင်းသောလျှပ်စီးအဖြစ်သို့ ပြောင်းလဲပေးသည်။



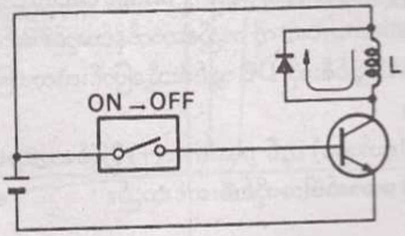

## C. မြင့်သောဗို့အားကို စုပ်ယူထားခြင်း

ဤဆားကစ်၏ ရည်ရွယ်ချက်မှာ လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်းရှိ ကွိုင်မှထုတ်လုပ်သော ပြောင်းပြန်လျှပ်စစ်တွန်းအား (Counter-electromotive force) high voltage ကြောင့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်းမှ ထရန်စစ္စတာကဲ့သို့သော ပစ္စည်းများ မပျက်စီးစေရန်ဖြစ်သည်။

(a) ထရန်စစ္စတာပိတ်သွားသည်နှင့် တစ်ပြိုင်နက် ကွိုင်တွင် ပြောင်းပြန်လျှပ်စစ်တွန်းအား ဖြစ်ပေါ်လာသည်။ ၎င်းပြောင်းပြန် ဗို့အားသည် များစွာမြင့်မားပြီး ထရန်စစ္စတာကို ပျက်စီးသွားစေနိုင်သည်။

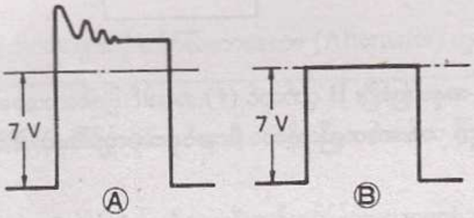


(b) ၎င်းကွိုင်နှင့်အပြိုင် ဒိုင်အုပ်ကို ထည့်သွင်းဆက်သွယ်ထားခြင်းဖြင့် ထရန်စစ္စတာကို ပျက်စီးစေမည့် ၎င်းဗို့အားကို ပြောင်းပြန်လျှပ်စီးအဖြစ် ထရန်စစ္စတာနှင့် ဝေးရာသို့ စီးဆင်းသွားစေရန် လမ်းကြောင်းပြောင်းပေးစေသည်။

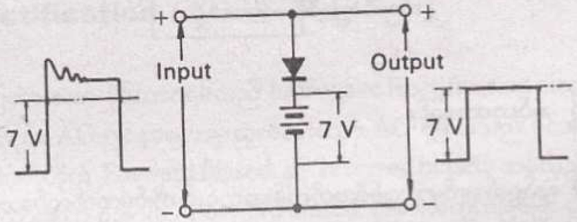



## D. Wave Shaping (လှိုင်းပုံစံပြောင်းလဲပေးခြင်း)

rectification diode ကို ပုံတွင်ပြထားသည့် Ⓐ ပုံစံလှိုင်းမှ Ⓑ ပုံစံလှိုင်းသို့ ပြောင်းလဲပေးရာတွင် အသုံးပြုနိုင်သည်။




ဥပမာအားဖြင့် forward current ၏ 7 V ပမာဏထက်ပိုနေသော ဗို့အားကို ဒိုင်အုပ်သုံး၍ 7 V ပမာဏအဖြစ် output ထုတ်ပေးနိုင်သည်။



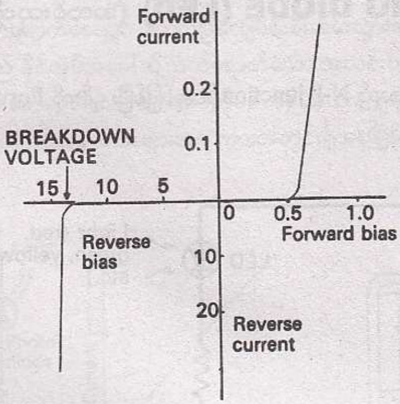

## 2. ZENER DIODE (ဇီနာဒိုင်အုပ်)

ဂုဏ်သတ္တိ

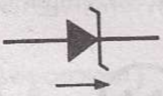
ဇီနာဒိုင်အုပ်တွင် forward direction တွင် လျှပ်စီးကို စီးဆင်းခွင့်ပြုရာ၌ ရိုးရိုးဒိုင်အုပ်နှင့် တူညီသည်။ သို့သော် မတူညီသော အချက်မှာ ၎င်း၏ reverse-break down voltage တန်ဖိုးသည် ရိုးရိုးဒိုင်အုပ်ထက်ပိုပြီး နိမ့်ကျသည်။

, မော်တော်ယာဉ်များတွင် တွေ့ရလေ့ရှိသော ဗို့အားနိမ့်ဆားကစ်များတွင် ၎င်းကို အသုံးပြုသည်။

ထို့အပြင် ဇီနာဒိုင်အုပ်ကို မပျက်စီးစေဘဲ reverse-break down voltage ထက်မြင့်သော ဗို့အားကို သက်ရောက်ခွင့်ပြုနိုင်သည်။




ဇီနာဒိုင်အုပ်ကို အောက်ပါသင်္ကေတဖြင့် ကိုယ်စားပြုဖော်ပြသည်။

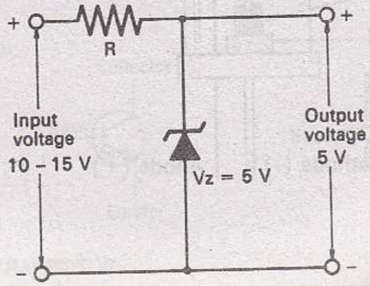


**Direction of current flow (forward bias)**

ဇီနာဒိုင်အုပ်အသုံးပြုသော ဆားကစ်ပုံစံများ

ဇီနာဒိုင်အုပ်ကို အသုံးပြုသော ရည်ရွယ်ချက်များစွာရှိသည့် အနက် အရေးကြီးဆုံး အသုံးပြုမှုမှာ ၎င်းကို ဗို့အားထိန်းညှိရန် အသုံးပြုခြင်းပင်ဖြစ်သည်။

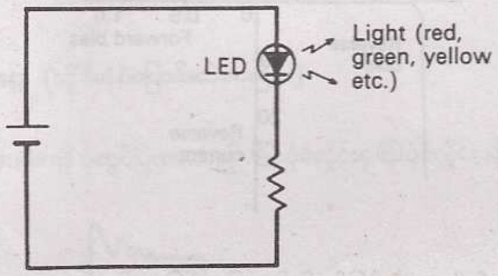
လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် အထွက်ဗို့အား ထက်များသော အဝင်ဗို့အားသက်ရောက်နေသည့်တိုင်အောင် အထွက်ဗို့အားကို သတ်မှတ်ပမာဏ တစ်ခုထက်မကျော်လွန်စေရန် ဇီနာဒိုင်အုပ်ကို ထည့်သွင်းအသုံးပြုနိုင်သည်။



အထက်ပါဥပမာပြပုံတွင် အဝင်ဗို့အားသည် ဇီနာဒိုင်အုပ်၏ breakdown ဗို့အားထက် ပိုမိုနေသော်လည်း ဇီနာဒိုင်အုပ်သည် အထွက်ဗို့အားကို သတ်မှတ်တန်ဖိုးတစ်ခုအတိုင်း ထိန်းပေးထားသည်။

## 3. LIGHT EMITTING DIODE (LED) (အလင်းထုတ်လွှတ်ပေးသော ဒိုင်အုပ်)

Light Emitting Diode သည် N-P junction ဒိုင်အုပ်ဖြစ်ပြီး ၎င်းကို Forward Direction လျှပ်စီးစီးဆင်းလျှင် အလင်းရောင်ထုတ်လွှတ်ပေးသည်။



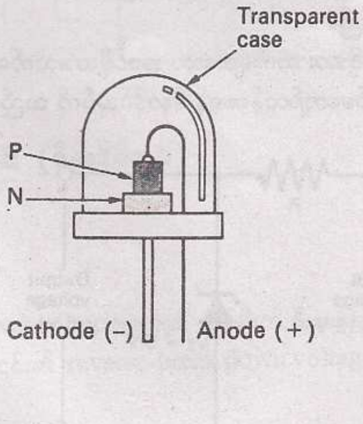

LED ကို အောက်ပါအတိုင်း သင်္ကေတဖြင့် ဖော်ပြသည်။

LED တွင် အောက်ပါဂုဏ်သတ္တိများရှိသည်။

(a) ရိုးရိုးအလင်းပေးမီးသီးထက် ပို၍သက်တမ်းရှည်စွာ၊ ပို၍အပူချိန်နိမ့်စွာဖြင့် အလုပ်လုပ်နိုင်သည်။

(b) ဗို့အားနိမ့် (3 V ခန့်) ဖြင့် အလုပ်လုပ်နိုင်သည်။

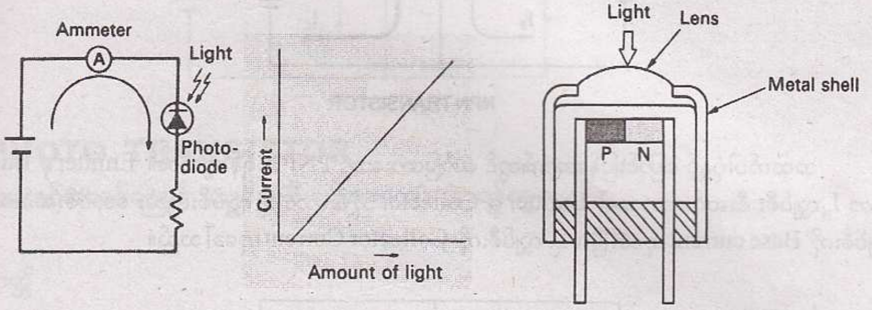
(c) ပါဝါသုံးစွဲမှုနည်းသည်။



## 4. PHOTODIODE (အလင်းရောင်ရလျှင် ပြောင်းပြန်လျှပ်စီးခွင့်ပြုသော ဒိုင်အုဒ်)

Photodiode ဆီသို့ သတ်မှတ်ပြောင်းပြန်ဗို့အား (reverse-bias voltage) တစ်ခုသက်ရောက်စေပြီး ဒိုင်အုဒ်ပေါ်သို့ အလင်းရောင်သက်ရောက်စေလျှင် ပြောင်းပြန်လျှပ်စီးစီးဆင်းသွားမည်ဖြစ်သည်။ ထိုသို့စီးဆင်းသွားသော ပြောင်းပြန်လျှပ်စီးပမာဏသည် ဒိုင်အုဒ်အပေါ်သို့သက်ရောက်သော အလင်းပမာဏနှင့် အချိုးကျပြောင်းလဲသည်။

ဤပုံစံဒိုင်အုဒ်မျိုးကို မော်တော်ယာဉ်၏ အော်တိုမစ်တစ် အဲယားကွန်းစနစ်တွင် အသုံးပြုနိုင်သည်။ ၎င်းထံသို့ကျရောက်သော နေအလင်းရောင်အနည်းအများအရ ကားအတွင်းရှိအပူချိန်ကို ထိန်းသိမ်းပေးခြင်းဖြစ်သည်။




CONSTRUCTION OF PHOTODIODE

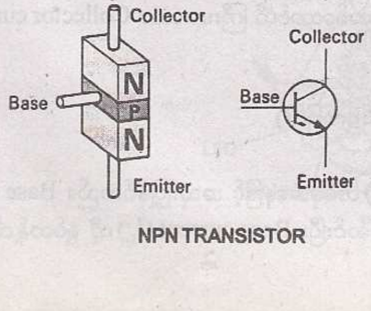
# TRANSISTORS (ထရန်စစ္စတာများ)

ထရန်စစ္စတာပုံများစွာရှိသော်လည်း ဤအခန်းတွင်ရိုးရိုးအမျိုးအစား ထရန်စစ္စတာ (oridanary transistor) နှင့် ဖိုတိုထရန်စစ္စတာ (photo transistor) အကြောင်းကိုသာ ဖော်ပြဆွေးနွေးပါမည်။

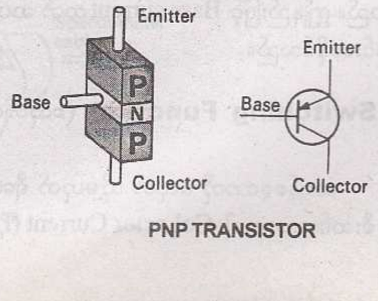
## 1. ORIDINARY TRANSISTOR (ရိုးရိုးပုံစံထရန်စစ္စတာ)

ရိုးရိုးထရန်စစ္စတာကို NPN နှင့် PNP ဟူ၍ နှစ်မျိုးခွဲခြားနိုင်သည်။ NPN ထရန်စစ္စတာတွင် P-type တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းတစ်ခုကို N-type တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းနှစ်ခုအတွင်း ကြားညှပ်ဖွဲ့စည်းထားပြီး PNP ထရန်စစ္စတာတွင် N-type တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းတစ်ခုကို P-type တစ်ပိုင်း လျှပ်ကူးနှစ်ခုအတွင်း ကြားညှပ်ဖွဲ့စည်းထားသည်။

၎င်းပုံစံနှစ်မျိုးလုံးတွင် တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်း အလွှာတစ်ခုစီ၌ အီလက်ထရုတ်တစ်ခု ပူးတွဲဆက်သွယ်ထားသည်။



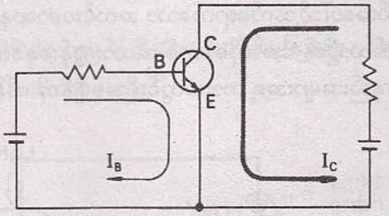

NPN TRANSISTOR




PNP TRANSISTOR

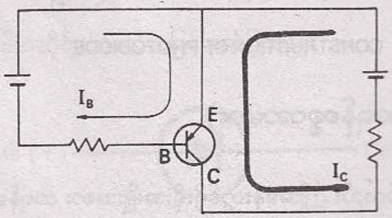
အခြေခံအလုပ်လုပ်ပုံ

အောက်တွင်ဖော်ပြထားသော NPN ထရန်စစ္စတာ Base မှ Emitter သို့စီးသောလျှပ်စီး $I_B$ စီးဆင်းသောအခါ Collector မှ Emitter သို့စီးသော လျှပ်စီး $I_C$ သည်လည်း စတင်စီးဆင်းသည်။




NPN TRANSISTOR

အထက်ပါပုံနှင့် ပြောင်းပြန်အောက်တွင် ဖော်ပြထားသော PNP ထရန်စစ္စတာ၏ Emitter မှ Base သို့စီးသော $I_B$ လျှပ်စီး စီးဆင်းသောအခါ Emitter မှ Collector သို့စီးသော $I_C$ လျှပ်စီးလည်း စတင်စီးဆင်းသည်။ $I_B$ လျှပ်စီးကို Base current ဟုခေါ်ပြီး၊ $I_C$ လျှပ်စီးကို Collector Current ဟုခေါ်သည်။




PNP TRANSISTOR

ဂုဏ်သတ္တိများ

ရိုးရိုးထရန်စစ္စတာများ၏ အခြေခံကျသော လုပ်ဆောင်ချက်နှစ်မျိုးရှိသည်။ ၎င်းတို့သည် signal amplifier (စစ်ဂနယ်ချဲ့ပေးသောကိရိယာ) သို့မဟုတ် switch (ခလုတ်) အနေဖြင့် ဆောင်ရွက်နိုင်သည်။

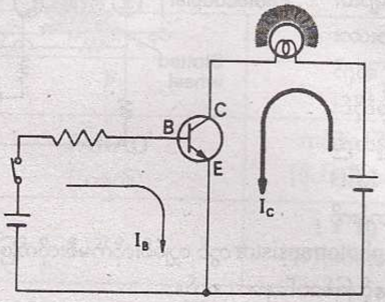
## 1. Signal Amplification (စစ်ဂနယ်ချဲ့ပေးခြင်း)

ထရန်စစ္စတာကို အနည်းငယ်မျှသော လျှပ်စီးစီးစေခြင်းဖြင့် ကြီးမားသော Collector လျှပ်စီးကို စီးဆင်းစေနိုင်သည်။ ဤနည်းဖြင့် Base current ထက် ဆယ်ဆမှ အဆတစ်ထောင်ထိ ကြီးမားသော Collector current ကို စီးဆင်းစေနိုင်သည်။

## 2. Switching Function (ခလုတ်ကဲ့သို့ဆောင်ရွက်ခြင်း)

ထရန်စစ္စတာကို ခလုတ် သို့မဟုတ် ရီလေး (relay) တစ်ခုအနေဖြင့် အသုံးပြုနိုင်သည်။ Base current ($I_B$) စီးဆင်းသောအခါ Col ector Current ($I_C$) လည်း စီးဆင်းပြီး Base current ($I_B$) ကို ရပ်တန့်လိုက်လျှင်

Collector Current ($I_c$) လည်း ရပ်တန့်သွားသည်။ ဤနည်းဖြင့် ထရန်စစ္စတာသည် ရီလေးတစ်ခုကဲ့သို့ ဆောင်ရွက်ခြင်းကို ဥပမာအားဖြင့် အောက်တွင်ဖော်ပြသော မီးလုံးကို အဖွင့်အပိတ်ပြုလုပ်ရာ၌ အသုံးပြုနိုင်သည်။

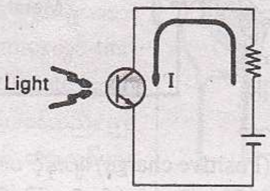



## 2. PHOTO TRANSISTOR

(အလင်းရောင်ရလျှင် လျှပ်စစ်စီးခွင့်ပေးသော ထရန်စစ္စတာ)

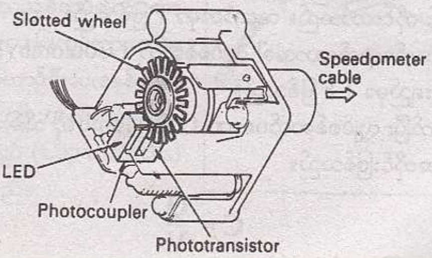
ဂုဏ်သတ္တိ

Photo transistor အပေါ်သို့ အလင်းရောင်ကျရောက်သောအခါ လျှပ်စီး (I) စီးဆင်းမှုဖြစ်ပေါ်သည်။

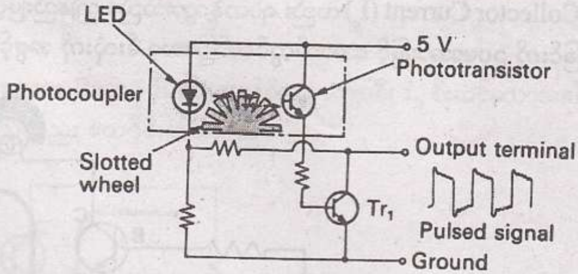



## PHOTO TRANSISTOR ကို အသုံးပြုပုံ (ဥပမာ)

မော်တော်ယာဉ်တွင် ဤပုံစံ ထရန်စစ္စတာကို အသုံးပြုသည်။ ဥပမာအားဖြင့် ၎င်းကို ယာဉ်မြန်နှုန်းအာရုံခံ (sensor) တွင် LED (Light emitting diode) နှင့် တွဲဖက်၍ အသုံးပြုသည်။ ၎င်းတို့နှစ်မျိုးပေါင်းစပ်မှုအတွဲကို photocoupler သို့မဟုတ် Light activated switch (အလင်းဖြင့်အလုပ်လုပ်သောခလုတ်) ဟုခေါ်သည်။



အလင်းထုတ်လွှတ်ပေးသော LED နှင့် အလင်းကို လက်ခံရယူသော phototransistor တို့အကြားတွင် မြောင်းစိတ်ငယ်များပါရှိသော (slotted wheel) ဘီးဖြင့် ခြားနားထားသည်။ ၎င်းဘီးကို speedometer ဖြင့် ဆက်သွယ် လည်ပတ်စေ၍ ယာဉ်မြန်နှုန်းအတိုင်း ၎င်းဘီးလည်ပတ်နှုန်းမှာလည်း လိုက်၍လည်ပတ်လေသည်။ ၎င်းဘီးလည်သောအခါ LED နှင့် phototransistor အကြားရှိအလင်းတန်းကို

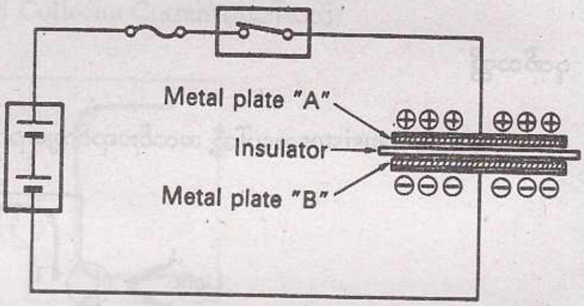



ဖြတ်သန်းခွင့်ပြုလိုက်မပြုလိုက်ဖြစ်စေ၍ phototransistor တွင် လျှပ်စီးလိုက်မစီးလိုက်ဖြစ်စေသည်။ ထိုအခါ ထရန်စစ္စတာ $Tr_1$ မှာလည်း ပွင့်လိုက်ပိတ်လိုက်နှင့် ဖြစ်ပေါ်နေလေသည်။

ဤသို့ဖြင့် ထရန်စစ္စတာ $Tr_1$ သည် အမြဲတမ်းပြောင်းလဲ နေသော စစ်ဂနယ်များကို ကွန်ပျူတာသို့ ထုတ်ပေးပြီး မော်တော်ယာဉ်၏ မြန်နှုန်းကို သိရှိစေသည်။

## CAPACITOR (ကပက်စီတာ)

ပုံတွင်ဖော်ပြထားသကဲ့သို့ သတ္တုပြား A နှင့် B တို့ကို မျက်နှာပြင်အချင်းချင်းနီးကပ်စွာ ပူးကပ်စေပြီး ၎င်းတို့အကြားတွင် လျှပ်ကာပြားတစ်ခုနှင့် ခြားနားထားသည်။ ပလိတ်ပြားတစ်ခုကို ဘက်ထရီ၏ အမငုတ်နှင့် ဆက် သွယ်ပြီး ကျန်တစ်ခုကို အဖိုငုတ်နှင့် ဆက်သွယ်ကာ ၎င်းတို့ထံသို့ အဖိုဓာတ်၊ အမဓာတ်များသက်ရောက်




နေစေသည်။ ပလိတ်ပြား A ရှိ အဖိုဓာတ် (Positive charge) များနှင့် ပလိတ်ပြား B ရှိ အမဓာတ် (Negative charge) တို့သည် တစ်ခုနှင့်တစ်ခု ဆွဲငင်လျက်ရှိကြသော်လည်း ၎င်းတို့အကြားခြားနားထားသော လျှပ်ကာအလွှာကြောင့် ၎င်းတို့မှာ တစ်ခုနှင့်တစ်ခု လျှပ်စီးခွင့်မရရှိကြဘဲ အဖိုဓာတ်တို့သည် ပလိတ်ပြားတစ်ခုတွင် စုပုံလာပြီး အမဓာတ်တို့သည်လည်း ကျန်ပလိတ်ပြားတစ်ခု၌ စုပုံများပြားလာလေသည်။ ၎င်းဓာတ်တို့သည် ၎င်းတို့ကို ထုတ်ယူသုံးစွဲခြင်းမပြုသေးသမျှ သိုမှီးတည်ရှိနေမည်ဖြစ်သည်။

- ထိုကဲ့သို့ ဗို့အားသက်ရောက်သောအခါ လျှပ်စစ်ဓာတ်များကို သိုမှီးထားနိုင်သည့်ပစ္စည်းကို Capacitor (သို့) Condenser ဟုခေါ်သည်။
- ထိုကဲ့သို့ လျှပ်စစ်ဓာတ်သိုလှောင်ထားနိုင်စွမ်းသော စွမ်းရည် သို့မဟုတ် 'Capacitance' ဟုခေါ်ပြီး ၎င်းကို farad (ဖာရက်) နှင့် တိုင်းတာသည်။ သင်္ကေတမှာ F ဖြစ်သည်။
- ဗို့အားပမာဏ 1 V သက်ရောက်သောအခါ လျှပ်စစ်ဓာတ် 1 Coulomb (1C) ကို သိမ်းဆည်းထားနိုင်သော Capacitor ၏ စွမ်းရည်မှာ 1 F ဖြစ်သည်။
- ဗို့အား V သက်ရောက်ပြီး လျှပ်စစ်ဓာတ်ပမာဏ Q Coulomb ကို သိမ်းဆည်းထားလျှင် လျှပ်သိုစွမ်းရည် (C) မှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်သည်။

$$C = \frac{Q}{V}$$

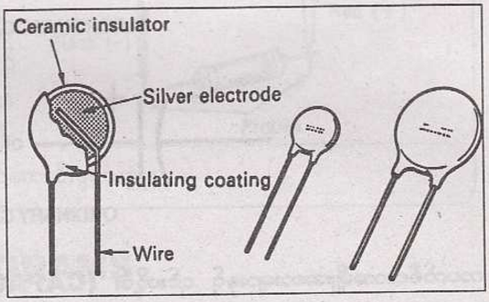
လက်တွေ့အသုံးချမှုတွင် Farad (F) ဟူသော ယူနစ်၏ပမာဏမှာ များလွန်းလှသောကြောင့် အခြားသော ယူနစ်များကို အောက်ပါအတိုင်းအသုံးပြုသည်။

| | အခြေခံယူနစ် | တန်ဖိုးနည်းယူနစ်များ | |
|---|---|---|---|
| သင်္ကေတ | F | µ F | PF |
| အသံထွက် | FARAD (ဖာရက်) | micro Farad (မိုက်ခရိုဖာရက်) | Pico Farad (ပီကိုဖာရက်) |
| မြှောက်ဖော်ကိန်း | 1 | $1 \times 10^{-6}$ (1/1,000,000) | $1 \times 10^{-12}$ (1/1,000,000,000,000) |

## TYPES OF CAPACITORS AND THEIR CHARACTERISTICS
(ကပက်စီတာ အမျိုးအစားများနှင့် ၎င်းတို့၏ဂုဏ်သတ္တိများ)

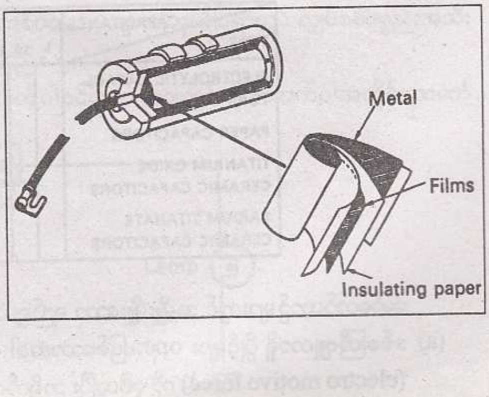
### CERAMIC CAPACITORS

လျှပ်ကာဂုဏ်သတ္တိကောင်းမွန်သော Ceramic သည် Capacitors များတွင် အများဆုံး အသုံးပြုလေ့ရှိသော လျှပ်ကာပစ္စည်းတစ်မျိုးဖြစ် သည်။ ဤအမျိုးအစား Capacitor တွင် အသုံးပြုသော Ceramics တွင် titanium, (တိုက်တေနီယမ်)၊ barium titanate (ဘေရီယမ်တိုက်တမ်နိတ်) နှင့် အခြားပစ္စည်းတို့ပါဝင်သည်။ ဤပုံစံ Capacitor ကို အီလက်ထရောနစ် ဆားကစ်များတွင် အသုံးပြုသည်။



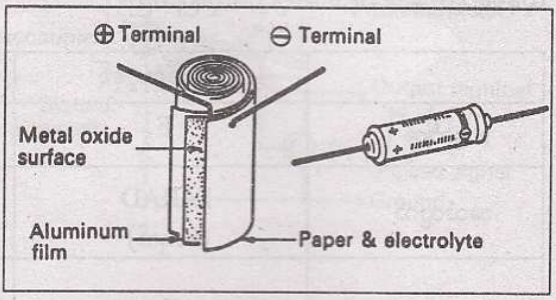

### PAPER CAPACITORS (စက္ကူကပက်စီတာများ)

ဤပုံစံ Capacitor တွင် လျှပ်ကာအဖြစ် စက္ကူကို အသုံးပြုသည်။ လျှပ်ကူးပလိတ်ပြား၏ မျက်နှာပြင်ဧရိယာကို များစွာဖြစ်ပေါ်စေရန် လျှပ်ကာစက္ကူပြားနှင့် လျှပ်ကူးပလိတ်ပြားတို့ကို တစ်လှည့်စီထပ်၍လိပ်ကာ ဆလင်ဒါပုံး အရှည်အတွင်းထည့်ကာ ပြုလုပ်ထားသည်။ ဤပုံစံ Capacitor ကို မော်တော်ယာဉ်မီးပေးစနစ် (Ignition system) ၏ ဒစ်စတြီဗျူတာရှိ ဘရိတ်ကာပွိုင့်များတွင် အသုံးပြုသည်။ လျှပ်သိုစွမ်းရည် (Capacitances) မှာ 0.14 နှင့် 0.24 µF ခန့်ရှိသည်။

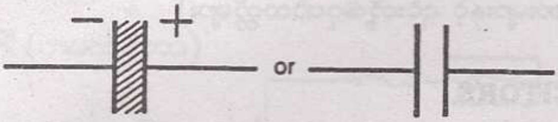


## ELECTROLYTIC CAPACITORS

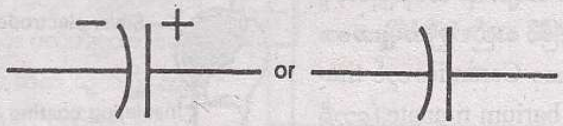
ဤပုံစံ Capacitor တွင် လျှပ်ကာပစ္စည်းကို အလူမီနီယမ် သို့မဟုတ် tantalum အခြေခံပေါ်တွင် electrolysis အားဖြင့် metal oxide အလွှာပါးကို တင်ကာပြုလုပ်ထားသည်။ ၎င်းတွင် လျှပ်ကူးပလိတ်ပြားနှစ်ခုအကြား အကွာအဝေးကို အနည်းဆုံးဖြစ်စေပြီး လျှပ်သိုစွမ်းရည်ကို ပိုမိုမြင့်တက်စေသည်။ Electrolytic Capacitor များကို မော်တော်ယာဉ်၏ turn signal flasher unit တွင် အသုံးပြုသည်။




electrolytic capactior များတွင် အဖိုစွန်း၊ အမစွန်းရှိ၍ ၎င်းတို့ကိုမှန်ကန်စွာ တပ်ဆင်ရန်လိုအပ်သည်။ ၎င်းတို့ကိုအခြားသော Capacitor များနှင့် ကွဲပြားမှုရှိစေရန် ကွဲပြားသော သင်္ကေတဖြင့် ဖော်ပြသည်။ electrolytic capacitor များတွင် အဖိုစွန်း၊ အမစွန်းအမှတ်အသားများပါရှိသည်ကို သတိပြုရမည်။



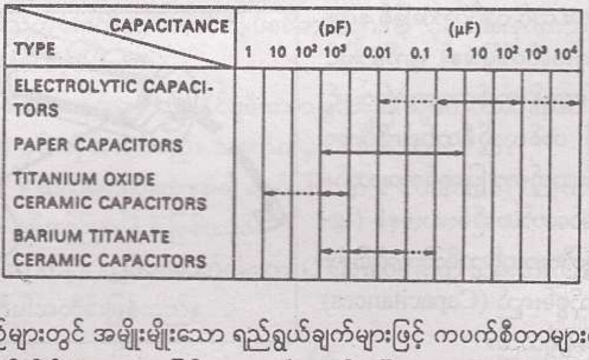

ELECROLYTIC CAPACITOR




ORDINARY CAPACITOR

### ကပက်စီတာအမျိုးအစားများနှင့် ၎င်းတို့၏ (CAPACITANCES) လျှပ်သိုစွမ်းရည်

Capacitor (ကပက်စီတာ) များသည် ၎င်းတို့၏ အမျိုးအစားအလိုက်ကွဲပြားသော လျှပ်သိုစွမ်းရည် (Capacitance) ရှိကြသည်။




မော်တော်ယာဉ်များတွင် အမျိုးမျိုးသော ရည်ရွယ်ချက်များဖြင့် ကပက်စီတာများကို အသုံးပြုကြသည်။

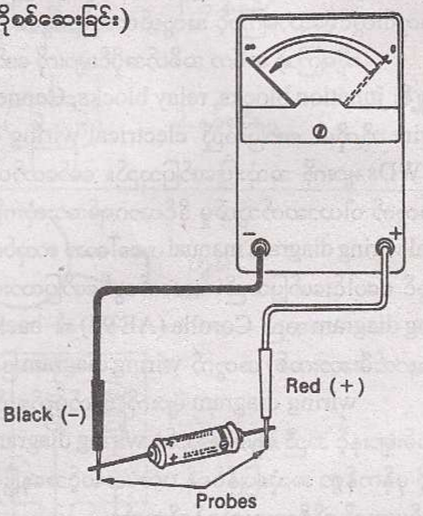
(a) ဒစ်စတြီဗျူတာရှိ ပွိုင့်များ open ဖြစ်သောအခါ ထွက်ပေါ်သော primary coil မှ ထွက်ရှိသည့် EMF (electro motive force) ကို စုပ်ယူပြီး ဘရိတ်ကာပွိုင့်မှ လျှပ်စစ်မီးပွားဖြစ်ပေါ်မှုကို အနည်းဆုံးဖြစ်စေရန်၊

(b) voltage regulator ထိပ်ပွိုင့်များနှင့် မီးပေးကွိုင်တို့၏ အလုပ်လုပ်မှုကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သော radio static ကို ကာကွယ်ရန်၊

(c) လျှပ်စစ်ဆားကစ်၏ ခလုတ်ဆောင်ရွက်မှု (switching operations) များကို အကြိမ်ရေတွက်ရန် (မော်တော်ယာဉ်တွင် Capacitor ကို Condenser ဟုလည်းခေါ်သည်။)

**REFERENCE**

## CAPACITOR INSPECTION (ကပက်စီတာကိုစစ်ဆေးခြင်း)



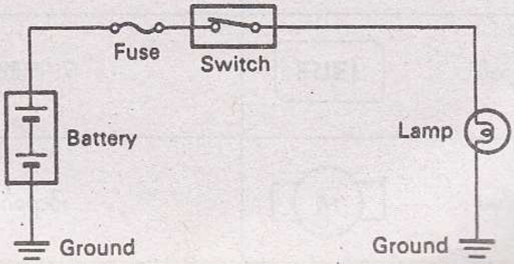

လျှပ်သိုစွမ်းရည်မြင့်မားသည့် Electrolytic Capacitor များ၏ လျှပ်သိုစွမ်းရည်ကို တိုင်းတာရာတွင် အုမ်းမီတာဖြင့် ခုခံမှုကို တိုင်းတာသကဲ့သို့ တိုင်းတာသည်။ အုမ်းမီတာ၏ မြင့်သောအုမ်းစကေးတွင် အုမ်းမီတာ၏ ပွိုင့်တာ (ညွှန်ပြမှုားတံ) သည် ရုတ်တရက် 0.Ω ရှိရာသို့ ရွေ့လျားပြီးနောက် (α) ရှိရာသို့ တစ်ဖြည်းတစ်ဖြည်းပြန်လည်ရွေ့လျားသွားရမည်ဖြစ်သည်။ အကယ်၍ ပွိုင့်တာသည် α သို့ ပြန်မသွားဘဲ တန်ဖိုးတစ်ခုတွင် ပြသနေလျှင် ၎င်းကပက်စီတာတွင် လျှပ်စီးယိုစိမ့်မှုရှိနေခြင်း သို့မဟုတ် ကပက်စီတာအတွင်း လျှပ်ကာတွင် ချို့ယွင်းမှုရှိနေခြင်း ဖြစ်နိုင်သည်။ 0.Ω ၌ ပင်ပြနေလျှင် ရှော့ဖြစ်နေ၍ဖြစ်သည်။ ထပ်မံ၍ မီတာ၏ စမ်းသပ်တံနှစ်ခုကို ပြောင်းပြန်ထား၍ တိုင်းတာမှုပြန်လုပ်ပါ။ 0.Ω ရှိရာသို့ရွေ့ပြီး α သို့ တဖြည်းဖြည်းပြန်ရွေ့သွားလျှင်ကောင်းမွန်သည်။

# ELECTRICAL WIRING DIAGRAMS

## ဖော်ပြချက်

လျှပ်စီးပတ်လမ်းကို ရုပ်ပုံများဖြင့် အသုံးပြု၍ ဖော်ပြလျှင် လွန်စွာရှုပ်ထွေးသော သရုပ်ပြပုံများဖြစ်နေပြီး သဘောပေါက်နားလည်ရန် ခက်ခဲပေမည်။ ထို့ကြောင့် ဆားကစ်ပတ်လမ်းများကို ဖော်ပြရာတွင် လျှပ်စစ်ပစ္စည်းအသီးသီးကို သက်ဆိုင်ရာ သင်္ကေတများဖြင့် ကိုယ်စားပြုဖော်ပြသည်။

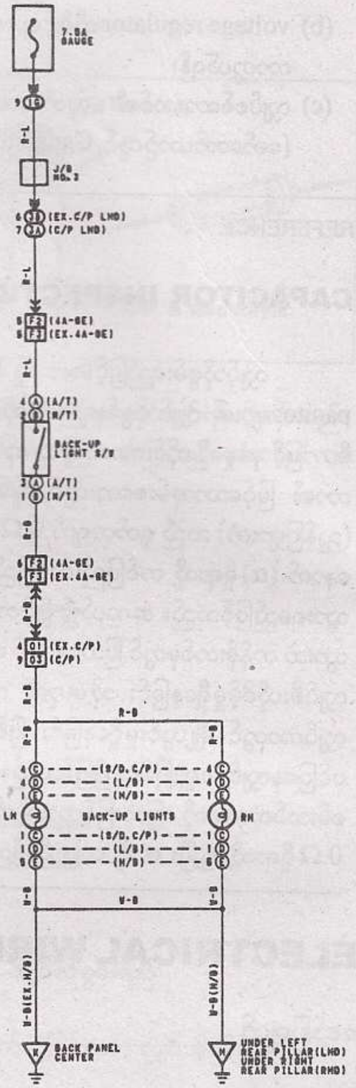
ဥပမာအားဖြင့် ဘက်ထရီ၊ ဖျူ့စ်၊ ခလုတ်နှင့် မီးသီးတို့ပါဝင်သော ဆားကစ်ကို အောက်ပါအတိုင်း သင်္ကေတများဖြင့် ဖော်ပြသည်။



သို့သော်လည်း တစ်ကယ့်လက်တွေ့မော်တော်ယာဉ် တစ်စီး၌ လျှပ်စီးစနစ်များစွာ ဝါယာများစွာနှင့် ကော်နက်တာ (အဆက်)များဆက်သွယ်ထားသည်။ မော်တော်ယာဉ်လျှပ်စစ်စနစ်ကို စစ်ဆေးသောအခါ ဘက်ထရီနှင့် အမျိုးမျိုးသော အစိတ်အပိုင်း (မီးသီး၊ ဟွန်းစသည်) တို့ကို ရှာတွေ့ရန် လွယ်ကူသော်လည်း ဖျူ့စ်များ၊ junction blocks (J/B) များ၊ relay block (R/B) များ၊ ကော်နက်တာများ၊ ဝါယာများစသည်တို့မှာ ယာဉ်အတွင်းတွင်ရှိသောကြောင့် အလွယ်တကူရှာဖွေမတွေ့နိုင်ပေ။

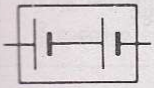
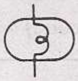
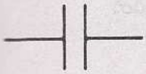
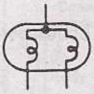
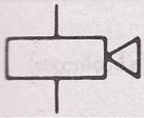
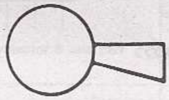
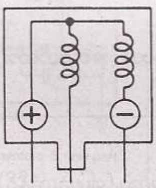
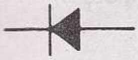
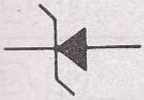
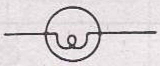
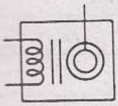
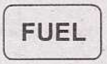
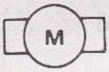
ထို့ကြောင့် အဓိက အစိတ်အပိုင်းများကို ဖော်ပြရုံမကဘဲ ဖျူ့စ်၊ junction blocks, relay blocks, Connectors, နှင့် wire တို့ကိုပါ ဖော်ပြသည့် electrical wiring diagrams EWDs များကို အသုံးပြုဖော်ပြသည်။ မော်တော်ယာဉ်တစ်စီးအတွက် ဝါယာဆက်သွယ်မှု ဒိုင်ယာဂရမ်အားလုံးကို Electrical wiring diagram manual ဟုခေါ်သော စာအုပ်တစ်ခုတည်းတွင် စုပေါင်းဖော်ပြသည်။ အောက်တွင်ဖော်ပြထားသော wiring diagram သည် Corolla (AE 9#) ၏ back-up light (နောက်မီးဆားကစ်) အတွက် wiring diagram ဖြစ်သည်။

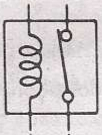
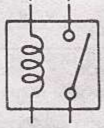
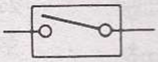
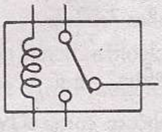
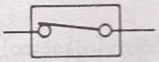
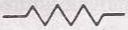
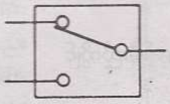
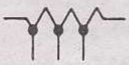
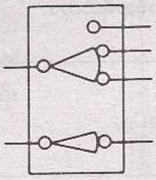
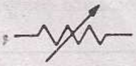
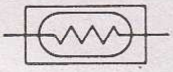
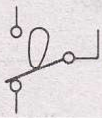
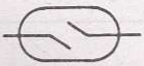
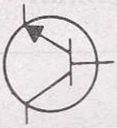
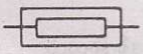
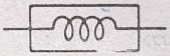
wiring diagram များကို သတ်မှတ်စည်းမျဉ်းစည်းကမ်းများနှင့် အညီ ရေးဆွဲရသည်။ wiring diagram manual ကို မှန်ကန်စွာ အသုံးပြုနိုင်ရန် ပထမအဆင့်အနေဖြင့် ၄င်းစည်းမျဉ်းများကို သိရှိနားလည်ရန်လိုသည်။



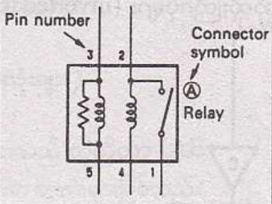
## 1. SYMBOL (သင်္ကေတများ)

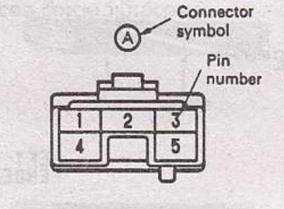
အောက်ဖော်ပြပါ သင်္ကေတပုံများသည် မော်တော်ယာဉ်တွင် အသုံးပြုသော လျှပ်စစ်အစိတ်အပိုင်းများကို wiring diagram တွင် ကိုယ်စားပြုဖော်ပြသော သင်္ကေတများဖြစ်သည်။

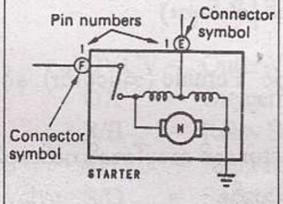
| | | | |
|---|---|---|---|
|  | ဘက်ထရီ |  | မီးသီးကြီးများ<br>1. တစ်စမီး |
|  | ကပက်စီတာ (ကွန်ဒင်ဆာ) |  | 2. နှစ်စမီး |
|  | စီးကရက်မီးညှိကွိုင် |  | ဟွန်း |
| | ဆားကစ်ဘရိတ်ကာ |  | မီးပေးကွိုင် |
|  | ဒိုင်အုပ် | | |
|  | ဒိုင်အုပ်၊ ဇီနာ |  | မီးသီး |
|  | ဒစ်စတြီဗျူတာ, II A | | အယ်လ်အီးဒီ |
| | ဖျူ့စ် | | မီတာ– အင်နလော့ |
| | ဖျူ့စ်လင့် |  | မီတာ– ဒစ်ဂျစ်တယ် |
| | ဂရောင်း |  | မော်တာ |

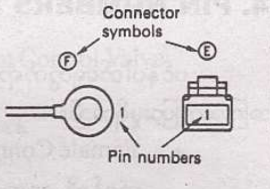
| | | | |
|---|---|---|---|
|  | ရီလေး<br>1. ပုံမှန်၌ပိတ် | | စပီကာ |
|  | 2. ပုံမှန်၌ဖွင့် |  | ခလုတ် (မန်နူရယ်)<br>1. ပုံမှန်၌ဖွင့် |
|  | ရီလေး (နှစ်လမ်းသွား) |  | 2. ပုံမှန်၌ပိတ် |
|  | ရီစစ္စတာ |  | ခလုတ် (နှစ်လမ်းသွား) |
|  | ရီစစ္စတာ (အစထုတ်ထား) |  | ခလုတ် (နှိုးခလုတ်) |
|  | ရီစစ္စတာ (ပြောင်းလဲနိုင်) | | |
|  | ဆင်ဆာ (သာမစ္စတာ) |  | ခလုတ် (ရေသုတ်တံ) |
|  | ဆင်ဆာ (အင်နလော့မြန်နှုန်း) |  | ထရန်စစ္စတာ |
|  | ဖျူ့ပင် | | ဝါယာများ<br>1. ဆက်မနေပါ။ |
|  | ဆိုလီနွိုက် | | 2. ဆက်နေသည်။ |

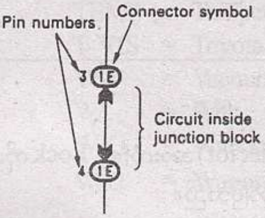
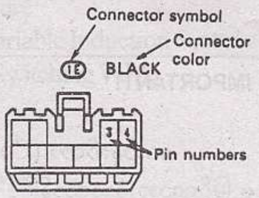
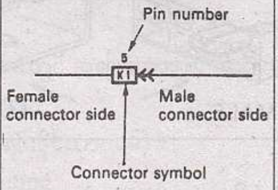
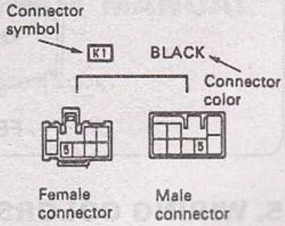
Wiring diagram များတွင် ဆားကစ်အတွင်း အသုံးပြုထားသော ကော်နက်တာ (ဝါယာအဆက်) များ၏ ပုံသဏ္ဍာန်၊ ပင်နံပတ်များနှင့် အရောင်များကိုလည်း ဖော်ပြသည်။

<table>
<tr><th>Wiring diagram ရှိ သင်္ကေတ</th><th>ဆက်သွယ်မှုပုံစံ</th><th>Wiring diagram တွင် ဖော်ပြပုံ (ဥပမာ)</th><th>ကော်နက်တာသင်္ကေတများ (ဥပမာ)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Ⓐ,Ⓑ,Ⓒ .......</td><td rowspan="2">ပစ္စည်းများသို့တိုက်ရိုက် ဆက်သွယ်သည်။</td><td>

One connector & one part</td><td>

Connector on wire harness side</td></tr>
<tr><td>

Plural connectors & one part</td><td>

Connector on wire harness side</td></tr>
<tr><td>(1A), (1B), .....</td><td>Junction block No.1 သို့ဆက်သွယ်သည်။</td><td rowspan="3">
</td><td rowspan="3">
</td></tr>
<tr><td>(2A), (2B), .....</td><td>Junction block No.2 သို့ဆက်သွယ်သည်။</td></tr>
<tr><td>(3A), (3B), .....</td><td>Junction block No.3 သို့ဆက်သွယ်သည်။</td></tr>
<tr><td>[A1], [B1], .......</td><td>ဆက်သွယ်ထားသော ဝါယာထုပ်အဆက်များ</td><td>
</td><td>
</td></tr>
</table>

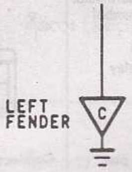
**IMPORTANT !**

- အရောင်ပြထားခြင်းမရှိသော ကော်နက်တာများ၏အရောင်မှာ milky white (နို့နှစ်ရောင်) ဖြစ်သည်။
- ဝါယာထုပ်အဆက်အဖိုခေါင်းကို မျှားခေါင်းနှစ်ထပ် (≚) ဖြင့် ညွှန်းပြသည်။

## 3. GROUNDING POINTS (ဂရောင်းချသောပွိုင့်များ)

ဂရောင်းပွိုင့်များကို အောက်ထိုးတြိဂံပုံများ (inverted trangles) Ⓐ, Ⓑ စသည်ဖြင့် ဖော်ပြသည်။

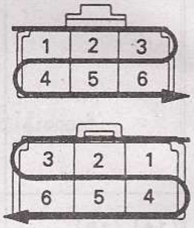
ဥပမာ–




## 4. PIN NUMBERS (ပင်နံပါတ်များ)

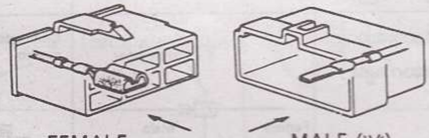
ပင်နံပါတ်ရေတွက်ရာတွင် Female (အမခေါင်း) နှင့် male (အဖိုခေါင်း) အကြားကွဲပြားမှုရှိသည်။

- Female Connector တွင် အပေါ်ဘက်ဘယ်အစွန်မှ အောက်ဘက်ညာအစွန်သို့ ရေတွက်သည်။
- Male Connector တွင် အပေါ်ဘက်ညာအစွန်မှ အောက်ဘက်ဘယ်အစွန်သို့ ရေတွက်သည်။




**IMPORTANT!**

ကော်နက်တာ (Connector) အားလုံး၏ Lock ကိုအပေါ်ဘက်၌ထားပြီး အဖွင့်ဘက် (open enel) မှ မြင်ရသော ပုံသဏ္ဍာန်ဖြင့် ဖော်ပြသည်။



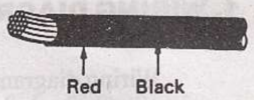

## 5. WIRING COLORS (ဝါယာကာလာများ)

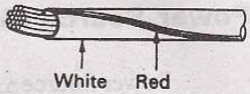
ဝါယာအရောင်များကို စာသင်္ကေတများဖြင့် ဖော်ပြသည်။

B = Black (အနက်) O = Orange (လိမ္မော်)

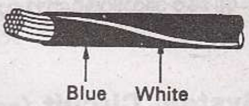
BR = Brown (အညို) P = Pink (ပန်းရောင်)

G = Green (အစိမ်း)
GR = Gray (မီးခိုး)
L = Blue (အပြာ)
LG = Light green (အစိမ်းနု)
R = Red (အနီ)
V = Violet (ခရမ်း)
W = White (အဖြူ)
Y = Yellow (အဝါ)



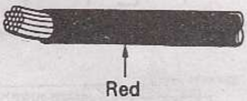




အရောင်လိုင်းကြိုးဖော်ဝါယာများအတွက် hyphen ( - ) တုံးရှေ့မှလာသော စာသင်္ကေတသည် အခြေခံ (အောက်ခံ) ဝါယာအရောင်ကိုဖော်ညွှန်းပြီး hyphen ( - ) တုံးနောက်မှလာသော စာသင်္ကေတသည် ဖော်ထားသော ကာလာကြိုး လိုင်း၏ အရောင်ဖြစ်သည်။




## ABBREVIATIONS (အတိုကောက်စာလုံးများ)

အောက်ဖော်ပြပါ အတိုကောက်စာလုံးများသည် တိုယိုတာ (AE 9#) ၏ Wiring diagram စာအုပ်တွင် အသုံးပြုသော စာလုံးများဖြစ်သည်။




A/C = Air Conditioner
A/T = Automatic Transmission
CB = Circuit Breaker
CMH = Cold Mixture Heater
CONB = Combination
C/P = Coupe Type
EBCV = Electronic Air Bleed Control Valve
ECU = Electronic Control Unit
EGR = Exhaust Gas Recirculation
FL = Fusible Link
IIA = Integrated Ignition Assembly
J/B = Junction Block
LH = Left-hand
M/T = Manual Transmission
O/D = Overdrive
OVCV = Outer Vent Control Valve
OX = Oxygen
R/B = Relay Block
RH = Right-hand
S/D = Sedan Type
SW = Switch
TCCS = Toyota Computer Controlled System
TEMP = Temperature
T-VIS = Toyota Variable Induction System
VSV = Vacuum Switching Valve
W/ = With
W/O = Without
W/G = Wagon Type

## LAYOUT OF ELECTRICAL WIRING DIAGRAM MANUAL

Electrical wiring diagram manual တွင် အခြေခံအားဖြင့် သုံးပိုင်းခွဲထားသည်။

- Wiring diagram fan each system
  (စနစ်တစ်ခုချင်းစီအတွက် ဝါယာရင်းဒိုင်ယာဂရမ်)
- Relay location and wiring routing
  (ရီလေးများတည်ရှိရာနေရာနှင့် ဝါယာဆက်သွယ်မှုလမ်းကြောင်း)
- Overall wiring diagram
  (အလုံးစုံဖော်ပြသော ဝါယာရင်းဒိုင်ယာဂရမ်)

## 1. WIRING DIAGRAM

Wiring diagram တစ်ခုသည် power source (ပါဝါပင်ရင်း) System circuit (စနစ်ဆားကစ်) နှင့် grounding points (ဂရောင်းပွိုင့်များ) ကို ဖော်ပြသည်။

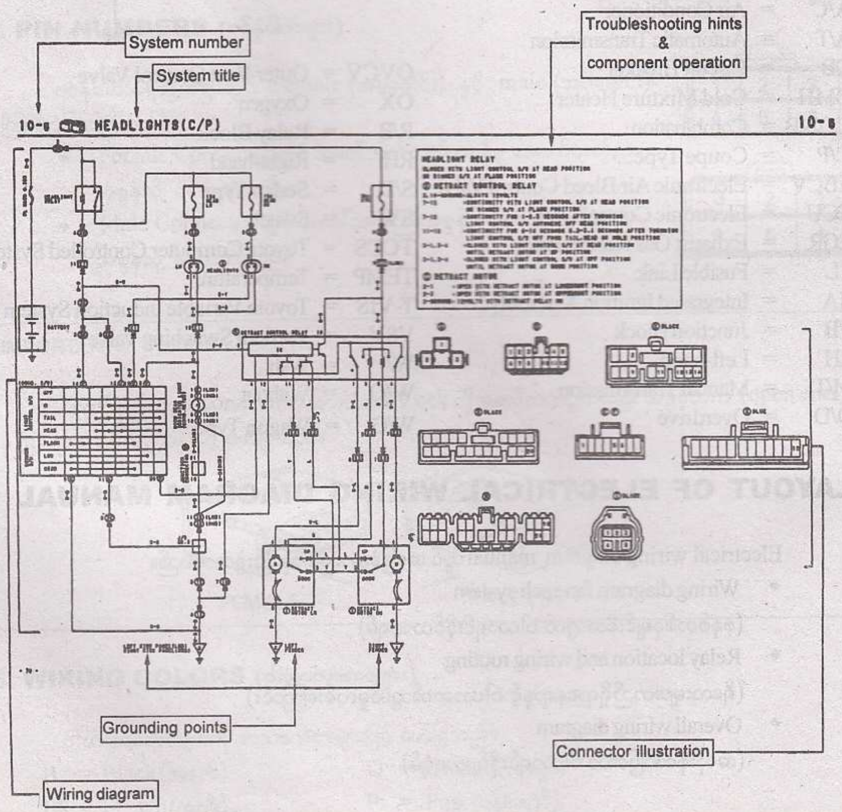
### Power Source (ပါဝါပင်ရင်း)

Power Source သည်

1. ဘက်ထရီမှ ဖျူ့စ်သို့သွားသော ဆားကစ်နှင့်
2. ဖျူ့စ်နှင့် အသုံးပြုနိုင်သော လျှပ်စစ်၏ အကြားဆက်စပ်မှုကို ဖော်ပြသည့် power load Reference တို့ကိုဖော်ညွှန်းသည်။

### System Circuit (စနစ်ဆားကစ်)

၎င်းသည် စနစ်တစ်ခုစီ (Ignition System, Stop Light စသည်) ဂရောင်းပွိုင့်အထိ ဆားကစ်အားလုံးပါဝင်သည်။



## Ground Points (ဂရောင်းပွိုင့်များ)

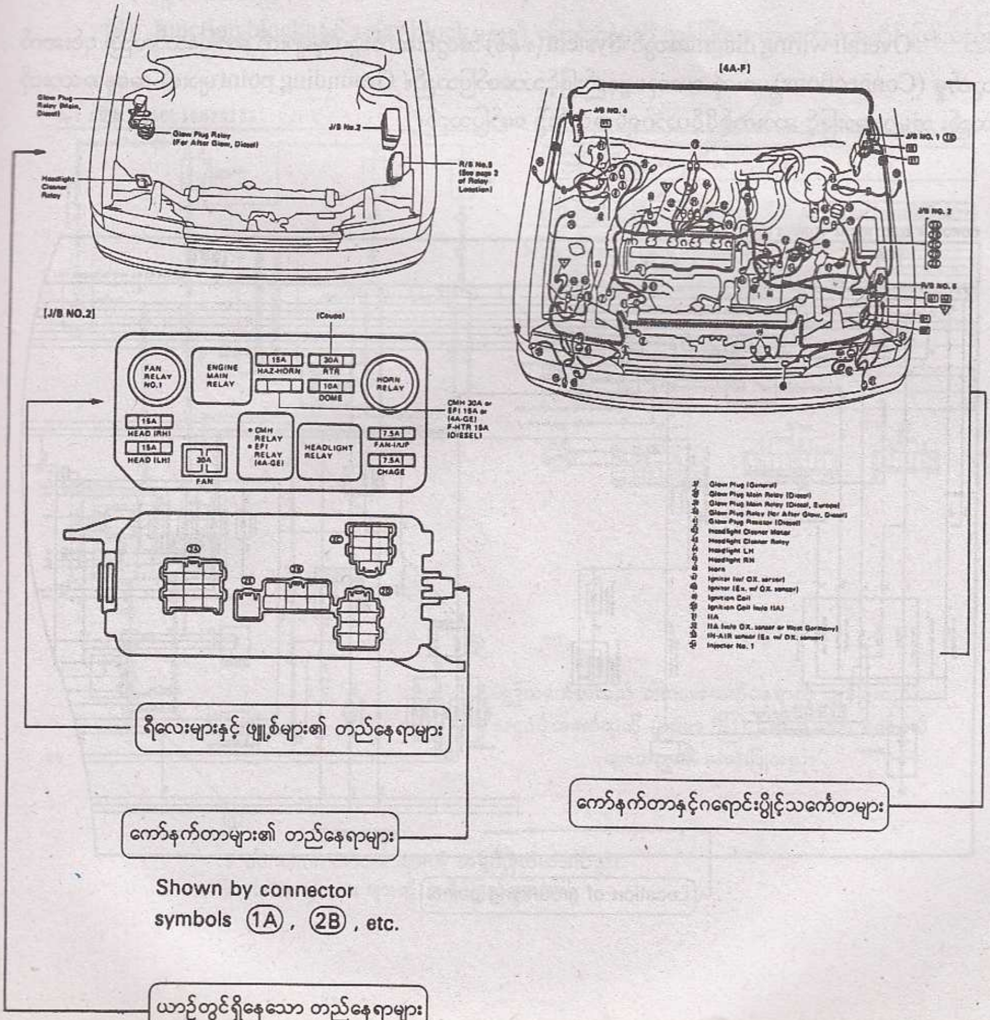
ဧင်းတွင် မည်သည့် ဆားကစ်များသည် ဂရောင်းပွိုင့်များနှင့် ဆက်သွယ်နေသည်နှင့် ၎င်းတို့မည်သည့်နေရာတွင်ရှိသည်ကို ဖော်ပြသည်။

## 2. RELAY LOCATIONS AND WIRING ROUTING
(ရီလေးတည်နေရာများနှင့်ဝါယာဆက်သွယ်လမ်းကြောင်း)

Electrical Wiring Diagram (EWD) မန်နျူရယ်စာအုပ်၏ 'ရီလေးတည်နေရာ' အပိုင်းတွင် Junction block များ Relay block များနှင့် Relay Fuse များ၏ တည်နေရာကို ဖော်ပြသည်။

ရီလေးတည်နေရာ

ဝါယာလမ်းကြောင်း



"Wiring routing" ဝါယာဆက်သွယ်လမ်းကြောင်းအပိုင်းတွင် ကော်နက်တာများ၊ ဆက်သွယ်ထားသော ပစ္စည်းများ၏ အမည်များ၊ ဝါယာထုပ်များ၏ ဆက်သွယ်လမ်းကြောင်းများကို ဖော်ပြသည်။

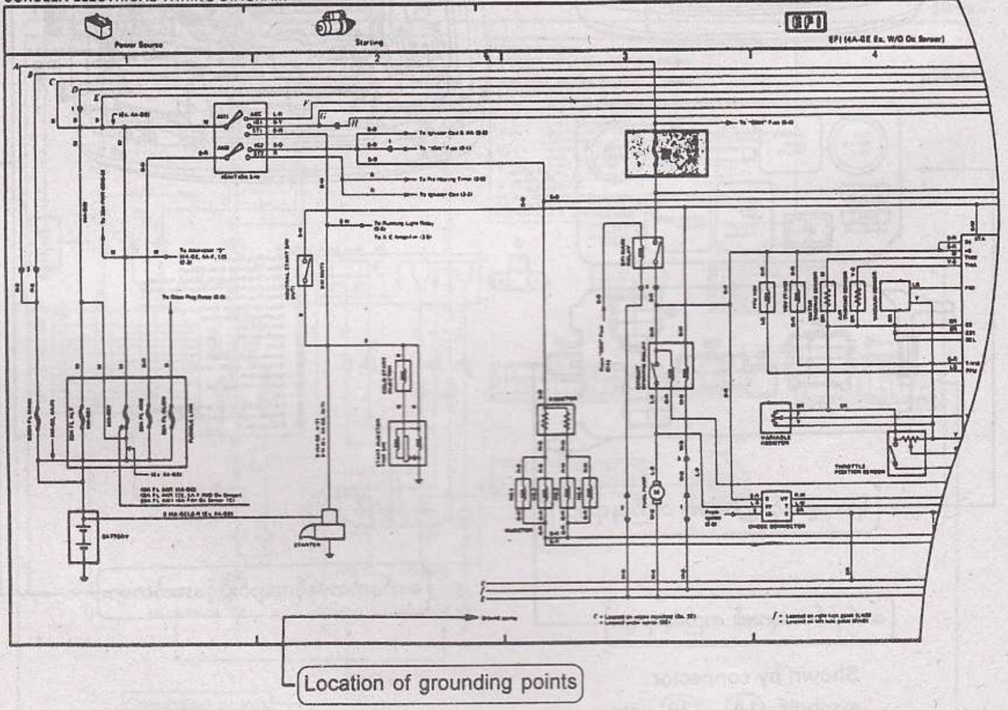
၎င်းပုံများတွင်

- ❖ ပစ္စည်းများသို့တိုက်ရိုက်ဆက်သွယ်သော ကော်နက်တာများကို နံပါတ်စဉ်အလိုက် ①, ②, ③- - - စသည်တို့ဖြင့် ဖော်ပြသည်။
- ❖ Junction block များသို့ ဆက်သွယ်သော ကော်နက်တာများကို (1A), (1B) - - - စသည်ဖြင့် ဖော်ပြသည်။
- ❖ ဝါယာထုပ်များအကြားရှိ ကော်နက်တာများကို [A1], [A2] - - - စသည်ဖြင့် ဖော်ပြသည်။
- ❖ Grounding point များကို (A), (B) စသည်ဖြင့် ဖော်ပြသည်။

## 3. OVERALL WIRING DIAGRAM

Overall wiring diagram တွင် System (စနစ်) အတွင်းဆက်သွယ်မှုများကို ဖော်ပြသော်လည်း ၎င်းဆက်သွယ်မှု (Connections) များကို ယေဘုယျနည်းဖြင့်သာဖော်ပြသည်။ Grounding point များ၏ အနေအထားကိုလည်း အများအားဖြင့် ဆားကစ်ဒိုင်ယာဂရမ်အတွင်း၌ ဖော်ပြသည်။

COROLLA ELECTRICAL WIRING DIAGRAM



## 4. NEW TYPE ELECTRICAL WIRING DIAGRAM MANUALS
## (Wiring စာအုပ်ပုံစံအသစ်)

ပုံစံအဟောင်းမှ အဓိကပြောင်းလဲမှုများ

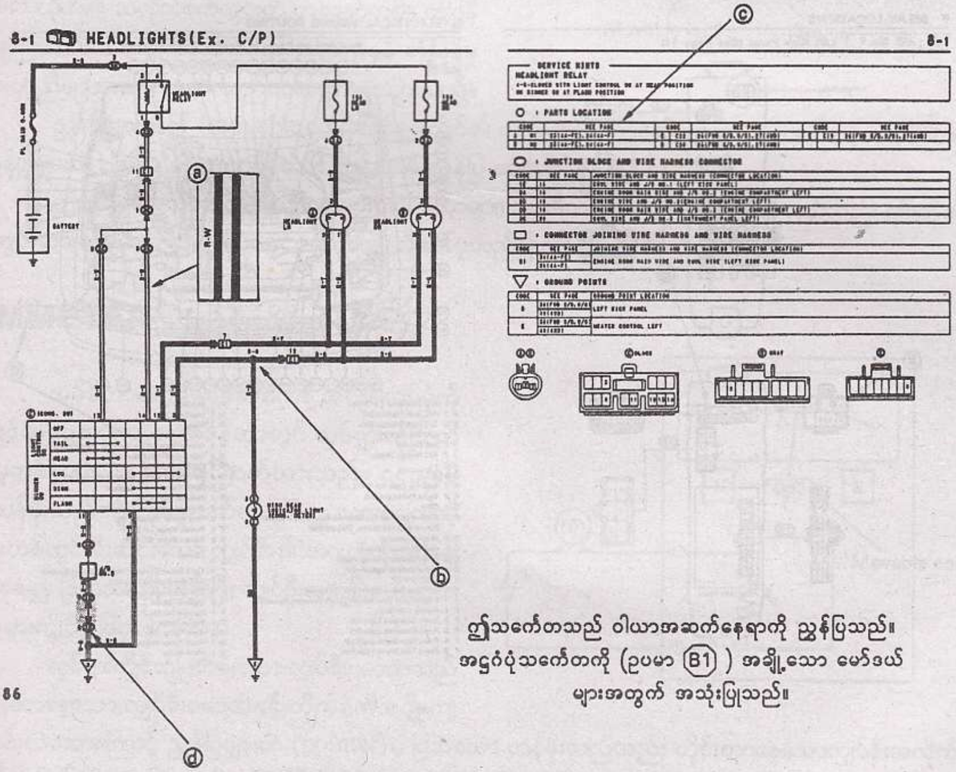
### 1. Wiring Diagram

(a) wiring harness (ဝါယာထုပ်) များ၏ အရောင်ကို မော်တော်ယာဉ်တွင် အမှန်တကယ်ရှိသည့် အရောင်အတိုင်းဖော်ပြသည်။

(b) wiring splicing points (ဝါယာအဆက်နေရာများ) ကို ပါထပ်မံထည့်သွင်းဖော်ပြသည်။

(c) အသုံးချနိုင်ရန် ရီလေးတည်နေရာများနှင့် ဝါယာလမ်းကြောင်းများအတွက် စာမျက်နှာများထပ်မံထည့်သွင်းထားသည်။

(d) Junction blocks နှင့် relay block များ၏ ပြောင်းလဲမှုကို ညွှန်ပြပုံမှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်သည်။




ဤသင်္ကေတသည် ဝါယာအဆက်နေရာကို ညွှန်ပြသည်။ အဌဂံပုံသင်္ကေတကို (ဥပမာ (B1) ) အချို့သော မော်ဒယ်များအတွက် အသုံးပြုသည်။

- Junction blocks များကို အရိပ်ခြယ်ထားသည်။
- Relay blocks များကို အရိပ်ခြယ်မထားပါ။

## 2. Relay Location And Wiring Routing

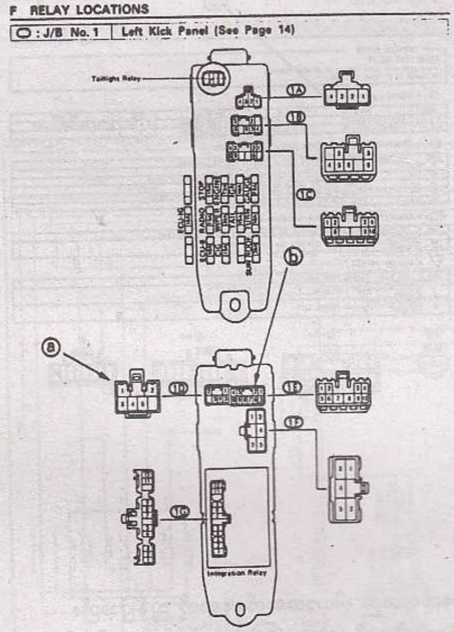
### Relay Location (ရီလေးတည်နေရာ)

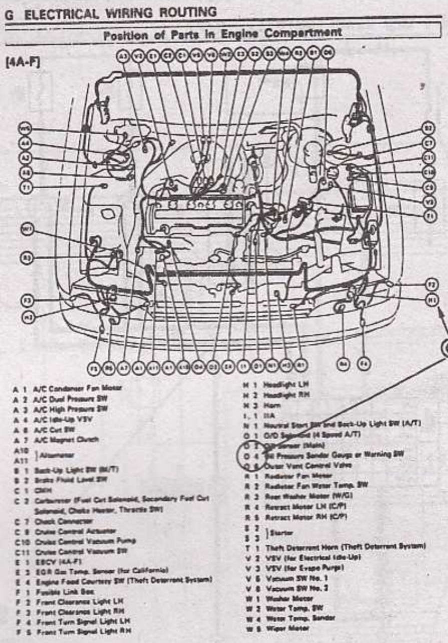
(a) Connector illustration (ကော်နက်တာများဖော်ပြခြင်း) ကို wiring diagram မှ relay location section သို့ပြောင်းရွှေ့ဖော်ပြသည်။

(b) Connector များအတွက် ပင်နံပါတ် (Pin numbers) များကို Junction block နှင့် relay block ဘက်တွင် ပေါင်းထည့်ဖော်ပြသည်။

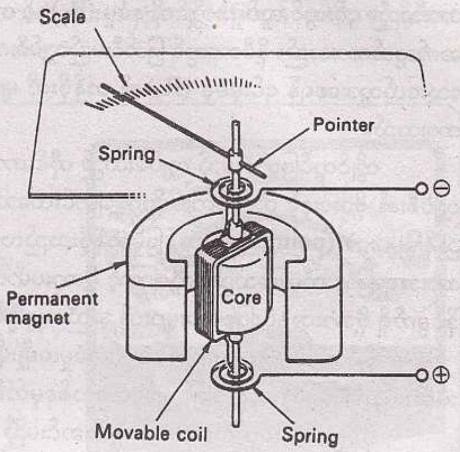
### Wiring Routing (ဝါယာသွယ်ထမ်းကြောင်း)

(c) ဝါယာမှ ပစ္စည်းအစိတ်အပိုင်းများသို့ ဆက်သွယ်သော ကော်နက်တာများ၏ တည်နေရာအနေအထား ကို Part name ဖြင့် ဖော်ပြသည်ထက် Location codes (တည်နေရာပြကုဒ်) များဖြင့်ဖော်ပြသည်။



# CONSTRUCTION OF CIRCUIT TESTER
## (ဆားကစ်စမ်းသပ်ကိရိယာတည်ဆောက်ပုံ)



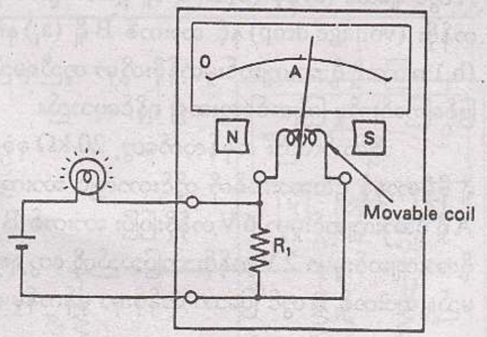

Circuit tester ၏ အခြေခံပုံစံမှာ ညွှန်ပြတံ (pointer) တစ်ခုပူးတွဲတပ်ဆင်ထားသော လှုပ်ရှားနိုင်သော ကွိုင်တစ်ခုပင်ဖြစ်သည်။ ၎င်းလှုပ်ရှားနိုင်သော ကွိုင်ကို အမြဲတမ်းသံလိုက်ပိုးလ်စွန်း (ဝင်ရိုးစွန်း) များအကြားထားရှိသည်။ ကွိုင်သို့ လျှပ်စစ်ဖြတ်စီးသောအခါ ၎င်းကွိုင်အူတိုင် (metal core) သည် သံလိုက်ဖြစ်သွားပြီး သံလိုက်ဓာတ်ထွက်ရှိသည်။ ၎င်းသံလိုက်ဓာတ် ပမာဏသည် ၎င်းကွိုင်သို့ ဖြတ်စီးသော လျှပ်စီးပမာဏအရ တိုက်ရိုက်ပြောင်းလဲမှု ဖြစ်သည်။

ကွိုင်မှထွက်လာသော သံလိုက်စက်ကွင်းနှင့် အမြဲတမ်းသံလိုက်၏ သံလိုက်စက်ကွင်းတို့ တစ်ခုနှင့်တစ်ခု တုံ့ပြန်မှုပြုကြသောအခါ ကွိုင်သည် စပရင်ကန်အားနှင့် တုံ့ပြန်မှုအားတို့ညီမျှသွားသည်အထိ လည်ပတ်ရွေ့လျားသွားသည်။

ညွှန်ပြမျှားတံကို (movable coil) လှုပ်ရှားကွိုင်၏ ဝင်ရိုးတွင် ပူးတွဲတပ်ဆင်ထားသောကြောင့် ၎င်းပွိုင့်တာ (ညွှန်ပြမျှားတံ) သည် တိုင်းတာရရှိသော တန်ဖိုးကို ညွှန်ပြ ပေးသည်။

ဤအခြေခံအလုပ်လုပ်ပုံမှာ ဗို့မီတာများ၊ အမ်မီတာများ၊ အုမ်းမီတာများ၏ အခြေခံပုံစံဖြစ်သော်လည်း ၎င်းတို့၏ အတွင်းဆားကစ်မှာ ၎င်းတို့၏ပုံစံနှင့် အသုံးပြုပုံတို့ပေါ်မူတည်၍ ကွဲပြားပြောင်းလဲသွားသည်။

## AMMETER (လျှပ်စီးတိုင်းအမ်မီတာ)

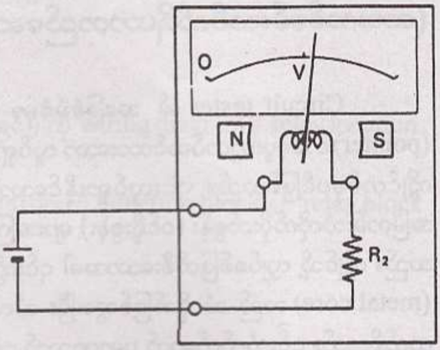



အမ်မီတာ၏ အခြေခံဆားကစ် အလုပ်လုပ်ပုံကို ပုံတွင်ဖော်ပြထားသည်။ အမ်မီတာတွင် လှုပ်ရှားကွိုင် ကို ခုခံမှုတစ်ခု ($R_1$) နှင့် အပြိုင်ဆက်ထားသည်။ ၎င်းခုခံမှု၏တန်ဖိုးသည် ကွိုင်ခုခံမှုထက်များစွာ နည်းသောကြောင့် ဆားကစ်တွင် စီးဆင်းသော လျှပ်စီး၏ အားလုံးနီးပါးခန့် ၎င်းခုခံမှုမှ ဖြတ်သန်းစီးဆင်းပြီး လျှပ်စီးအနည်းငယ်မျှသာ လှုပ်ရှားကွိုင်မှ ဖြတ်စီးသည်။

လှုပ်ရှားကွိုင်သို့ဖြတ်စီးသော လျှပ်စီးပမာဏသည် တိုင်းတာနေသော လျှပ်စီးပမာဏနှင့် တိုက်ရိုက်အချိုးကျ ပြောင်းလဲသောကြောင့် ညွှန်ပြမျှားတံ (pointer) မှ ပြသသော တန်ဖိုးသည်လည်း တိုင်းတာနေသောလျှပ်စီးအလိုက် တိုက်ရိုက်ပြောင်းလဲမှုဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် ဒိုင်ခွက် (dail) တွင် အမ်ပီယာ (လျှပ်စီး) တန်ဖိုးပြသသော စကေးများကို အညီအမျှစိတ်ထားသည်။

တိုင်းတာလိုသော အမ်ပီယာ အဆင့်အတန်း (အနည်းအများ) ပြောင်းလဲမှုကို ဗို့မီတာ၌ကဲ့သို့ပင် ခလုတ်ဖြင့် ပြောင်းကာ ခုခံမှုတစ်ခုမှ အခြားတစ်ခုသို့ ပြောင်းလဲစီးဆင်းစေခြင်းဖြင့် ရယူနိုင်သည်။

## VOLTMETER (ဗို့အားတိုင်းမီတာ)



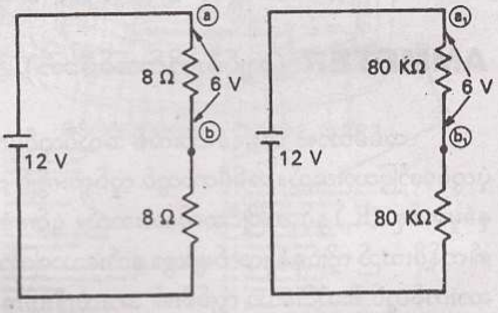

ဗို့မီတာ၏ အခြေခံဆားကစ်တည်ဆောက်ပုံကို ဖော်ပြထားသည်။ ၎င်းတွင် လှုပ်ရှားကွိုင်ကို ခုခံမှု ($R_2$) နှင့် တန်းဆက်ဆက်သွယ်ထားသည်။ ဗို့မီတာတွင် ဖြတ်စီးမည့်လျှပ်စီးကို များစွာသေးငယ်သွားစေရန် ၎င်းခုခံမှု ($R_2$) ၏ တန်ဖိုးကို များစွာကြီးထားသည်။

ကွိုင်တွင်ဖြတ်စီးမည့် လျှပ်စီးသည် တိုင်းတာနေသောလျှပ်စီး၏ ဗို့အားနှင့် တိုက်ရိုက်အချိုးကျပြောင်းလဲသောကြောင့် ညွှန်ပြမျှားတံ (pointer) ၏ ညွှန်ပြမှုတန်ဖိုးသည်လည်း ထိုဗို့အားအရပြောင်းလဲမှုဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် ဗို့အားပမာဏ ညွှန်ပြဒိုင်ခွက်ရှိ ဗို့အားတန်ဖိုးပြစကေးများကို အညီအမျှ ခွဲစိတ်ထားရှိသည်။

ဗို့မီတာအများစု၏ အတွင်းတွင် ခုခံမှုအမျိုးမျိုးရှိသော ရီစစ္စတာများပါရှိပြီး တိုင်းတာနိုင်သော ဗို့အားအရွယ်အစားပြောင်းလဲမှုကို ခလုတ်ဖြင့် ရီစစ္စတာတစ်ခုမှတစ်ခုသို့ ပြောင်းလဲစီးဆင်းစေခြင်းဖြင့်ရယူသည်။

ဗို့မီတာ၏ အတွင်းဆားကစ်သို့ စီးဆင်းမည့် လျှပ်စီးတန်ဖိုးကို နည်းနိုင်သမျှနည်းစေရန် ခုခံမှု ထောင်တန်ဖိုးရာပေါင်းများစွာရှိသော ရီစစ္စတာကို ဗို့မီတာတွင် ထည့်သွင်းအသုံးပြုသည်။

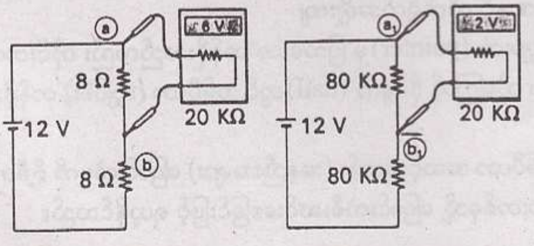
၎င်းခုခံမှု၏ တန်ဖိုးသည် ရိုးရိုးလျှပ်စီးပတ်လမ်း (အီလက်ထရောနစ်မဟုတ်သော ဆားကစ်) တွင် တိုင်းတာသော လျှပ်စီးတန်ဖိုးကြီးမားနေလျှင် အကျိုးသက်ရောက်မှုမရှိသော်လည်း လျှပ်စီးတန်ဖိုးမှာ လွန်စွာသေးငယ်နေပြီး အီလက်ထရောနစ် ဆားကစ်ဖြစ်နေလျှင် ဗို့မီတာရှိ ခုခံမှုတန်ဖိုးမှာ တိုင်းတာရရှိသော တန်ဖိုးကို ပြသရာတွင် အကျိုးသက်ရောက်မှုရှိနိုင်သည်။




CIRCUIT 'A' CIRCUIT 'A'

ဥပမာအားဖြင့် ဖော်ပြပါဆားကစ်ကို 20 kΩ ခုခံမှုတန်ဖိုးရှိ ဗို့မီတာဖြင့် တိုင်းတာရမည် ဆိုပါက ဆားကစ် A တွင် ရှိသော (a) နှင့် (b) အကြားရှိ ဗို့အားကျဆင်းမှုတန်ဖိုး (voltage drop) နှင့် ဆားကစ် B ရှိ ($a_1$) နှင့် ($b_1$) အကြားရှိ ဗို့အားကျဆင်းမှုတန်ဖိုးတို့မှာ တူညီရမည်ဖြစ်ကြောင်းကိုမူ ကြိုတင်တွေးဆ၍ ရနိုင်ပေသည်။

သို့သော်လည်း အမှန်လက်တွေ့ 20 kΩ ခုခံမှုရှိ ဗို့မီတာနှင့် ၎င်းဆားကစ်ကို တိုင်းတာလျှင် ဆားကစ် A ရှိ ဗို့အားကျဆင်းမှုမှာ 6 V တန်ဖိုးပြပြီး ဆားကစ် B ရှိ ဗို့အားကျဆင်းမှုမှာ 2 V တန်ဖိုးသာပြသည်ကို တွေ့ရပေမည်။ ဆားကစ် B တွင် ပြသော တန်ဖိုးမှာ မှန်ကန်မှုမရှိချေ။



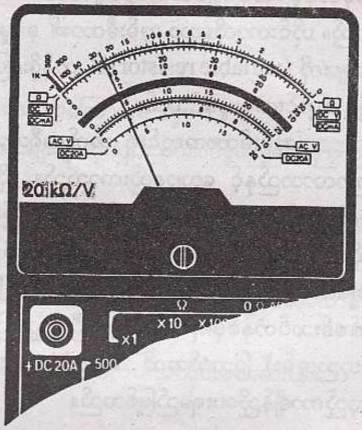

CIRCUIT 'A' CIRCUIT 'B'

အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် ဆားကစ် B ကို တိုင်း တာရာတွင် ဆားကစ်အတွင်းရှိ ခုခံမှုတန်ဖိုး 80 kΩ နှင့် ဗို့မီတာအတွင်းရှိ ခုခံမှု 20 kΩ တို့မှာ အပြိုင်ဆက်သွယ်မှု ဖြစ်သွား၍ ($a_1$) နှင့် ($b_1$) အကြားခုခံမှုကို ကြီးစွာလျော့ချလိုက်သည်။ ထို့ကြောင့် ဗို့အားကျဆင်းမှုတန်ဖိုးမှာလည်း ငယ်သွားရခြင်းဖြစ်သည်။

ထို့ကြောင့် အီလက်ထရောနစ် ဆားကစ်အတွင်းရှိ ဗို့အားကိုတိုင်းတာရာတွင် MΩ တန်ဖိုးပါရှိသည့် ဗို့မီတာကို အသုံးပြုရမည်ဖြစ်သည်။

**REFERENCE**

**ဗို့မီတာ၏အတွင်းခုခံမှုတန်ဖိုးကို သတ်မှတ်ခြင်း**



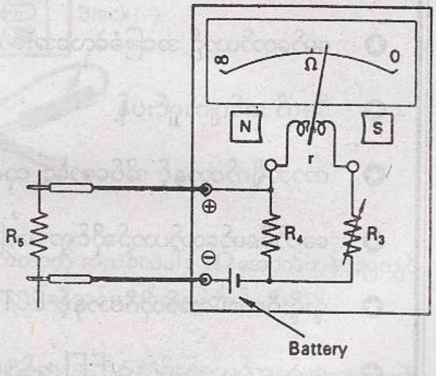

ဗို့မီတာများ၏ ဒိုင်ခွက်များတွင် 2kΩ/v, 4000 Ω/v စသည့် အမှတ်အသားများပါလေ့ရှိသည်။ ထိုအမှတ်အသားများမှ ဗို့မီတာအတွင်းရှိ ခုခံမှုတန်ဖိုးကို သိရှိနိုင်သည်။ ၎င်း Ω/v တန်ဖိုး (ဥပမာ– 4000 Ω/v) နှင့် ၎င်းဗို့မီတာတိုင်းတာနိုင်သော အမြင့်ဆုံး (Full-scale reading) ဗို့အားတန်ဖိုး (250 V range အတွက် 250) ကို မြှောက်ခြင်းဖြင့် ၎င်းဗို့မီတာအတွင်းရှိ ခုခံမှုတန်ဖိုးကို သိရှိနိုင်သည်။

ဤဗို့မီတာတွင် 250 V range အတွက် အတွင်းခုခံမှုတန်ဖိုးမှာ 4000 × 250 = 1,200,000 = 1.2 MΩ ဖြစ်သည်။

ပုံမှန်အားဖြင့် ဗို့မီတာအတူတူပင်ဖြစ်သည့်တိုင် ရွေးချယ်မှု စကေးပေါ်တွင် မူတည်ပြီးအတွင်းခုခံမှု တန်ဖိုးပြောင်းလဲသည်။

range တစ်ခုတည်းသာပါရှိသော ဗို့မီတာ၌ဒိုင်ခွက်တွင် ဖော်ပြပါရှိသော Ω/v တန်ဖိုးသည် ၎င်းဗို့မီတာ၏ စုစုပေါင်းအတွင်း ခုခံမှု တန်ဖိုးပင်ဖြစ်သည်။ (ဤ ဥပမာတွင် ၎င်းတန်ဖိုးမှာ 20 kΩ/v ဖြစ်သည်။)

## OHMMETER (ခုခံမှုတိုင်းအုမ်းမီတာ)

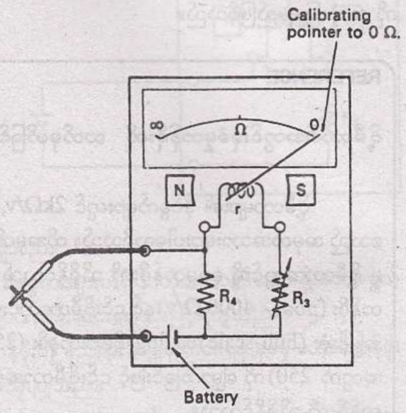



အုမ်းမီတာ၏ အခြေခံလျှပ်စီးပတ်လမ်းပုံကို ဖော်ပြထားသည်။ ၎င်းတွင် ပြောင်းလဲပေးနိုင်သော ခုခံမှု (variable resistor) $R_3$ ကို လှုပ်ရှားကွိုင်နှင့် တန်းဆက် ဆက်သွယ်ထားပြီး၊ ရိုးရိုးခုခံမှု $R_4$ ကို လှုပ်ရှားကွိုင်နှင့် အပြိုင်ဆက်သွယ်ထားသည်။ အုမ်းမီတာအတွင်းပါရှိသော ဘက်ထရီမှ စီးဆင်းသောလျှပ်စီးသည် တိုင်းတာမှုခံရသော ခုခံမှု ($R_5$) မှတစ်ဆင့် အုမ်းမီတာသို့ ပြန်လည်စီးဝင်ပြီး ညွှန်ပြမှုအတံကို ရွေ့လျားသွားစေသည်။

$R_4$ ၏ ခုခံမှုတန်ဖိုးမှာ လွန်စွာသေးငယ်သောကြောင့် လျှပ်စီးတန်ဖိုးအားလုံးနီးပါး ၎င်းမှဖြတ်စီးသည်။ ထို့ကြောင့် လှုပ်ရှားကွိုင်တွင် လျှပ်စီးအနည်းငယ်မျှသာ စီးဆင်းသည်။

၎င်းလျှပ်စီးတန်ဖိုးသည် တိုင်းတာခံရသော ခုခံမှု $R_5$ တန်ဖိုးနှင့် အချိုးမညီစွာပြောင်းလဲမှု (non-linear proportion) ဖြစ်ခြင်းကြောင့် ဒိုင်ခွက်ရှိ ခုခံမှုတန်ဖိုးကို ပြသော စကေးများကို အညီအမျှမဟုတ်ဘဲ ခွဲဝေထားရသည်။ သို့ သော် ခုခံမှုတန်ဖိုးကြီးလာလျှင် စကေးပိုမိုစိတ် (နီးကပ်) လာသည်။

$R_5$ တန်ဖိုးမြင့်လာသည်နှင့် ကွိုင်တွင်စီးသော လျှပ်စီးမှာလည်း နည်းလာသည်။ ဤသည်မှာ အုမ်းမီတာတွင် သုည တန်ဖိုးအမှတ်သည် ဗို့မီတာနှင့် အမ်မီတာတို့၏ သုညတန်ဖိုး အမှတ်နှင့် ဆန့်ကျင်ဘက်တွင်ရှိစေသောအကြောင်းပင်ဖြစ်သည်။ တိုင်းတာလိုသော အုမ်းမီတာ၏ ခုခံမှုတန်ဖိုး အနည်းအများကို (variable resistor) $R_3$ တန်ဖိုးပြောင်း လဲပေးခြင်းဖြင့် ပြောင်းလဲရယူနိုင်သည်။




အုမ်းမီတာအတွင်းရှိ ဘက်ထရီအားမှာ အသုံးပြုမှု ကြာလာသည်နှင့် လျော့နည်းလာသည်။ ထိုသို့ဖြစ်လာလျှင် ဖတ်ယူရရှိသော တန်ဖိုးများမှာ မတိကျမှုဖြစ်ပေါ်လာသည်။ ထို့ကြောင့် အုမ်းမီတာကို အသုံးမပြုမီ ၎င်းကို ချိန်ညှိမှု (Calibration) ပြုလုပ်ပေးရမည်ဖြစ်သည်။ ထိုသို့ပြုလုပ်ရန် မီတာ၏စမ်းသပ်တံနှစ်ခုကို ထိတွေ့စေပြီး ညွှန်ပြမျှားတံကို 0W (သုညအုမ်း) ပြသည်အထိ Variable resistor ($R_3$) ကို လှည့်ကာချိန်ညှိပေးရမည်ဖြစ်သည်။

## မင်းသိန်း (စက်မှု) ၏ ထွက်ရှိပြီးသော စာအုပ်များ

- ✪ မော်တော်ယာဉ် အခြေခံလေအေးပေးစနစ်နှင့် လေပူပေးစနစ်
- ✪ ဒီဇယ် အင်ဂျက်ရှင်းပန့်
- ✪ ကာဘရိုက်တာနှင့် အိပ်ဇောဓာတ်ငွေ့ ထုတ်လွှတ်မှု ထိန်းချုပ်စနစ်
- ✪ ခေတ်မီမော်တော်ယာဉ်ဆိုင်ရာ အခြေခံနည်းပညာများ (အလုပ်ရုံလက်စွဲ)
- ✪ ရိုးရိုးဂီယာ၊ အော်တိုဂီယာနှင့် ECT
- ✪ မော်တော်ယာဉ်ဆိုင်ရာ EFI အင်ဂျင်နှင့် ကွန်ပျူတာထိန်းချုပ်စနစ်
- ✪ ခေတ်မီမော်တော်ယာဉ်ဆိုင်ရာ လျှပ်စစ်နည်းပညာများ

# INSPECTION OF ELECTRICAL COMPONENTS

## (လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများကို စစ်ဆေးခြင်း)

## ကော်နက်တာ (CONNECTORS) များကို စစ်ဆေးနည်းများ

### 1. CONNECTOR များကို စစ်ဆေးပုံ

ကော်နက်တာများ ချို့ယွင်းချက်ဖြစ်စေသည့် အများဆုံးဖြစ်နိုင်သောအကြောင်းများမှာ

r ပထမအကြောင်းမှာ ပင်များကို လော့ခ်ကျသည်အထိ သေသေချာချာထိုးသွင်းတပ်ဆင်မှုမပြုခြင်းကြောင့် ပင် (Pin) များ ကျွတ်ထွက်ပြီး ထိတွေ့မှုအားနည်းရခြင်း

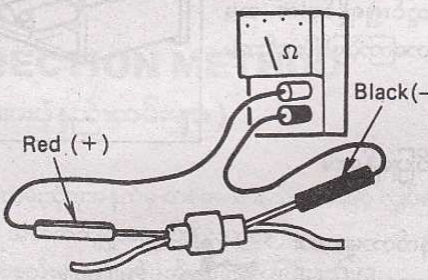
r ဒုတိယအကြောင်းမှာ အဖိုခေါင်းကို လော့ခ်ကျသည်အထိ ထိုးသွင်းတပ်ဆင်မှုမလုပ်၍ အဖိုပင်များပုံသဏ္ဌာန်ပျက်ပြီး မကြာခဏ ထိတွေ့မှု မကောင်းခြင်း

r တတိယအကြောင်းမှာ ဖုန်အညစ်အကြေးများ၊ ရေများကော်နက်တာအတွင်းသို့ဝင်ရောက်ပြီး တစ်ခါတစ်ရံ ထိတွေ့မှုမကောင်းဖြစ်ခြင်း

အထက်ပါအကြောင်းအရင်းများကို မှတ်သား၍ ကော်နက်တာများကို အောက်ပါအတိုင်းစစ်ဆေးပါ။

### ထိတွေ့ခြင်းခုခံမှု (CONTACT RESISTANCE) ကိုတိုင်းပါ

အောက်တွင်ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း ကော်နက်တာကို အုမ်းမီတာနှင့် ဆက်သွယ်ပြီး Contact Resistance ကို တိုင်းတာပါ။




မီတာတွင် 1Ω သို့မဟုတ် ထို့ထက်ပိုပြခဲ့သော် ကော်နက်တာကို အသစ်လဲပါ။ 1Ω အောက်တန်ဖိုးပြလျှင် ဆက်သွယ်ထားသော Load (လျှပ်စစ်ဝန်) အပေါ်မူတည်ပြီး လဲလှယ်ရန်သင့်မသင့်ဆုံးဖြတ်ပါ။

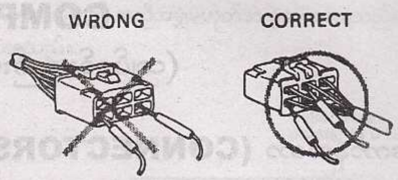
ဥပမာ –

(1) အပေါ်စအတွက် 60 W ရှိပြီး အောက်စ 150 W ရှိသော ရှေ့မီးကြီးများအတွက် Connector တွင် အုမ်းမီတာ၌ 0.5 Ω ပြလျှင် ကော်နက်တာကို အသစ်လဲပါ။

(2) 60 Ω ရှိသော ရီလေးကွိုင်နှင့်ဆက်သော Connector တွင် မီတာ၌ 0.5 Ω ပြသည့်တိုင် relay အနေဖြင့်အဆင်ပြေ၍ ၎င်းတွင် ကော်နက်တာကို မလဲဘဲထားနိုင်သည်။

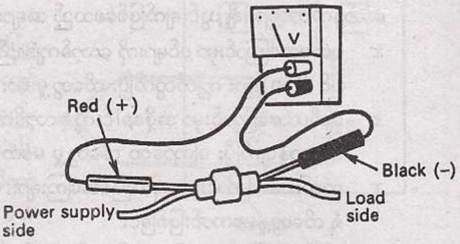
**IMPORTANT!**

Circuit tester ဖြင့် Connector များကို စမ်းသပ်ရာ တွင် စမ်းသပ်တံကို ကော်နက်တာ၏ နောက်ကျောဘက်မှသာ ထိုးသွင်းစမ်းသပ်ရမည်ဖြစ်သည်။ ရှေ့ဘက်အပေါက် (sockets) များအတွင်းသို့ မထိုးသွင်းရပါ။




## ဗို့အားကျဆင်းမှု (VOLTAGE DROP) ကိုတိုင်းတာပါ

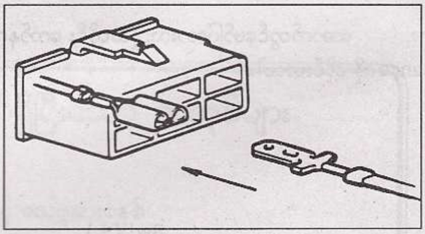
ကော်နက်တာရှိ ဗို့အားကျဆင်းမှုကို တိုင်းတာရန် ကော်နက်တာနှင့် ဗို့မီတာကို အောက်ပါပုံစံအတိုင်းဆက်သွယ်ပါ။ တိုင်းတာရာတွင် လျှပ်စစ်ပစ္စည်း (Load) အလုပ်လုပ်နေစဉ်တိုင်းတာပါ။ ဤနည်းဖြင့် ချို့ယွင်းချက်ရှိနေသော်လည်း 'ခုခံမှုတိုင်းတာစစ်ဆေးခြင်းအဆင့်' တွင် ရှာဖွေ၍မတွေ့သော ချို့ယွင်းချက်ရှိ ကော်နက်တာကို ရှာဖွေတွေ့ရှိနိုင်သည်။




## အဖိုခေါင်းနှင့်အမခေါင်းတင်းကြပ်အား (INSERTION FORCE) ကိုစစ်ဆေးပါ

ကော်နက်တာ၏ Insertion Force ကိုစစ်ဆေးရန် အဖိုခေါင်းနှင့် သက်ဆိုင်ရာအမခေါင်းကို ပုံတွင် ပြထားသည့်အတိုင်း ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ပါ။

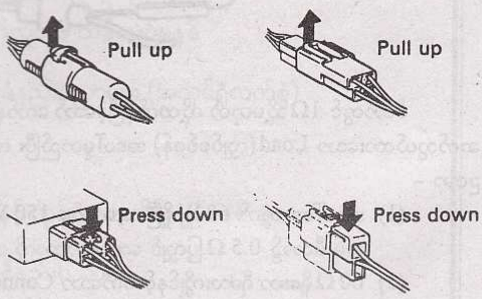
အလွန်လွယ်ကူစွာ စွပ်သွင်း၍ရနိုင်ပါက အမခေါင်း၏ စပရင်ညှပ်အားပျော့နေသောကြောင့်ဖြစ်ပြီး ၎င်းအမခေါင်းကို အသစ်လဲလှယ်ရမည်။



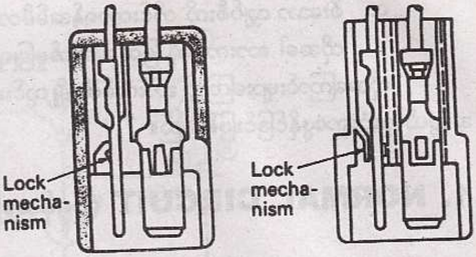
## 2. ကိုင်တွယ်ရာတွင် သတိပြုရန်များ

၀ မော်တော်ယာဉ်ရှိ ဝါယာကော်နက်တာများအားလုံးလိုလိုတွင် လော့ခ် (အထိန်းအချုပ်) ပြုလုပ်ထားသည်။ အချို့သော ကော်နက်တာများတွင် လော့ခ်တစ်ခုပါပြီး တချို့တွင် လော့ခ်နှစ်ခုပါရှိသည်။

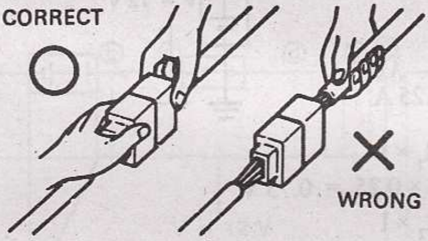
အချို့သော လော့ခ်ပြုလုပ်မှုများကို အပေါ်သို့ဆွဲတင်၍လည်းကောင်း၊ အချို့ကိုအောက်သို့ဖိတွန်း၍လည်းကောင်း လော့ခ်ပြုလုပ်ခြင်းမှ ပြုတ်အောင် ဆောင်ရွက်နိုင်သည်။



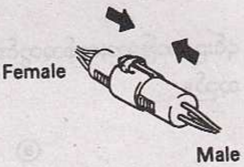
○ ကော်နက်တာများကို ဖြုတ်သည့်အခါ ဝါယာပင်ခေါင်းများကို ၎င်းတို့၏ ကော်နက်တာမှ ကျွတ်ထွက်လာခြင်းမရှိစေရန်အတွက် ပင်ခေါင်းများတွင် လော့ခ်ပြုလုပ်ထားကြသည်။ ထို့ကြောင့် ပင်ခေါင်းများကို ၎င်းတို့၏ ကော်နက်တာမှ ဖြုတ်ရာတွင် ပြုလုပ်ထားသော လော့ခ်ကို သင့်လျော်သောကိရိယာဖြင့် ပြန်လည်ဖြေလျှော့စေပြီးမှ ဖြုတ်ယူရမည်ဖြစ်သည်။ ပင်ခေါင်းများကို ကော်နက်တာတွင် ပြန်တပ်ရာ၌လည်း လော့ခ်ကျသည်အထိ သေချာစွာထည့်သွင်းတပ်ဆင်မှုပြုရမည်ဖြစ်သည်။




○ ကော်နက်တာများကိုဖြုတ်ရာတွင် လက်နှစ်ဖက်ဖြင့် ကော်နက်တာအဖိုခေါင်းနှင့် အမခေါင်းကိုကိုင်၍ ဖြုတ်ယူရမည်။ ဝါယာများမှ ဆွဲဖြုတ်ခြင်းလုံးဝမပြုရပါ။




○ ကော်နက်တာကိုဆက်ရာတွင် အဖိုခေါင်းနှင့် အမခေါင်းလော့ခ်ကျသည်အထိ (ကလစ်သံမည်သည်အထိ) နှင့် ကော်နက်တာကို ထပ်မံထည့်သွင်း၍ မရတော့သည်အထိ ထိုးသွင်းတပ်ဆင်ရမည်။




# SYSTEM INSPECTION METHOD
## (ဆားကစ်နစ်ကို စစ်ဆေးပုံနည်းလမ်းများ)

အောက်ဖော်ပြပါနည်းလမ်းသုံးခုအနက်မှ တစ်ခုသောနည်းလမ်းဖြင့် လျှပ်စစ်ဆားကစ်အတွင်းရှိ ချို့ယွင်းချက်ရှိနေသောဧရိယာ (ပစ္စည်း) ကို အတိအကျရှာဖွေမှုပြုနိုင်သည်။

a. သီးခြားလျှပ်စစ်ပစ္စည်းများ၏ ခုခံမှုကို တိုင်းတာခြင်းနည်း
b. ဆားကစ်တွင် စီးဆင်းသောလျှပ်စီးကို တိုင်းတာသောနည်း
c. ဗို့အားကျဆင်းမှုကို တိုင်းတာသောနည်း

တတိယဖော်ပြထားသော ဗို့အားကျဆင်းမှုကို တိုင်းတာသောနည်းသည် အောက်ဖော်ပြပါအကြောင်းများကြောင့် အဆင်ပြေဆုံးနည်းလမ်းဖြစ်စေသည်။

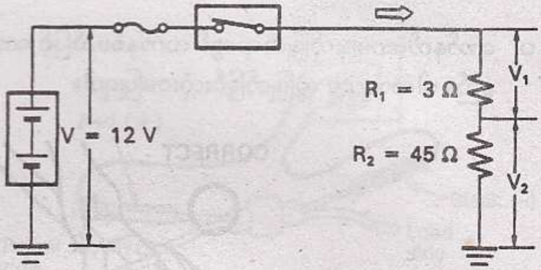
a. သီးခြားလျှပ်စစ်ပစ္စည်းများ၏ ခုခံမှုကို တိုင်းတာနိုင်ခြင်းမပြုမီ ပစ္စည်းအစိတ်အပိုင်းများကို လျှပ်စစ်ဆားကစ်မှ ဖြုတ်ရမည်ဖြစ်သည်။
b. အုမ်းတန်ဖိုးအနည်းငယ်မျှသာရှိသော ခုခံမှုတန်ဖိုးများကို အုမ်းမီတာအားလုံးအနေဖြင့် မှန်ကန်တိကျစွာဖတ်ယူနိုင်မှုမရှိခြင်း

င. စီးသော လျှပ်စီးကို တိုင်းတာရန်အမ်မီတာကို လျှပ်စီးအတွင်းတန်းဆက်ဆက်သွယ်ရမည်ဖြစ်သည်။ ထိုအခါ ဆားကစ်ကို ဖြတ်တောက်မှုပြုရန်လိုအပ်လာသည်။

ထိုအကြောင်းများကြောင့် ဆားကစ်၏ ချို့ယွင်းချက်များကို ဗို့အားကျဆင်းမှုတိုင်းတာခြင်း နည်းလမ်းဖြင့်သာ အလွယ်ကူဆုံးရှာဖွေနိုင်ခြင်းဖြစ်သည်။

## 1. NORMAL CIRCUIT (ပုံမှန်အခြေအနေဆားကစ်)

အောက်ဖော်ပြပါဆားကစ်ရှိ ခုခံမှု $R_1$နှင့် $R_2$ တွင် ဖြစ်ပေါ်သောဗို့အားကျဆင်းမှု (voltage drop) တန်ဖိုးကို အောက်ပါအတိုင်း တိုင်းတာသတ်မှတ်နိုင်သည်။




စုစုပေါင်းခုခံမှု $R_0 = R_1 + R_2$

$= 3 + 45 = 48\ \Omega$

လျှပ်စီး $I = \dfrac{V_T}{R_0}$

$= \dfrac{12}{48} = 0.25\ A$

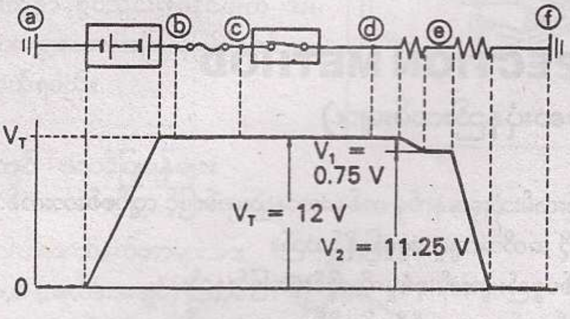
$R_1$ တွင် ဗို့အားကျဆင်းမှု $V_1 = R_1 \times I$

$= 3 \times 0.25 = 0.75\ V$

$R_2$ တွင် ဗို့အားကျဆင်းမှု $V_2 = R_2 \times I$

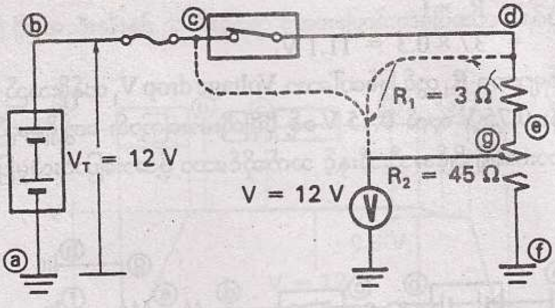
$= 45 \times 0.25 = 11.25\ V$

၎င်းဥပမာပြဆားကစ်အတွင်းရှိ ပွိုင့်နေရာအသီးသီးနှင့် သက်ဆိုင်သော ဗို့အားပြောင်းလဲမှုကို အောက်ပါပုံဖြင့်ဖော်ပြနိုင်သည်။



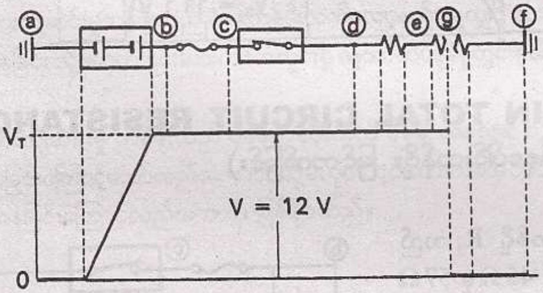

## 2. BRAKE IN CIRCUIT (ပြတ်နေသောဆားကစ်)

ဥပမာ အောက်ပါဆားကစ်ပုံတွင် ရီစစ္စတာ $R_2$ ရှိ ပွိုင့် (g) တွင် ပြတ်နေနိုင်သည်ဟုယူဆပါ။ ထိုကဲ့သို့ပြတ်နေခြင်း ဟုတ်မဟုတ်သိနိုင်ရန် ဗို့မီတာကို အသုံးပြု၍ ဆားကစ်၏ အပေါ်ဘက်ပွိုင့်တစ်ခုခု [ဥပမာတွင် ပွိုင့် (c) သို့မဟုတ် ပွိုင့် (d)] နှင့် ပြတ်နေသည်ဟုထင်ရသောပွိုင့် [ဤဥပမာတွင် ပွိုင့် (g)] တို့ရှိ ဗို့အားကျဆင်းမှုများကို တုိင်းတာခြင်းဖြင့် စုံစမ်းနိုင်သည်။




အကယ်၍တိုင်းတာရာတွင် ဗို့အားကျဆင်းမှုမရှိ (ပွိုင့်တာ 12 V တွင် ပြသ) ပါက ၎င်းဆားကစ်တွင် open ဖြစ်နေသည်ဟု ဖော်ပြခြင်းပင်ဖြစ်သည်။

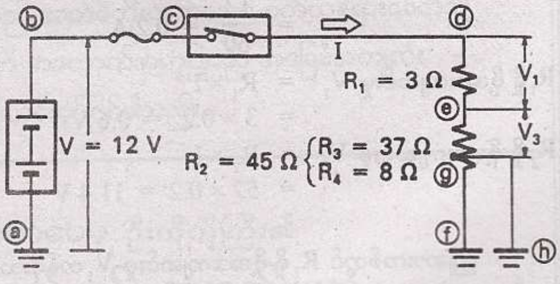
အထက်ပါဆားကစ်ရှိ ပွိုင့်အသီးသီးနှင့် သက်ဆိုင်သော ဗို့အားပြောင်းလဲမှုပြဂရပ်ပုံကို အောက်တွင်ဖော်ပြထားသည်။




## 3. SHORT CIRCUIT (ရှော့ဆားကစ်)

ဖော်ပြပါဆားကစ်တွင် 45 Ω ရှိသည့် $R_2$ ပေါ်ရှိ ပွိုင့် g ($R_2$ ၏ 45 Ω ကို 37 Ω ရှိ သော $R_3$ နှင့် 8 Ω ရှိသော $R_4$ အဖြစ်ခွဲခြားသွားသောနေရာ) တွင် ရှော့ (short circuit) ဆားကစ် ဖြစ်နေသည်ဟု သဘောထားပါ။ $R_1$ ရှိ ဗို့အားကျဆင်းမှု $V_1$ ကို စစ်ဆေးကြည့်လျှင် ပွိုင့် g တွင် ရှော့ဆားကစ်ဖြစ်နေ၍ လျှပ်စီးသည့် ဘက်ထရီမှစ၍ $R_1$ $R_3$ (ပွိုင့် g အထိ) နှင့် ဂရောင်း h သို့ စီးဆင်းမှုဖြစ်သည်။

ထိုသို့ဖြစ်၍




စုစုပေါင်းခုခံမှု $R_0 = R_1 + R_3$

$= 3 + 37 = 40\ \Omega$

လျှပ်စီး: $I = \dfrac{V}{R_0}$

$= \dfrac{12}{40} = 0.3\ A$

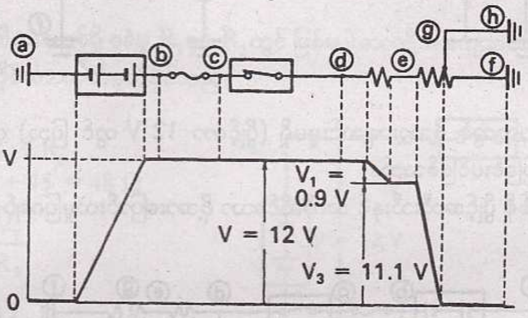
$R_1$ ရှိ ဗို့အားကျဆင်းမှု $V_1 = R_1 \times I$

$= 3 \times 0.3 = 0.9\ V$

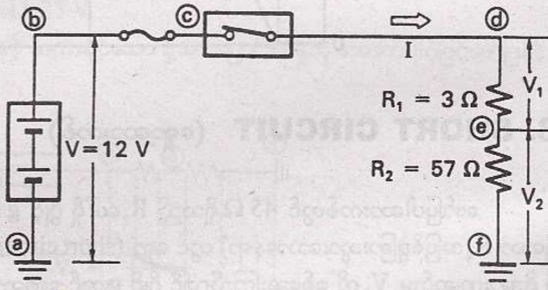
$R_3$ ရှိ ဗို့အားကျဆင်းမှု $V_3 = R_3 \times I$
$= 37 \times 0.3 = 11.1$ V

အထက်ပါရရှိချက်များအရ $R_1$ တွင် ဖြစ်ပေါ်သော Voltage drop $V_1$ တန်ဖိုးသည် စောစောကရော့ဆားက မဖြစ်ဘဲရရှိသော $V_1$ တန်ဖိုး 0.75 V ထက် 0.15 V ခန့် ပိုမိုကြီးမားကြောင်း တွေ့ရှိရမည်ဖြစ်သည်။

၎င်းဥပမာ ရော့ဆားကစ်ရှိ ပွိုင့်အသီးသီးနှင့် သက်ဆိုင်သော ဗို့အားပြောင်းလဲမှုပြ ဂရပ်ပုံကို အောက်တွ ဖော်ပြထားသည်။




## 4. INCREASE IN TOTAL CIRCUIT RESISTANCE
(ဆားကစ်ရှိ ခုခံမှုစုစုပေါင်းတန်ဖိုး မြင့်တက်ခြင်း)




ဖော်ပြခဲ့ပြီး ဆားကစ်ရှိ $R_2$ သည် ပျက်စီးမှုကြောင့် ခုခံမှုတန်ဖိုး 45 Ω မှ 57 Ω သို့ မြင့်တက်လာခြင်းဖြစ် လျှင် $R_1$ တွင်ဖြစ်သော $V_1$ ကို စစ်ဆေးကြည့်လျှင်

စုစုပေါင်းခုခံမှုတန်ဖိုး $R_0 = R_1 + R_2$
$= 3 + 57$
$= 60\ \Omega$

လျှပ်စီး $I = \dfrac{V}{R_0}$

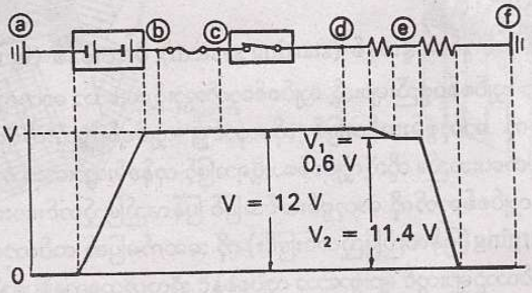
$= \dfrac{12}{60} = 0.2$ A

$R_1$ ရှိ ဗို့အားကျဆင်းမှု $V_1 = R_1 \times I$
$= 3 \times 0.2 = 0.6$ V

$R_2$ ရှိ ဗို့အားကျဆင်းမှု $V_2 = R_2 \times I$
$= 57 \times 0.2 = 11.4$ V

ဤဆားကစ်တွင် $R_1$ ရှိ ဗို့အားကျဆင်းမှု $V_1$ တန်ဖိုးသည် ပုံမှန်ဆားကစ်အခြေအနေရှိ $V_1$ တန်ဖိုး .75 V ထက် 0.15 V ခန့်သေးငယ်သွားကြောင်း တွေ့ရှိရမည်ဖြစ်သည်။

ဤဆားကစ်ရှိ ပွိုင့်အသီးသီးနှင့် သက်ဆိုင်ရာ ဗို့အားပြောင်းလဲမှုပြသော ဂရပ်ပုံကို အောက်တွင်ဖော်ပြထားသည်။




အထက်ပါတိုင်းတာမှုများအရ အောက်ပါအချက်သုံးချက်ကို သုံးသပ်ရရှိသည်။

a. ခုခံမှုတစ်ခုတွင်ရှိသော ဗို့အားကျဆင်းမှုကို တိုင်းတာကြည့်ခြင်းဖြင့် ၎င်းဆားကစ်တွင် ပွင့် (ပြတ်) နေခြင်း၊ ရှော့ဖြစ်နေခြင်းနှင့် ခုခံမှုတန်ဖိုးပြောင်းလဲနေခြင်းတို့ကို စုံစမ်းရှာဖွေနိုင်သည်။

b. ခုခံမှုတစ်ခု၏ ဗို့အားကျဆင်းမှုတန်ဖိုးသည် ပုံမှန်တန်ဖိုးထက်လျော့နည်းနေလျှင် ၎င်းတိုင်းတာနေသော ခုခံမှုအတွင်း ရှော့ဆားကစ်ဖြစ်နေခြင်း သို့မဟုတ် ၎င်းဆားကစ်အတွင်းရှိ နောက်ထပ်ခုခံမှုတွင် ခုခံမှုတန်ဖိုးမြင့်မားလာခြင်းကြောင့် ဖြစ်နိုင်သည်။

c. ခုခံမှုတစ်ခုရှိ ဗို့အားကျဆင်းမှု တန်ဖိုးသည် ပုံမှန်တန်ဖိုးထက် ပိုမိုများနေလျှင် တိုင်းတာနေသော ခုခံမှု၏ ခုခံမှုတန်ဖိုးမြင့်မားလာခြင်းကြောင့်သော်လည်းကောင်း သို့မဟုတ် ၎င်းဆားကစ်အတွင်းရှိ နောက်ထပ်ခုခံမှုတစ်ခုတွင် ရှော့ဆားကစ်ဖြစ်နေခြင်းကြောင့်လည်းကောင်း ဖြစ်နိုင်သည်။


ဦးကိုကိုကြီး ပြုစုရေးသားသည့်

ဖစ်တာမှတ်စု

ဤဖစ်တာမှတ်စုစာအုပ်သည် ခေတ်မီတိုးတက်သော စက်ယန္တရားခေတ်သို့ တက်လှမ်းရာတွင် သင့်အတွက် အထောက်အကူပြုမည့် အခြေခံအကျဆုံး စာအုပ်တစ်အုပ်ဖြစ်ပါသည်။

မိုးမြင့်ကြယ်စာပေမှ ဦးကိုကိုကြီး၏

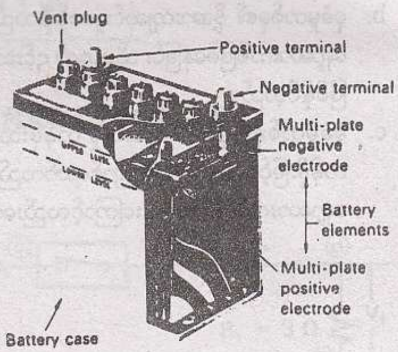
လျှပ်စစ်ဂဟေဆော်နည်း အတတ်ပညာ

# BATTERY (ဘက်ထရီ)

ဘက်ထရီသည် အင်ဂျင်၏ နှိုးစနစ် (starting system)၊ မီးပေးစနစ် (Ignition System)၊ မီးသီးများ (Light) နှင့် အခြားသော လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများသို့ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားပို့ပေးသော ဓာတုလျှပ်စစ်ပစ္စည်းတစ်ခုဖြစ်သည်။ ၎င်းသည် လျှပ်စစ်ဓာတ်ကို ဓာတုစွမ်းအင်အဖြစ် သိုလှောင်၍ လျှပ်စစ်ပစ္စည်းကိရိယာများမှ လိုအပ်သောအခါ လျှပ်စစ်ဓာတ်ပြန်လည်ထုတ်ပေးသည်။ ထိုသို့လျှပ်စစ်ပေးပို့ရသဖြင့် ကုန်ခမ်းသွားသော ဓာတုစွမ်းအင်ကို ပြန်လည်ဖြည့်တင်းရန် alternator မှ လျှပ်စစ်ဓာတ်ကို ဓာတုစွမ်းအင်အဖြစ် ပြန်လည်ဖြည့်တင်းပေးသည်။ ဤသို့ discharging (ထုတ်ယူခြင်း) နှင့် charging (ပြန်လည်ဖြည့်တင်းခြင်း) ကို အဆက်မပြတ် ထပ်ကာထပ်ကာ ပြုလုပ်စေသည်။

ခေတ်မီမော်တော်ယာဉ်များတွင် များစွာသော လျှပ်စစ်နှင့် အီလက်ထရောနစ်ပစ္စည်းများကို အသုံးပြုထားသည်။ ထိုအကြောင်းကြောင့် ဘက်ထရီကို စောင့်ရှောက်ထိန်းသိမ်းခြင်းသည် လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများဆိုင်ရာလုပ်ငန်းများကို မလုပ်ဆောင်မီ ပိုမိုအရေးတကြီး ပြုလုပ်ရမည့်လုပ်ငန်းဖြစ်သည်။

## ဘက်ထရီတည်ဆောက်ပုံ

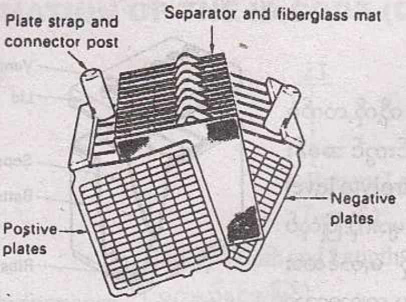


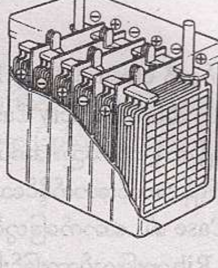

မော်တော်ယာဉ်ဘက်ထရီတွင် ဆာလ်ဖျူရစ်အက်ဆစ်ပျော်ရည် (electrolyte) နှင့် ပလိတ်ပြားများဖြင့် ပြုလုပ်ထားသည်။ positive (အဖို) နှင့် negative (အမ) ငုတ်များပါရှိသည်။ ပလိတ်ပြားများကို lead (ခဲ) သို့မဟုတ် ခဲဖြင့် ဆက်စပ်သော ပစ္စည်းများဖြင့် ပြုလုပ်ထား၍ ၎င်းပုံစံဘက်ထရီကို ခဲဘက်ထရီ (lead battery) ဟုခေါ်သည်။ အတွင်းတွင် သီးခြားစီရှိကြသော Cells (အခန်းများ) ဖြင့် ဖွဲ့စည်းထားသည်။ အများအားဖြင့် မော်တော်ယာဉ်ဘက်ထရီများတွင် cell ခြောက်ခုပါရှိသည်။ cell တစ်ခုစီတွင် ဘက်ထရီအစိတ်အပိုင်းများပါရှိပြီး ၎င်းတို့အားလုံး electrolyte (လျှပ်လိုက်ရည်) အတွင်းနစ်မြုပ်နေစေသည်။

## BATTERY ELEMENT (ဘက်ထရီ၏ အစိတ်အပိုင်းများ)

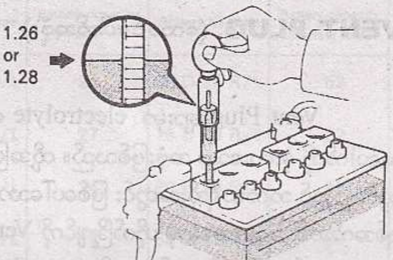
အဖိုပြားနှင့် အမပြားများတစ်ခုစီကို သီးခြားဖြစ်သော Plate strap များဖြင့် ဆက်သွယ်ထားသည်။ ထိုအခါ အဖိုပြား အုပ်စုနှင့် အမပြားအုပ်စုဟူ၍ ဖြစ်သွားပြီး ၎င်းအဖိုပြား၊ အမပြား များကို တစ်လှည့်စီနေရာချ၍ ၎င်းတို့အကြား separators နှင့် fiber glass mats တို့ဖြင့် ခြားနားထားသည်။ ၎င်း plate များ၊ separator များနှင့် mats များကို battery element ဟုခေါ်သည်။ ထိုကဲ့သို့ ပလိတ်ပြားများကို အုပ်စုခွဲလိုက်ခြင်းအားဖြင့် active material နှင့် electrolyte အကြား ထိတွေ့မှုဧရိယာများစေသော ကြောင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်ပမာဏပို၍ ရရှိစေနိုင်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် ဘက်ထရီ၏ စွမ်းအားကိုတိုးတက်စေသည်။

Cell တစ်ခုမှထုတ်ပေးသော electromotive force (EMF) ပမာဏမှာ ပလိတ်ပြား၏ အရည်အတွက်နှင့် အရွယ်အစားတွင် မူမတည်ဘဲ အနီးစပ်ဆုံး 2.1 V ခန့်ရှိသည်။ မော်တော်ယာဉ်များရှိ ဘက်ထရီများတွင် အခန်းခြောက်ခန်း (Six Cells) ကို တန်းဆက် ဆက်ထား၍ ၎င်း၏ ပုံမှန် out put EMF တန်ဖိုးမှာ 12 V ခန့်ရှိသည်။



## ELECTROLYTE (လျှပ်လိုက်ရည်)




ဘက်ထရီရှိ အီလက်ထရိုလိုက် (လျှပ်လိုက်ပျော်ရည်) တွင် ဆာလဖျူရစ်အက်ဆစ်နှင့် ပေါင်းခံရေတို့ကို ရောထားခြင်းဖြစ်သည်။ ဘက်ထရီများတွင် အသုံးပြုသော electrolyte ၏ (သိပ်သည်းဆ) specific gravity မှာ 20°C, 68°F တွင် အားအပြည့်ဖြစ်လျှင် 1.260 သို့မဟုတ် 1.280 ဖြစ်သည်။ ဤကွဲပြားချက်သည် ပျော်ရည်တစ်ခုစီ၏ ဆာလဖျူရစ်အက်ဆစ်နှင့် ပေါင်းခံရေတို့ ရောစပ်ပါဝင်သော အချိုးအစားပေါ်မူတည်နေ၍ဖြစ်သည်။ သိပ်သည်းဆ 1.260 ရှိသော ပျော်ရည်တွင် ပေါင်းခံရေ ၆၅ % နှင့် ဆာလဖျူရစ်အက်ဆစ် ၃၅% ပါဝင်ရောစပ်သည်။ သိပ်သည်းဆ 1.28 ရှိသော ပျော်ရည်တွင်ပေါင်းခံရေ ၆၃% နှင့် အက်ဆစ် ၃၇% တို့ရောစပ်သည်။

**IMPORTANT !**

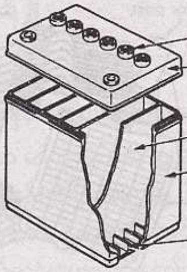
ဘက်ထရီတွင် သုံးသောပျော်ရည်သည် ပြင်းသောပျော်ရည်ဖြစ်ပြီး အရေပြား၊ မျက်စိနှင့် အဝတ်အစားများကိုစား၍ ပျက်စီးစေနိုင်သည်။ သင်၏ အရေပြား (သို့မဟုတ်) အဝတ်အစားများကို အက်ဆစ်ထိပါက ထိမိသောဧရိယာတစ်ဝိုက်ကို ရေများများနှင့်ဆေးပြီး backing soda နှင့် ရေတို့ကို ရောထားသည့် (ဆိုဒီယမ်ဘိုင်ကာဗွန်နိတ်) နှင့် neutralize ပြုလုပ်ရမည်။ အက်ဆစ်သည် သင်၏မျက်လုံးသို့ ထိပါကရေများများနှင့် မိနစ်အနည်းငယ်ကြာဆေးကြောပစ်ပါ။ ၎င်းနောက် ဆရာဝန်ထံမှ ညွှန်ကြားချက်ရယူပါ။

REFERENCE

### Specific Gavity (သိပ်သည်းဆ)

အရည်တစ်ခု၏ specific gravity (သိပ်သည်းဆ) ဆိုသည်မှာ ၎င်းအရည်၏ သိပ်သည်းခြင်း (ဒြပ်ထု / ထုထည်) တန်ဖိုးနှင့် ရေ၏ သိပ်သည်းခြင်းတို့၏ အချိုးတန်ဖိုးပင်ဖြစ်သည်။ သိပ်သည်းဆ 1 ထက်ငယ်သော အရည်သည် ရေထက်ပေါ့ပြီး သိပ်သည်းဆ 1 ထက်ကြီးသော အရည်သည် ရေထက်လေးသည်။

## BATTERY CASE (ဘက်ထရီအိုးခွံ)




ဘက်ထရီ electrolyte နှင့် Battery element တို့ကို လက်ခံထည့်ထားသော အိမ်ကို Battery Case ဟုခေါ်သည်။ ၎င်းတွင် အခန်း (၆) ခန်းဖြစ်ရန် ကန့်ထားသည်။ အပေါ်နှင့်အောက် electrolyte level ကို မြင်သာနိုင်ရန် အလင်းဖောက်နိုင်သော Battery Case များကို ပြုလုပ်ကြသည်။ Case ၏ အောက်ခြေတွင် ပလိပ်ပြားများကို မ,တင်ထားလျက်ရှိသော Rib များပြုလုပ်ထားခြင်းဖြင့် ပလိတ်ပြားများမှ ကျလာသော ခဲမှုန်များတို့ကြောင့် ရှော့ခ် (shock) ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်စေသည်။

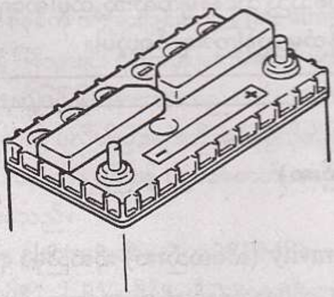
## VENT PLUG (လေဝင်ပေါက်အဖုံး)

Vent Plug များမှာ electrolyte ပျော်ရည်ထပ်ဖြည့်သွင်းရာ အပေါက်ကို ဖုံးပေးသော အဖုံးဖြစ်သည်။ ထို့အပြင် ဘက်ထရီကို အားဖြည့်သွင်းရာတွင် ဘက်ထရီအိုးအတွင်း ဖြစ်ပေါ်သော ဟိုက်ဒြိုဂျင်နှင့် ဆာလဖျူရစ်အက်ဆစ် အရောအနှောမှ ဟိုက်ဒြိုဂျင်ကို Vent Plug မှ ထွက်သွားစေပြီး ဆာလဖျူရစ်အက်ဆစ်အမှုန်များကို vent plug ရှိ ဘေးမျက်နှာပြင်တွင် ငွေ့ရည်ဖွဲ့ကာ ဘက်ထရီအိုးအတွင်းသို့ ပြန်လည်ကျရောက်စေသည်။

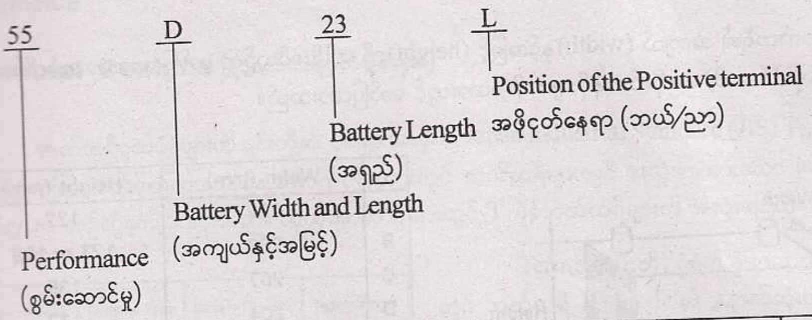
# BATTERY IDENTIFICATION CODES (ဘက်ထရီ၏ အညွှန်းကုဒ်များ)

ဂျပန်နိုင်ငံလုပ် ဘက်ထရီများတွင် Japan Industrial Standard (JIS) စံသတ်မှတ်မှု Code များဖြင့် ရည်ညွှန်းဖော်ပြသည်။ ၎င်း Code များသည် ဘက်ထရီ၏ Capacity (စွမ်းရည်) အတိုင်းအတာနှင့် အပေါင်းငုတ်၏ တည်နေရာ အနေအထားတို့ကို ဖော်ညွှန်းပေးသည်။

## LOCATION OF THE CODE (CODE ကို ဖော်ပြသောနေရာ)



## INFORMATION OF THE ID CODE (CODE မှ ညွှန်းဆိုသော အဓိပ္ပါယ်များ)




### (a) Performance (စွမ်းဆောင်ရည်)

၎င်းသည် ဘက်ထရီ၏ စွမ်းရည်ကို သွယ်ဝိုက်၍ ဖော်ပြသည်။ ဖော်ပြပါဇယားသည် ဘက်ထရီရှိ Identification Code နှင့် ဘက်ထရီ၏စွမ်းရည်တို့ ဆက်သွယ်မှုကို ဖော်ပြသည်။ Capacity (စွမ်းရည်) ကို အမ်ပီယာ–နာရီ (Amp-hr) ဖြင့် ဖော်ပြသည်။

| Battery ID code | Battery capacity (5-hour rate) | Battery ID code | Battery capacity (5-hour rate) |
|---|---|---|---|
| 28 B 17 R/L | 24 | 65 D 26 R/L | 52 |
| 34 B 17 R/L | 27 | 75 D 26 R/L | 52 |
| 28 B 19 R/L | 24 | 80 D 26 R/L | 55 |
| 34 B 19 R/L | 27 | 65 D 31 R/L | 56 |
| 36 B 20 R/L | 28 | 75 D 31 R/L | 60 |
| 38 B 20 R/L | 28 | 95 D 31 R/L | 64 |
| 46 B 24 R/L | 36 | 95 E 41 R/L | 80 |
| 50 B 24 R/L | 36 | 105 E 41 R/L | 83 |
| 55 B 24 R/L | 36 | 115 E 41 R/L | 88 |
| 32 C 24 R/L | 32 | 130 E 41 R/L | 92 |
| 50 D 20 R/L | 40 | 115 F 51 | 96 |
| 55 D 23 R/L | 48 | 150 F 51 | 108 |
| 65 D 23 R/L | 52 | 145 F 51 | 112 |
| 48 D 26 R/L | 40 | 170 F 51 | 120 |
| 55 D 26 R/L | 48 | | |

IMPORTANT!

**Battery Capacity (ဘက်ထရီစွမ်းရည်)**

ဘက်ထရီစွမ်းရည်ဆိုသည်မှာ ဘက်ထရီအတွင်း သိုမှီးထားသော ဓာတုစွမ်းအင်မှ ထုတ်ယူသုံးစွဲနိုင်သော လျှပ်စစ်စွမ်းအားပမာဏကို ခေါ်ဆိုသည်။ ၎င်းစွမ်းရည်ကို အောက်ဖော်ပြပါအတိုင်း ampere-hour (အမ်ပီယာ–နာရီ) ဖြင့် တိုင်းတာသည်။ ၎င်းဘက်ထရီ၏ စွမ်းရည်သည် ထုတ်ယူအသုံးပြုသော အခြေအနေပေါ် မူတည်ပြောင်းလဲသည်။

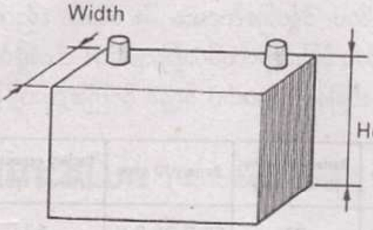
**Ah = A (ampere) × h (hour)**

အထက်ပါ ဖော်မြူလာအရ (JIS) သည် 5 နာရီအတွင်း ဘက်ထရီ၏ နောက်ဆုံးအားထုတ်မှုဗို့အား 10.5 V ရောက်သည်အထိ ဘက်ထရီမှ ထုတ်သုံးသော လျှပ်စစ်စွမ်းအားကို ဘက်ထရီစွမ်းရည်ဟု သတ်မှတ်သည်။

ထို့ကြောင့် 5 နာရီနှုန်း (5 hour rate) ဖြစ်သည်။ ဥပမာ – အားအပြည့်ဖြစ်သော ဘက်ထရီတစ်လုံးမှ အားထုတ်သုံးစွဲရာတွင် ၎င်း၏ နောက်ဆုံး အားထုတ်ဗို့အား 10.5 V မရောက်ရှိမီ 5 နာရီအတွင်း လျှပ်စီး 5.6 အမ်ပီယာ တစ်သမတ်တည်း စီးဆင်းမှုကို ရရှိခဲ့လျှင် ၎င်းဘက်ထရီ၏ စွမ်းရည်မှာ (5.6 A × 5 hr) 28 Ah ဖြစ်သည်။

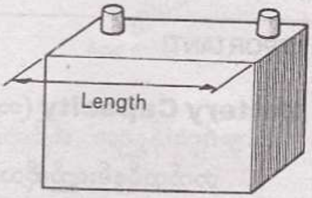
ဘက်ထရီ၏ အကျယ်နှင့်အမြင့်

ဘက်ထရီ၏ အကျယ် (width) နှင့်အမြင့် (height) ကို ပေါင်းစပ်ယှဉ်တွဲ ဖော်ပြပေးသော အင်္ဂလိပ်အက္ခရာ ရှစ်လုံး (A မှ H အထိ) အလိုက်တန်ဖိုးများကို ဇယားတွင် ဖော်ပြထားသည်။




| | Width (mm) | Height (mm) |
|---|---|---|
| A | 162 | 127 |
| B | 203 | 127 or 129 |
| C | 207 | 135 |
| D | 204 | 173 |
| E | 213 | 176 |
| F | 213 | 182 |
| G | 213 | 222 |
| H | 220 | 278 |

## Battery Length (ဘက်ထရီအလျား)

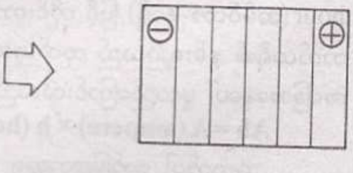



ဘက်ထရီ၏ အလျားကို အကြမ်းအားဖြင့် စင်တီမီတာဖြင့် (cm) ဖြင့် ဖော်ညွှန်းလေ့ရှိသည်။ ဘက်ထရီ၏ ID Code တွင် ဘက်ထရီအလျား ဖော်ပြရာ၌ 23 ဖြစ်ပါက အလျား 23 cm (230 mm) အရှည်ရှိခြင်းဖြစ်သည်။

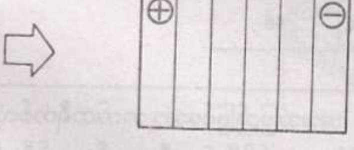
## ဘက်ထရီ၏ Positive Terminal (အဖိုငုတ်) ထားရှိမှုအနေအထား

ဘက်ထရီ၏ ID Code တွင် ၎င်းအနေအထားကို L (Left) ဘယ်နှင့် R (Right) ညာဟူ၍လည်းကောင်း၊ ဘာမှ မပါသော (blank) အနေအထားနှင့်လည်းကောင်း ညွှန်းဆိုသည်။

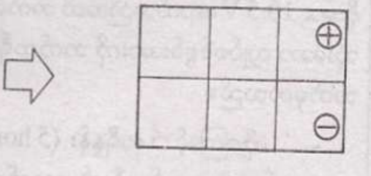
R



L



(BLANK)



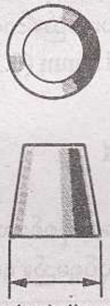
REFERENCE

## Terminal Designs (ဘက်ထရီငုတ်ပုံစံများ)

ဘက်ထရီငုတ်ပုံစံများကို ၎င်းတို့၏ ပုံစံများအလိုက် Japan Industrial Standard (JIS) $T_1$, $T_2$ (or) $T_3$ ဟူ၍ ခွဲခြားသတ်မှတ်ထားသည်။ အောက်ပါဇယားတွင် ဘက်ထရီများတွင် အသုံးပြုထားသော terminal design ကို ယှဉ်တွဲဖော်ပြထားသည်။ တိုယိုတာယာဉ်များတွင် $T_1$ ပုံစံဘက်ထရီများကို အသုံးမပြုပါ။

| Battery ID code | Terminal Type | Battery ID code | Terminal type |
|---|---|---|---|
| 28 B 17 R/L | $T_2$ or $T_3$ | 65 D 26 R/L | $T_3$ |
| 34 B 17 R/L | | 75 D 26 R/L | |
| 28 B 19 R/L | | 80 D 26 R/L | |
| 34 B 19 R/L | | 65 D 31 R/L | |
| 36 B 20 R/L | | 75 D 31 R/L | |
| 38 B 20 R/L | | 95 D 31 R/L | |
| 46 B 24 R/L | | 95 E 41 R/L | |
| 50 B 24 R/L | | 105 E 41 R/L | |
| 55 B 24 R/L | | 115 E 41 R/L | |
| 32 C 24 R/L | $T_3$ | 130 E 41 R/L | |
| 50 D 20 R/L | | 115 F 51 | |
| 55 D 23 R/L | | 150 F 51 | |
| 65 D 23 R/L | | 145 F 51 | |
| 48 D 26 R/L | | 170 F 51 | |
| 55 D 26 R/L | | | |

Terminal (ငုတ်) ပုံစံကို ခွဲခြားသတ်မှတ်ရာတွင် ဘက်ထရီ ID Code ၏ နောက်ဆုံးတွင် (S) ပါရှိပါက $T_3$ ပုံစံ Terminal ကို ဆိုလိုသည်။ ဥပမာ - 28 B 19 R (S)



Terminal diameter

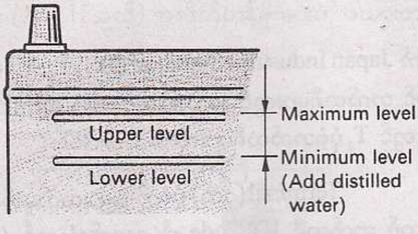
| | Positive terminal | Negative terminal |
|---|---|---|
| $T_2$ | 14.7 mm | 13.0 mm |
| $T_3$ | 19.5 mm | 17.9 mm |

### ဘက်ထရီစစ်ဆေးခြင်းနှင့်အားဖြည့် သွင်းခြင်း

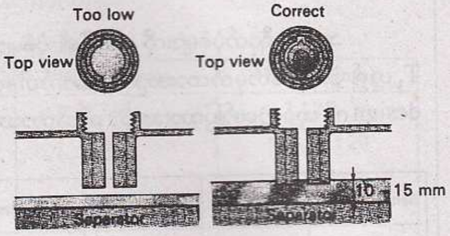
## Electrolyte Level (အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်) ကို စစ်ဆေးခြင်း

ဘက်ထရီအတွင်းမှ အီလက်ထရိုလိုက် (ရေ + အက်ဆစ်) ပျော်ရည်၏ level ကို အလျဉ်းသင့်သလို မကြာခဏ စစ်ဆေးကြည့်ရမည်ဖြစ်ပြီး လိုအပ်ပါက ပေါင်းခံရေထပ်ဖြည့်ပေးရမည်။ ဘက်ထရီအိုးအခွံကို အလင်း

ဖောက်နိုင်သော (သို့) တစ်ပိုင်းတစ်စ အလင်းဖောက်နိုင်သော ပစ္စည်းများဖြင့် ပြုလုပ်ထားပြီး ၎င်းအိမ်ခွံတွင် ပျော်ရည် level အမှတ်အသားပါရှိသည်။ ထိုသတ်မှတ်ထားသော အတိုင်းအတာအတွင်းတွင် ရှိနေရန် ထိန်းသိမ်းပေးရမည်။




TRANSLUCENT PLASTIC-CASED BATTERIES

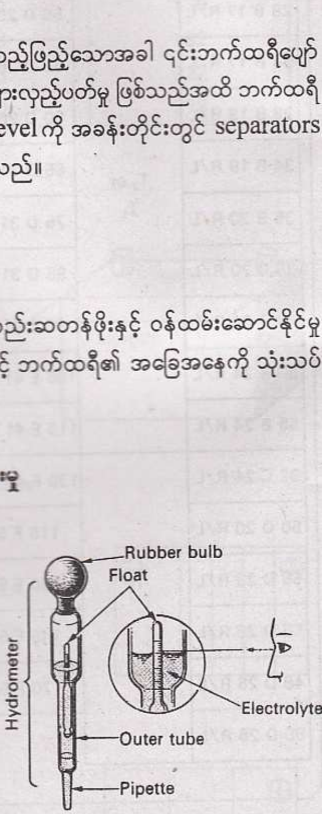



အလွန်အေးသောရာသီဥတုတွင် ဘက်ထရီအတွင်း သို့ ပေါင်းခံရေထည့်ဖြည့်သောအခါ ၎င်းဘက်ထရီပျော်ရည်အတွင်း အေးခဲမှုအန္တရာယ်ကို ကာကွယ်ရန်အတွက် ပျော်ရည်အတွင်း ရွှေ့လျားလှုပ်ပတ်မှု ဖြစ်သည်အထိ ဘက်ထရီကို ချက်ချင်းအားသွင်းပေးရမည်။ ဘက်ထရီအိုး အနက်များတွင် ပျော်ရည် Level ကို အခန်းတိုင်းတွင် separators ၏ အပေါ် 10 mm မှ 15 mm (0.39 to 0.59 in) အထိ ရောက်ရှိရန်လိုသည်။

**ဘက်ထရီအားစစ်ဆေးမှု**

ဘက်ထရီ၏ အားကိုစစ်ဆေးရာတွင် အက်ဆစ်ပျော်ရည်၏ သိပ်သည်းဆတန်ဖိုးနှင့် ဝန်ထမ်းဆောင်နိုင်မှု စစ်ဆေးခြင်းတို့အား ပြုလုပ်ရမည်။ ၎င်းစစ်ဆေးချက် နှစ်ရပ်၏ ရလဒ်အားဖြင့် ဘက်ထရီ၏ အခြေအနေကို သုံးသပ်ကြည့်နိုင်သည်။

**အက်ဆစ်ပျော်ရည် (အီလက်ထရိုလိုက်) ၏ သိပ်သည်းဆကို စစ်ဆေးမှု**




ပျော်ရည်၏ သိပ်သည်းဆကို ဟိုက်ဒရိုမီတာဖြင့်တိုင်းသည်။ တိုင်းတာရန်အတွက် အက်ဆစ်ပျော်ရည်ကို ဟိုက်ဒရိုမီတာအတွင်းသို့ ဆွဲသွင်းယူလိုက်ပြီး ဟိုက်ဒရိုမီတာရှိ ပျော်ရည် level ကို မျက်စိနှင့် တစ်တန်းတည်းတွင် ထားရှိကာ ဖတ်ရှုရသည်။ ယင်းသို့ အခြေအနေတွင် အတွင်းရှိ float ကို ဟိုက်ဒရိုမီတာနှင့် ထိမနေစေရပါ။

ဘက်ထရီအတွင်းရှိ အက်ဆစ်ပျော်ရည်အလွန်နည်းနေချိန်နှင့် ဟိုက်ဒရိုမီတာအတွင်းသို့ လုံလောက်သော ပျော်ရည်စုပ်ယူ၍ မရသော အခြေအနေတို့မှတစ်ပါး ဘက်ထရီအတွင်းသို့ ပေါင်းခံရေကို စောလျင်စွာ မဖြည့်သင့်ပေ။ သို့သော်လည်း ထိုကဲ့သို့ပြုလုပ်မိပါက မတိုင်းတာမီပေါင်းခံရေအတွင်း လုံလောက်သောဓာတ်ငွေ့ ပလုံစီလေးများ ထွက်လာသည်အထိ ဘက်ထရီကို ချက်ချင်းအားပြန်သွင်းပေးရမည်။ အက်ဆစ်ပျော်ရည်၏ သိပ်သည်းဆတန်ဖိုးသည် အပူချိန် 1°C တွင် 0.0007 (သို့မဟုတ်) 1°F တွင် 0.0004 ပြောင်းလဲမှုရှိသည်။ သာမန်အားဖြင့် 20°C အပူချိန်တွင်ရှိသော သိပ်သည်းဆတန်ဖိုးများကို သတ်မှတ်ကြသည်။ ထို့ကြောင့် အခြားသော အပူချိန်တန်ဖိုးများတွင် ရှိနေမည့် သိပ်သည်းဆတန်ဖိုးများကို အမှန်တန်ဖိုးရရှိနိုင်ရန် တစ်ဖက်ပါပုံသေနည်းဖြင့် ပြန်လည်တွက်ယူနိုင်သည်။

စင်တီဂရိတ်တိုင်းတာမှုတွင်

$$S_{(20°C)} = S_t + 0.0007 \times (t - 20)$$

ဖာရင်ဟိုက်တိုင်းတာမှုတွင်

$$S_{(68°F)} = S_t + 0.0004 (t - 68)$$

ပုံသေနည်းတွင်

$S_{20}$ = သတ်မှတ်ထားသောအပူချိန် 20°C (68°F) တွင်ရှိသော သိပ်သည်းဆ

$S_t$ = တိုင်းတာမှုပြုသော အပူချိန်ရှိ သိပ်သည်းဆ

t = သိပ်သည်းဆကို တိုင်းတာစဉ် ပျော်ရည်၏အပူချိန်

ဥပမာ – အပူချိန် 0°C (32°F) တွင်ရှိသော အားပြည့်ဘက်ထရီအိုးတစ်လုံးရှိ အက်ဆစ်ပျော်ရည်၏ တိုင်းတာရရှိသော သိပ်သည်းဆတန်ဖိုးမှာ 1.260 ရှိပါက ၎င်းပျော်ရည်၏ စံသတ်မှတ်မှု သိပ်သည်းတန်ဖိုးကို အောက်ပါအတိုင်းတွက်သည်။

စင်တီဂရိတ်ဖြစ်လျှင်

$$\begin{aligned} S_{(20°C)} &= S_t + 0.0007 \times (t-20) \\ &= 1.260 + 0.0007 \times (0-20) \\ &= 1.260 - 0.014 \\ &= 1.246 \end{aligned}$$

ဖာရင်ဟိုက်ဖြစ်လျှင်

$$\begin{aligned} S_{(68°F)} &= S_t + 0.0004 \times (t-68) \\ &= 1.260 + 0.0004 \times (32-68) \\ &= 1.260 - 0.014 \\ &= 1.246 \end{aligned}$$

| တိုင်းတာရရှိမှု | ဆောင်ရွက်ချက် |
|---|---|
| 1.300 (သို့မဟုတ်) ထို့ထက်ကျော်လျှင် | သိပ်သည်းဆတန်ဖိုး ကျသွားစေရန်ပေါင်းခံရေထပ်ဖြည့်ပါ။ |
| 1.290 - 1.220 | အခြေအနေကောင်းသည်။ |
| 1.210 (or) Lower | ဘက်ထရီကို အားသေချာစွာဖြည့်ပြီး သိပ်သည်းဆကို ထပ်မံတိုင်းပါ။<br>အကယ်၍ 1.210 အောက်တွင်ရှိနေသေးလျှင် ဘက်ထရီကို အသစ်လဲရမည်။ |
| အခန်းတစ်ခုနှင့်တစ်ခုအကြား သိပ်သည်းဆတန်ဖိုး ကွဲပြားမှု 0.040 ထက်နည်းလျှင် | အခြေအနေကောင်းသည်။ |
| သိပ်သည်းဆခြားနားမှု 0.040 ထက်ကျော်လွန်နေလျှင် | ဘက်ထရီကို အားပြည့်အောင်ဖြည့်ပြီး သိပ်သည်းဆကို ထပ်မံတိုင်းတွာပါ။ သိပ်သည်းဆတန်ဖိုးခြားနားမှု 0.030 ထက်ပိုနေသေးလျှင် သိပ်သည်းဆကို ချိန်ညှိပါ။ ထိုသို့ပြုလုပ်၍မှ အဆင်မပြေလျှင် ဘက်ထရီကို အသစ်လဲပါ။ |

ဘက်ထရီအားအပြည့်အခြေအနေနှင့် အပူချိန် 20°C (68°F) တွင် ထားရှိသည့် စံသိပ်သည်းဆများမှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်သည်။

1.250 - 1.270 (ပုံမှန် 1.260 သိပ်သည်းဆရှိသော ဘက်ထရီ)

1.270 - 1.290 (ပုံမှန် 1.280 သိပ်သည်းဆရှိသော ဘက်ထရီ)

ဘက်ထရီအခန်းတစ်ခုနှင့် တစ်ခုအကြား ခွင့်ပြုသော သိပ်သည်းဆ တန်ဖိုးခြားနားချက်မှာ 0.025 ထက်မများသင့်ပါ။

တစ်ဖက်တွင် ဘက်ထရီမှ တိုင်းတာရရှိသော သိပ်သည်းဆတန်ဖိုးများနှင့် ဆောင်ရွက်ပေးသင့်သော လုပ်ဆောင်ချက်များကို ဖော်ပြထားသည်။

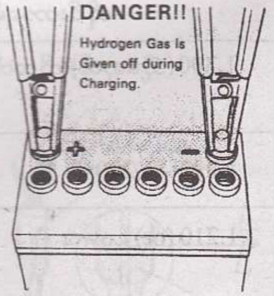
## LOAD (HIGH-DISCHARGE) TEST (ဘက်ထရီကိုမြင့်သောဝန်အားဖြင့် စမ်းသပ်ခြင်း)

ဘက်ထရီကို ၎င်း၏စွမ်းအား အမ်ပီယာတန်ဖိုး၏ လေးဆခန့် ဆွဲကြည့်ပြီး ၅ စက္ကန့်အကြာ ဘက်ထရီဗို့အားကို တိုင်းတာကြည့်ပါ။ ထိုအခြေအနေရှိ ဘက်ထရီဗို့အားမှာ 9.6 V သို့မဟုတ် ထို့ထက်ကျော်လွန်သော တန်ဖိုးတွင်ရှိရမည်။ ထိုသို့မှမဟုတ်လျှင် ၎င်းဘက်ထရီအိုးမှာ မကောင်းတော့၍ လဲလှယ်သင့်သည်။

## ဘက်ထရီကိုအားသွင်းခြင်း

ဘက်ထရီကို အားသွင်းရာတွင် အမြန်နည်းနှင့်လည်းကောင်း၊ အနှေးနည်းဖြင့်လည်းကောင်း သွင်းနိုင်သည်။ ထိုသွင်းနည်းနှစ်မျိုးလုံးတွင် အောက်ပါသတိပေးချက်များကို သတိပြုလိုက်နာရမည်။

ဘက်ထရီသို့ အားဖြည့်နေစဉ် သတိပြုရန်




- ❒ ဘက်ထရီမှပေါက်ကွဲစေတတ်သော ဟိုက်ဒြိုဂျင်ဓာတ်ငွေ့ထွက်ရှိသဖြင့် မီးပွင့်/မီးပွားများကို ဘက်ထရီအနီးတွင် မထားရှိ/မဖြစ်ပေါ်စေရ။
- ❒ ဘက်ထရီသို့ အားဖြည့်နေစဉ်အတွင်း ဘက်ထရီကလစ်များကို ဘယ်သောအခါမျှမဖြုတ်ရ။ ၎င်ကလစ်များအား မဖြုတ်မီ အားသွင်းစက် (charger) ရှိ ခလုတ်ကို ဦးစွာလှည့်ပိတ်ရမည်။
- ❒ ဘက်ထရီရှိ အက်ဆစ်ပျော်ရည်၏အပူချိန်ကို 45°C (113°F) ထက်ကျော်ခြင်းမရှိစေရပါ။ ၎င်းအပူချိန်ထက် ကျော်လွန်လာပါက သွင်းနေသော အမ်ပီယာနှုန်းထားကို လျှော့ခြင်း (သို့) ရပ်တန့်ခြင်းပြုလုပ်ရမည်။

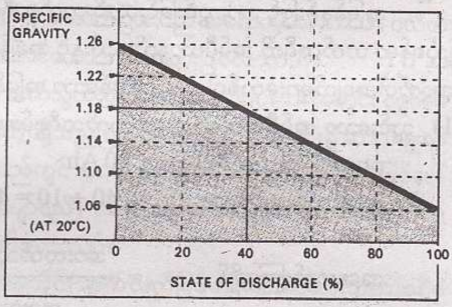
## QUICK CHARGING (အမြန်အားသွင်းခြင်း)

ဘက်ထရီသို့ မြင့်သောအမ်ပီယာနှုန်းပမာဏဖြင့် အလျင်အမြန်အားသွင်းလိုသောအခါ ဤနည်းကို အသုံးပြုသည်။ သို့သော်လည်း ဤနည်းကိုသုံးခြင်းဖြင့် ဘက်ထရီကို ချို့ယွင်းပျက်စီးစေနိုင်သောကြောင့် ဖြစ်နိုင်ပါက (အချိန်ရပါက) အနှေးနည်းဖြင့် နိမ့်သောအမ်ပီယာစီးနှုန်းဖြင့်သာ သွင်းသင့်ပါသည်။

F ဘက်ထရီရှိ ဖုန်များ၊ အမှုန်များ၊ အညစ်အကြေးများကို သန့်ရှင်းပါ။
F ဘက်ထရီမှ အဆို့များအားလုံးကို ဖွင့်ထားပေးပါ။
F ဘက်ထရီ၏ အက်ဆစ်ပျော်ရည်လယ်ဗယ်လ် (level fluid) ကို စစ်ဆေးပြီးလိုအပ်လျှင် ပေါင်းခံရည် ထပ်ဖြည့်ပေးပါ။
F ဘက်ထရီ မော်တော်ယာဉ်အပေါ်တွင် အားဖြည့်သွင်းခြင်းပြုလုပ်ပါက မော်တော်ယာဉ်နှင့် ဆက်ထားသော အပေါင်းနှင့် အနုတ်ဝါယာကေဘယ်များကို လုံးဝဖြုတ်ထားရမည်။ အော်လ်တာနေတာရှိ ဒိုင်အုတ်များနှင့် အခြားသော အီလက်ထရောနစ်ပစ္စည်းများကို မပျက်စီးစေရန်ဖြစ်သည်။
F သွင်းရမည့် အမ်ပီယာပမာဏနှင့် အားသွင်းချိန်တို့ကို ဆုံးဖြတ်ပါ။ အားသွင်းစက်အများစုတွင် သွင်းချိန်နှင့် အမ်ပီယာပမာဏတို့ကို ဆုံးဖြတ်ပေးနိုင်သော test device (စမ်းသပ်ကိရိယာ) ရှိသည်။ ထို့ကြောင့် အမြန်သွင်းစက်တွင်ပါရှိသော လမ်းညွှန်မှုအတိုင်းလိုက်နာရမည်ဖြစ်သည်။ အကယ်၍ အားသွင်းစက်တွင် test device မပါရှိပါက အောက်ပါနည်းလမ်းများဖြင့် သတ်မှတ်နိုင်သည်။

**အားသွင်းမည့် အမ်ပီယာပမာဏသတ်မှတ်ခြင်း**

ဖော်ပြပါဂရပ်ကို အသုံးပြု၍ ဘက်ထရီမှ အားထုတ်သုံးမှုအခြေအနေကို သိပ်သည်းဆအလိုက် သတ်မှတ်ပါ။ ထို့နောက် အောက်ပါပုံသေနည်းကို အသုံးပြု၍ မှန်ကန်သော အားသွင်းအမ်ပီယာကို တွက်ယူပါ။ အများအားဖြင့် အမြန်နှုန်းဖြင့် အားသွင်းချိန်ကို နာရီဝက်မှ တစ်နာရီအတွင်း ထားရှိသည်။




$$\text{မှန်ကန်သော အားသွင်းအမ်ပီယာ } A = \frac{\text{အား ထုတ်သုံး သောအခြေအနေ (Ah)}}{1 + \text{အား သွင်း ကြာချိန် (h)}}$$

**IMPORTANT!**

ဤနေရာတွင် ကျွန်ုပ်တို့သည် (အားသွင်းသောအခြေအနေထက်) အားထုတ်သုံးသော အခြေအနေကိုယူ၍ တွက်ခြင်းမှာ ၎င်းအခြေအနေမှ ဘက်ထရီတွင် မည်မျှလောက်အထိ အားထုတ်သုံးထားကြောင်းကို ပြဆို၍ဖြစ်သည်။ ၎င်းအခြေအနေမှ ဘက်ထရီကို အားပြည့်စေရန် အမ်ပီယာမည်မျှဖြင့် အချိန်မည်မျှကြာအောင် သွင်းရမည်ကို တွက်ပေးသည်။ တွက်ချက်မှုမှာ ဥပမာအားဖြင့်

ဘက်ထရီစွမ်းအား = 40 Ah

အပူချိန် 20°C (68°F) တွင် တိုင်း၍ရရှိသော သိပ်သည်းဆ = 1.18

အထက်ပါဂရပ်အရ ဘက်ထရီသည် ၎င်းရှိစွမ်းအား၏ 40% ကို ထုတ်သုံးပြီးဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် ၎င်းစွမ်းအား၏ 40% Ah (40 × 40/100 Ah) 16 Ah ကို ပြန်လည်ဖြည့်သွင်းပေးရမည်။ အားသွင်းချိန်ကို 30 မိနစ် (0.5 hr) ဟုသတ်မှတ်လျှင် သွင်းရမည့် အမ်ပီယာပမာဏမှာ 16 Ah/ (1 + 0.5 h) = 10 A ဖြစ်သည်။

ဘက်ထရီပျက်စီးနိုင်ခြင်းမှ ကာကွယ်ရန် ဘက်ထရီသို့သွင်းပေးသော အမ်ပီယာမှာ ၎င်းဘက်ထရီတွင် သတ်မှတ်ထားသော စွမ်းရည်ပမာဏ၏ တစ်ဝက်ထက်ကျော်လွန်၍ မသွင်းသင့်ပါ။ ဥပမာ 40 Ah စွမ်းအားရှိသော ဘက်ထရီအတွက် အမြင့်မားဆုံးသွင်းသင့်သော အမ်ပီယာမှာ 20 Ah ထက်မကျော်သင့်ပါ။

- အားသွင်းခြင်းပြီးဆုံးသောအခါ အက်ဆစ်ပျော်ရည်၏ သိပ်သည်းဆကို တိုင်းတာစစ်ဆေးရမည်။ သတ်မှတ်ချက်အတွင်း မရှိပါက လိုအပ်သလိုပြုပြင်ဆောင်ရွက်ပေးရမည်။
- ဘက်ထရီအပေါက် အဖုံးများကို ပြန်ပိတ်ပြီး အိုးခွံတွင် အက်ဆစ်များပေကျံနေတတ်၍ သန့်စင်ဆေးကြောပါ။

**SLOW CHARGING (အနှေးအားသွင်းခြင်း)**

အမြန်နှုန်းဖြင့် အားသွင်းခြင်းသည် ဘက်ထရီကို လုံးဝအားပြည့်အောင် ဖြည့်စွမ်းနိုင်ခြင်းမရှိပေ။ အားလုံးဝပြည့်ရန်မှာ ဘက်ထရီကို အမ်ပီယာနည်းနည်းနှင့် အချိန်ယူ၍ ဖြည့်သွင်းပေးရမည်။ အနှေးအားသွင်းမှု လုပ်ငန်းစဉ်မှာ အောက်ပါအချက်များမှတစ်ပါး ဖော်ပြပြီးခဲ့သော အမြန်အားသွင်းမှုလုပ်ငန်းစဉ်နှင့် အတူတူပင်ဖြစ်သည်။

(1) သွင်းသော အမ်ပီယာပမာဏမှာ ဘက်ထရီစွမ်းအား၏ ၁၀ ပုံ ၁ ပုံထက်မကျော်သင့်ပါ။

ဥပမာ – ဘက်ထရီစွမ်းအား 40 Ah

➢ အနှေးသွင်းအမ်ပီယာ $= 40 \div 10 = 4$ A (or) Less

$$\text{အနှေးသွင်းကြာချိန်} = \frac{\text{အားထုတ်သုံးသောအခြေအနေ}}{\text{အားသွင်းအမ်ပီယာ}} \times (1.2 \text{ to } 1.5)$$

ဥပမာ – ဘက်ထရီစွမ်းအား = 40 Ah

အက်ဆစ်ပျော်ရည်သိပ်သည်းဆ = 1.16

သိပ်သည်းဆ 1.16 ဖြစ်လျှင် ဖော်ပြပြီး ဂရပ်အရ ဘက်ထရီသို့ 50% (20 Ah) သွင်းဖြည့်ရန်လိုအပ်သည်။

$$\text{အနှေးအားသွင်းကြာချိန်} = \frac{20Ah}{4A} \times (1.2 \text{ to } 1.5) = 6 \text{ to } 7.5 \text{ hr}$$

(2) ဘက်ထရီအားသွင်းစက် (Charger) မှ ခလုတ်ကို အနှေးသွင်းသည့် အနေအထားသို့ပြောင်းရွှေ့ပါ။

(3) အမ်ပီယာပမာဏအလွန်နည်းလာသည့်အခါတိုင်း ခလုတ်ကို ပြန်လည်ချိန်ညှိပေးရပါမည်။

(4) ဘက်ထရီအားပြည့်ကာနီးအခြေအနေတွင် ဟိုက်ဒြိုဂျင်ဓာတ်ငွေ့ထွက်ရှိမှု အများဆုံးဖြစ်လာသည်။ တစ်နာရီကျော်ကြာသည့်တိုင်အောင် ဘက်ထရီမှာ ထပ်မံ၍ သိပ်သည်းဆတိုးလာခြင်း (သို့) ဘက်ထရီဗို့အားတက်လာခြင်းတို့ မဖြစ်တော့လျှင် ၎င်းဘက်ထရီမှာ အားပြည့်ပြီဖြစ်သည်။

## CHEMICAL ACTION OF BATTERY

## (ဘက်ထရီ၏ ဓာတုဗေဒ ဆောင်ရွက်မှုသဘောတရား)

ဘက်ထရီတွင် ဓာတုစွမ်းအင်မှ လျှပ်စစ်စွမ်းအင်အဖြစ်သို့ ပြောင်းလဲခြင်းကို discharging (အားထုတ်သုံးခြင်း) ဟုခေါ်ဆိုပြီး ၎င်းသဘောနှင့် ဆန့်ကျင်ဘက်ဖြစ်သော လျှပ်စစ်စွမ်းအင်မှ ဓာတုစွမ်းအင်သို့ ပြောင်းလဲခြင်းကို (charging) အားသွင်းခြင်းဟုခေါ်သည်။

ဘက်ထရီ၏ အဖိုပလိတ်ပြားနှင့် အမပလိတ်ပြားများကို ပြင်ပလျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခုဖြင့် ဆက်သွယ်လိုက်သောအခါ ဘက်ထရီအတွင်းရှိ လျှပ်လိုက်ပျော်ရည် (Electrolyte) နှင့် ပလိတ်ပြားများရှိ ဓာတုပစ္စည်းများသည် အချင်းချင်း ဓာတ်ပြုပြီး လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်း လျှပ်စစ်စီးဆင်းမှုကို ဖြစ်စေသည်။ ထိုအခါဘက်ထရီ (discharging) အားထုတ်သုံးခြင်းစတင်ဖြစ်ပေါ်သည်။

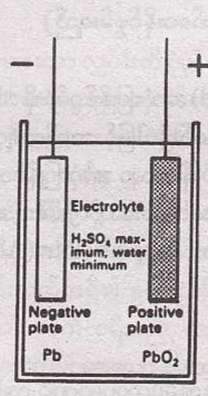
ဘက်ထရီမှ ထုတ်သုံးလိုက်သော စွမ်းရည်ပမာဏကို ပြန်လည်ဖြည့်တင်းရန် အားကုန်သွားသော ဘက်ထရီသို့ ပြင်ပမှ လျှပ်စစ်အားပြန်လည်သွင်းပေးသောအခါ ဓာတုပြောင်းလဲမှုဖြစ်စဉ်သည် ဘက်ထရီအားထုတ်သုံးစဉ်ကနှင့် ပြောင်းပြန်ဖြစ်ပြီး ဘက်ထရီကို အားပြန်ပြည့်စေသည်။

## 1. DISCHARGING (အားထုတ်သုံးခြင်း)

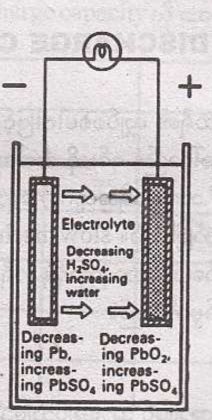
Lead (Pb) Plate (ခဲပလိတ်ပြား) နှင့် Lead peroxide ($PbO_2$) plate (ခဲပါအောက်ဆိုဒ်ပလိတ်ပြား) တို့ကို ဆာလ်ဖျူရစ်အက်ဆစ်ပျော်ရည် ($H_2SO_4$) ဖြစ်သော လျှပ်လိုက်ပျော်ရည်အတွင်း နှစ်မြှုပ်စေသောအခါ ပလိတ်ပြားများအတွင်း လျှပ်စစ်တွန်းအား (Electromotive force) ဖြစ်ပေါ်၍ ခဲပလိတ်ပြားသည် အမဓာတ်ဆောင်သော ပလိတ်ပြားဖြစ်လာပြီး ခဲပါအောက်ဆိုဒ် ပလိတ်ပြားသည် အဖိုဓာတ်ဆောင်သော ပလိတ်ပြားဖြစ်လာသည်။

ပြင်ပလျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခုကို ၎င်းပလိတ်ပြားနှစ်ခုနှင့် ဆက်သွယ်လိုက်သောအခါ ဘက်ထရီအတွင်း လျှပ်စစ်စီးဆင်းမှုစတင်ဖြစ်ပေါ်သည်။ ထိုအခါ ပလိတ်ပြားများရှိ ခဲ (Lead) တို့သည် လျှပ်လိုက်ပျော်ရည်အတွင်းရှိ ဆာလ်ဖျူရစ်အက်ဆစ်နှင့် ဓာတ်ပြုကြပြီး ပလိတ်ပြားတစ်ခုစီ၏ ပတ်ပတ်လည်တွင် Lead sulfate (ခဲဆာလ်ဖိတ်) များဖြစ်ပေါ်လာသည်။ ထိုအခါ အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည် (လျှပ်လိုက်ပျော်ရည်) အတွင်းရှိ ဆာလ်ဖျူရစ်အက်ဆစ်ပါဝင်မှု (လျှပ်လိုက်ပျော်ရည်၏ သိပ်သည်းဆတန်ဖိုး) မှာ စတင်ကျဆင်းလာသည်။

ဘက်ထရီကို အားပြန်သွင်းခြင်းမရှိဘဲ ဤအခြေအနေအတိုင်း ဆက်လက်ဖြစ်ပေါ်နေစေပါက ဘက်ထရီမှ အားထုတ်သုံးခြင်းကြောင့်ဖြစ်လာသည့် မာသော ခဲဆာလ်ဖိတ်ပုံဆောင်ခဲ ($PbSO_4$) များသည် ပလိတ်ပြားနှစ်ခုလုံး၏ မျက်နှာပြင်များတွင် ဖုံးလွှမ်းလာ (ဤအချင်းအရာကို ပလိတ်ပြားများ sulfated ဖြစ်လာသည်ဟု ပြောကြသည်။) မည်ဖြစ်သည်။ ပလိတ်ပြားနှစ်ခုလုံးတွင် တူညီသော ခဲဆာလ်ဖိတ်များ ဖုံးလွှမ်းလာခြင်းကြောင့် ၎င်းတို့သည် လျှပ်စစ်ဓာတုဗေဒသဘောအားဖြင့် တစ်ခုနှင့်တစ်ခုအကြား မှုခြေ (Neutral) ဖြစ်လာသည်။ ထို့ကြောင့် ထပ်မံ၍ ဓာတုဆောင်ရွက်မှု မဖြစ်တော့ချေ။ ဤအခြေအနေကို ဘက်ထရီအားကုန်သွားခြင်း ('dead' or 'flat') ဟုခေါ်သည်။

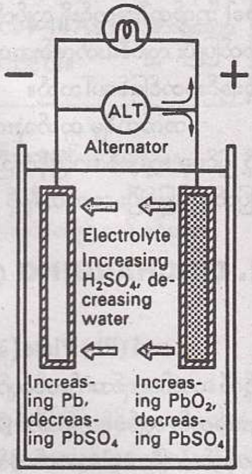



FULLY-CHARGED STATE




DISCHARGING

## 2. CHARGING (အားပြန်သွင်းခြင်း)




အော်လ်တာနေတာ (လျှပ်ထုတ်စက်) ကို ဘက်ထရီသို့ အပြိုင်ဆက်သွယ်ထားသောကြောင့် လျှပ်စီးကို ဘက်ထရီသို့ ပြောင်းပြန်ပြန်စီးစေခြင်းဖြင့် ဘက်ထရီအတွင်း အထက်ဖော်ပြခဲ့သည့် ဓာတုဗေဒပြောင်းလဲခြင်းသဘော၏ ပြောင်းပြန်ဖြစ်စေသည်။ ခဲဘက်ထရီတစ်လုံး၏ အရေးကြီးဆုံးသော ဂုဏ်သတ္တိမှာ ထိုကဲ့သို့ ပြောင်းပြန်ဓာတုပြောင်းလဲမှုဖြစ်စဉ် ဖြစ်စေနိုင်သော အရည်အချင်းပင်ဖြစ်သည်။

ပြောင်းပြန်ဓာတုပြောင်းလဲမှုဖြစ်စေခြင်းဖြင့် ပလိတ်ပြားတစ်ခုစီရှိ ခဲဆာလဖိတ်တို့သည် ခဲ သို့မဟုတ် ခဲပါအောက်ဆိုဒ်အဖြစ်သို့ ပြန်လည်ပြောင်းလဲသွားကြသည်။ ဤဖြစ်စဉ်တွင် ဆာလ်ဖျူရစ်အက်ဆစ်ပမာဏ ပြန်လည်များလာပြီး ရေပမာဏပြန်လည် လျော့နည်းသွားသည်။

အားသွင်းစဉ် (charging) နှင့် အားထုတ်သုံးစဉ် (discharging) အတောအတွင်း ပလိတ်ပြားများနှင့် အီလက်ထရိုလိုက် ပျော်ရည်အတွင်း ဓာတုပြောင်းလဲမှုသဘောဖြစ်စဉ်ကို အောက်ပါ ဓာတုညီမျှခြင်းနှင့် ဖော်ပြနိုင်သည်။

Charging ⟺ Discharging

$$PbO_2 + 2H_2SO_4 + Pb \quad PbSO_4 + 2H_2O + PbSO_4$$

# BATTERY CAPACITIES (ဘက်ထရီစွမ်းရည်)

ဘက်ထရီစွမ်းရည် (Battery Capacities) ဆိုသည်မှာ သတ်မှတ်အပူချိန်တစ်ခုတွင် သတ်မှတ်ကြာချိန်တစ်ခုအတွက် ဘက်ထရီမှ ထုတ်ပေးနိုင်သော လျှပ်စီးပမာဏတန်ဖိုးဖြစ်သည်။

ဘက်ထရီစွမ်းရည်ကို ဖော်ပြရာတွင် slow discharge capacity (အနှေးအားထုတ်ပေးနိုင်စွမ်းရည်) နှင့် High discharge capacity (မြင့်မားသော အားထုတ်ပေးနိုင်စွမ်းရည်) ဟူ၍ အသုံးအနှုန်း နှစ်မျိုးကို အသုံးပြုကြသည်။

## 1. SLOW DISCHARGE CAPACITY (အနှေးအားထုတ်ပေးနိုင်စွမ်းရည်)

ဘက်ထရီ၏ လျှပ်စစ်ပါဝါဖြင့် ပါဝါသုံးစွဲမှုနည်းသောဝန် (load) အသုံးပြုနိုင်စွမ်းကို slow discharge capacity ဟုခေါ်သည်။ ၎င်းကို အားအပြည့်ဖြစ်သော ဘက်ထရီမှ လျှပ်စစ်ပါဝါဖြင့် ဘက်ထရီငုတ်များရှိ ဗို့အား 10.5 V (12 V ဘက်ထရီအတွက်) ရောက်သည်အထိ အနှေးအားထုတ်ပေးနိုင်သော အသုံးပြုနိုင်သည့်လျှပ်စစ်ပါဝါပမာဏအဖြစ်ဖော်ပြသည်။ slow discharge capacity ကို ဘက်ထရီမှ ထုတ်ပေးသောလျှပ်စီး (အမ်ပီယာ–A) နှင့် ၎င်းလျှပ်စီးထုတ်ပေးခဲ့သော ကြာချိန်နာရီတို့ကို (h) မြှောက်ခြင်းဖြင့် ရရှိသော Ampere-hour (Ah) အမ်ပီယာ နာရီဖြင့် ဖော်ပြသတ်မှတ်သည်။

$$Ah = A \times h$$

ဥပမာအားဖြင့် အားအပြည့်ဖြည့်သွင်းထားသော ဘက်ထရီမှ 5.6 အမ်ပီယာပမာဏရှိ လျှပ်စီးကို ဘက်ထရီဗို့အား 10.5 V ရောက်သည်အထိ အဆက်မပြတ် 5 နာရီခန့်ကြာအောင် ထုတ်ယူသုံးစွဲနိုင်ခဲ့လျှင် ၎င်းဘက်ထရီ၏ Capacity တန်ဖိုးမှာ 28 Ah (5.6 × 5) ဖြစ်သည်။

သို့သော်လည်း ပုံမှန်စွမ်းရည် (5 နာရီ) ရှိသော ဘက်ထရီများ၏ အမှန်လက်တွေ့စွမ်းရည်များသည် ထုတ်ယူသုံးစွဲသော လျှပ်စီးအရပြောင်းလဲမှုရှိသည်။ ဥပမာအားဖြင့် အကယ်၍ 5 နာရီနှုန်းဖြင့် 28 Ah ရှိသော ဘက်ထရီ၏ မတူညီသော လျှပ်စီးပမာဏထုတ်ယူမှုများအတွက် ထုတ်ယူသောကြာချိန်နှင့် ဘက်ထရီစွမ်းရည်တန်ဖိုးများ ပြောင်းလဲမှုရှိနေကြောင်းကို အောက်ပါဇယားတွင် တွေ့ရှိနိုင်မည်ဖြစ်သည်။

ထိုရလဒ်များအရ ထုတ်ယူလျှပ်စီးများလျှင် ဘက်ထရီစွမ်းရည် (Battery's capacity) ကျဆင်းကြောင်း ကောက်ချက်ချနိုင်သည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် ဘက်ထရီမှ ကြီးမားသော လျှပ်စီးထုတ်ယူခြင်းခံရသောအခါ ဘက်ထရီအတွင်း ဆာလ်ဖျူရစ် အက်စစ်သည် ပလိတ်ပြားများသို့ လျင်မြန်စွာလုံလောက်အောင် ဖြည့်ဆည်းမပေးနိုင်သောကြောင့်ဖြစ်သည်။

ဘက်ထရီ၏ နောက်ဆုံးထုတ်ယူသုံးစွဲနိုင်သော ဗို့အားတန်ဖိုးထက် ပိုပြီးကျဆင်းသွားအောင် ထုတ်ယူမသုံးစွဲသင့်ပါ။ ၎င်းဗို့အားထက် ပိုမိုကျဆင်းသွားအောင် သုံးစွဲလိုက်လျှင် ပလိတ်ပြားများမှ ဓာတ်ပြုပစ္စည်းများအောက်သို့ ပြုတ်ကျလာကြခြင်းကို ပိုမိုဖြစ်စေပြီး ပလိတ်ပြားများကို ပျက်စီးစေနိုင်သည်။

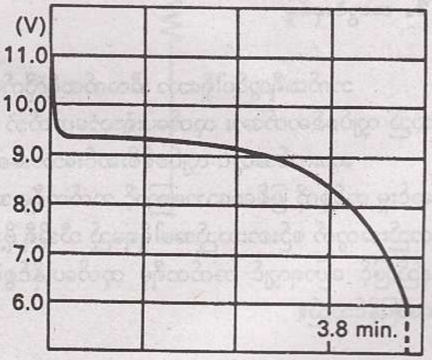
| DISCHARGE CURRENT (A) | DISCHARGE TIME (h) | DISCHARGE CAPACITY (Ah) |
|---|---|---|
| 1.75 | 20 | 35.0 |
| 3.2 | 10 | 32.2 |
| 5.6 | 5 | 28.0 |
| 8.7 | 3 | 26.7 |
| 24.0 | 1 | 23.8 |

## 2. HIGH DISCHARGE CAPACITY (မြင့်မားသော အားထုတ်ပေးနိုင်စွမ်းရည်)

အင်ဂျင်ကို နိူးခြင်းပြုသောအခါ ဘက်ထရီမှ စတာ့တာမော်တာသို့ မြင့်မားသော လျှပ်စီးစီးဆင်းသည်။ ထိုအချိန်တွင် ဘက်ထရီမှ ထုတ်ယူသုံးစွဲနိုင်သော လျှပ်စစ်စွမ်းအားပမာဏကို ဘက်ထရီ၏ High-discharge capacity (မြင့်မားသော အားထုတ်ပေးနိုင်စွမ်းရည်) ဟုခေါ်သည်။ High discharge capacity ကို အောက်ပါအတိုင်း ဖော်ပြနိုင်သည်။

(1) မြင့်မားသော လျှပ်စီးကို ပုံမှန်တစ်သမတ်နှုန်းဖြင့် ဘက်ထရီမှ ထုတ်ပေးနိုင်သော ကြာချိန်နှင့်

(2) ထိုကဲ့သို့ မြင့်မားသောလျှပ်စီးကို တစ်သမတ်နှုန်းဖြင့် ဘက်ထရီမှ ထုတ်ပေးပြီးနောက်ရှိသော ဘက်ထရီ၏ ဗို့အားတန်ဖိုးတို့ဖြစ်သည်။

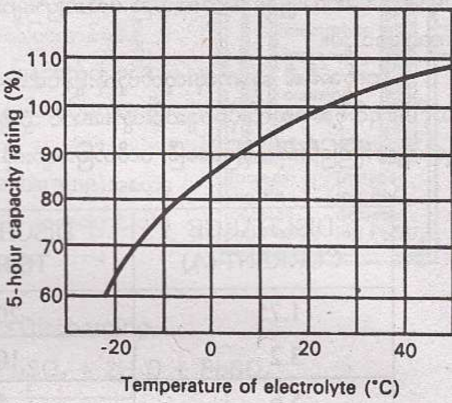



ဘက်ထရီမှ အချိန်ပိုကြာစွာ မြင့်သောလျှပ်စီး ထုတ်ပေးနိုင်လေလေ ၎င်းဘက်ထရီ၏ စွမ်းရည်မြင့်မားလေဖြစ်ပြီး စွမ်းရည်မြင့်မားသော ဘက်ထရီသည် အေးသောရာသီတွင် အင်ဂျင်ကို နိူးရန်အတွက် မြင့်မားသော စွမ်းအားကို ကြာရှည်စွာ ထုတ်ပေးနိုင်စွမ်းရှိကြောင်းကို ထင်ရှားစွာသိမြင်နိုင်သည်။

ဖော်ပြပါဂရပ်တွင် အပူချိန် –15°C (5°F) တွင် 150 A ထုတ်ပေးနိုင်သော 36 B 20 R/L ဘက်ထရီတစ်လ ၏ အားထုတ်ပေးနိုင်စွမ်းရည်နှင့် အားထုတ်ပေးသောကြာချိန်တို့ကို ဆက်စပ်ဖော်ပြထားသည်။ ၎င်းတွင် ဘက်ထ သည် တာမင်နယ်ဗို့အား 6.0 ဗို့အထိရောက်သည်အထိ 150 A ကို 3.8 မိနစ်ကြာသည်အထိ ထုတ်ပေးနိုင်စွမ်းရှိသည်

**IMPORTANT!**

ဘက်ထရီစွမ်းရည်သည် လျှပ်လိုက်ပျော်ရည် (အီလက်ထရိုလိုက်) ၏ အပူချိန်အပေါ်တွင်လည်း မူတည် ပြောင်းလဲသည်။ ဘက်ထရီတစ်လုံးသည် ပုံမှန်နှုန်းဖြင့် Final discharge voltage ရောက်သည် အထိ အားထုတ်ပေးရာ ၌ အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည် အပူချိန်မြင့်တက်နေချိန်တွင် ဘက်ထရီစွမ်းရည် မြင့်မားပြီး ၎င်းပျော်ရည်အပူချိန်နိမ့်ကျနေချိန်တွင် ဘက်ထရီစွမ်းရည်ကျဆင်းသည်။ ထိုသို့ဖြစ်ရခြင်း အကြောင်းမှာ အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်သည် အပူ ချိန်မြင့်သောအခါပို၍ လွယ်ကူစွာပြိုကွဲပျံ့နှံ့နိုင်ပြီး ဓာတ် ပြုပစ္စည်းများနှင့် ပိုမိုဓာတ်ပြုမှုဖြစ်နိုင်သောကြောင့်ဖြစ် သည်။




ထို့အပြင် အပူချိန်မြင့်မားနေချိန်တွင် အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်၏ ခုခံမှုတန်ဖိုးလျော့နည်းမှုဖြစ်ပြီး လျှပ်စီးကို ပိုမိုလွယ်ကူစွာစီးဆင်းစေသည်။ ထိုအခါ ဘက်ထရီဗို့အားကို ကျဆင်းစေသည်။ ပုံမှန်အားဖြင့် အီလက်ထရို လိုက် ပျော်ရည်အပူချိန် 20°C (68°F) တွင် ဘက်ထရီစွမ်းရည်တန်ဖိုး (capacity) ကို သတ်မှတ်သည်။

## INTERNAL RESISTANCE OF BATTERY AND CONNECTING METHODS (ဘက်ထရီ၏ အတွင်းခုခံမှုနှင့် ဆက်သွယ်ပုံနည်းလမ်းများ)

### 1. အတွင်းခုခံမှု

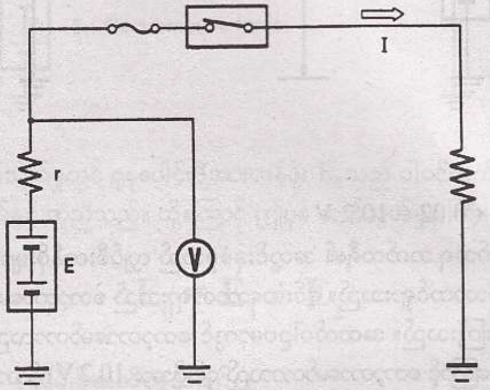
ဘက်ထရီတွင်ပါရှိသော အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်နှင့် ပလိတ်ပြားတို့၏ ခုခံမှုတန်ဖိုးများကြောင့် ဘက်ထ သည် လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ထုတ်ပေးရုံသာမဟုတ်ဘဲ ခုခံမှုတစ်ခုအနေဖြင့်လည်း ဆောင်ရွက်သည်။

ဆားကစ်အတွင်း လျှပ်စစ်စီးဆင်းသောအခါ ၎င်း အတွင်းခုခံမှုသည် ဘက်ထရီငုတ်များအကြား ဗို့အားက ဆင်းမှု တစ်ခုကို ဖြစ်စေသောကြောင့် ဘက်ထရီမှ အမှန် တကယ်ထုတ်ပေးနိုင်သော ဗို့အားသည် ဘက်ထရီတစ်လ တည်းအတွက် စဉ်းစားသည့်အခါရှိရမည့် သီအိုရီ ဗို့အား ထက် ပမာဏအနည်းငယ် လျော့နည်းသွားရသည်။ အခြ နည်းဖြင့် ပြောရလျှင် ဘက်ထရီမှ ထုတ်ပေးနိုင်စွမ်းသော လက်တွေ့ဗို့အား (V) ကို အောက်ပါဖော်မြူလာဖြ ဖော်ပြနိုင်သည်။

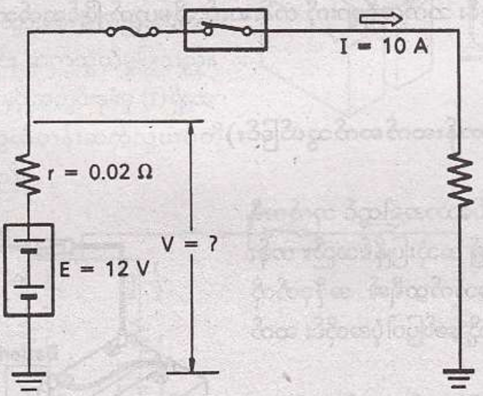
$$V = E - Ir$$

၎င်းတွင်

E = ဘက်ထရီမှ ထုတ်ပေးသော သီအိုရီဗို့အား
I = ဆားကစ်တွင် စီးဆင်းသော လျှပ်စီး
r = ဘက်ထရီ၏ အတွင်းခုခံမှုတန်ဖိုး
Ir = ဘက်ထရီ ၎တ်များတွင်ဖြစ်သော ဗို့အားကျဆင်းမှု
V = အမှန်တကယ်ဘက်ထရီမှ ထုတ်ပေးနိုင်သောဗို့အား

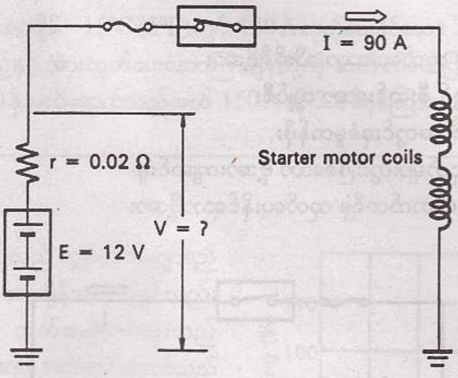



၎င်းဆက်စပ်မှုအရ သီအိုရီဗို့အား (E) တန်ဖိုး 12 V ရှိပြီး အတွင်းခုခံမှု (r) တန်ဖိုး 0.02 Ω ရှိသော ဘက်ထရီသည် အောက်ဖော်ပြပါ ဆားကစ်တွင် လျှပ်စီး 10 A ကို စီးဆင်းစေလျှင် အမှန်တကယ်ထုတ်ပေးနိုင်သော ဗို့အား (V) တန်ဖိုးကိုရှာရန်




$$V = E - Ir$$
$$= 12 - 10 \times 0.02 = 11.8\ V$$

နောက်ထပ်ဥပမာတစ်ခုအနေဖြင့် ၎င်းဘက်ထရီကိုပင် မော်တော်ယာဉ်နှိုးမော်တာနှိုးရန် အသုံးပြုရာတွင် စတာ့တာ (နှိုးမော်တာ) လည်ချိန်၌ လျှပ်စီးတန်ဖိုး 90 A စီးဆင်းသည်ဟုယူဆပါ။




$$V = E - Ir$$
$$= 12 - 90 \times 0.02 = 10.2\ V$$

အထက်ပါတွေ့ရှိချက်အရ ဘက်ထရီ၏ အတွင်းခုခံမှုသည် လျှပ်စီးတန်ဖိုးများသည်နှင့်အမျှ အထွက်ဗို့အ ကို ပိုမိုကျဆင်းစေကြောင်း သိသာထင်ရှားသည်။ ၎င်းသဘောတရားသည် စတာ့တာမော်တာနှင့် ရှေ့မီးကြီးများပါဝ သော ဆားကစ်အတွက်အရေးကြီးသည်။ အထက်ပါဥပမာတွင် စတာ့တာမော်တာလည်နေချိန်တွင် ဘက်ထရီသ 10.2 V သာထုတ်ပေးနိုင်သောကြောင့် စတာ့တာမော်တာသည် ၎င်းဗို့အား 10.2 V ကိုသာ ရရှိပြီး အထွက်စွမ်းအားလေ နည်းရသည်။

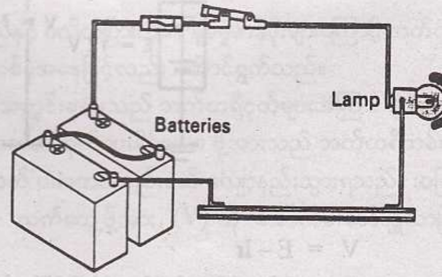
ဘက်ထရီ၏ အတွင်းခုခံမှုတန်ဖိုးသည် သုံးစွဲမှုရှည်ကြာသည်နှင့်အမျှ မြင့်တက်မှုဖြစ်သည်။

## 2. CONNECTING METHODS (ဆက်သွယ်မှုနည်းလမ်းများ)

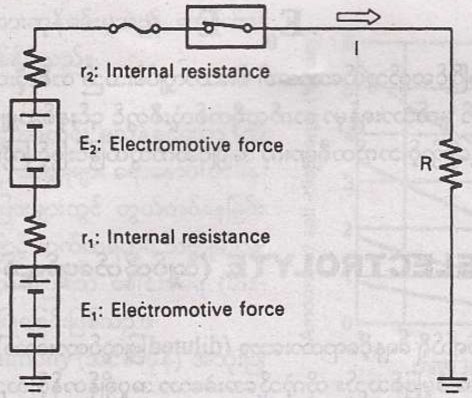
ဆားကစ်တစ်ခုအတွင်း ဘက်ထရီများကို တန်းဆက် သို့မဟုတ် ပြိုင်ဆက်ဆက်သွယ်ပြီး တစ်လုံးထက်ပို အသုံးပြုနိုင်သည်။

### SERIES CONNECTION (တန်းဆက်ဆက်သွယ်ခြင်း)

ဗို့အားများများလိုအပ်သောအခါတွင် ဘက်ထရီများကို တန်းဆက်ဆက်သွယ်၍ အသုံးပြုနိုင်သည်။ တန်းဆက်ဆက်သွယ်မှုတွင် ပထမဘက်ထရီ၏ အဖိုငုတ်ကို ဒုတိယဘက်ထရီ၏ အမငုတ်သို့ ဖော်ပြပါပုံအတိုင်း ဆက်သွယ်နိုင်သည်။




ဘက်ထရီနှစ်လုံးတန်းဆက် ဆက်သွယ်ထားသည်ကို ဆားကစ်အနေဖြင့် အောက်ပါအတိုင်းဖော်ပြနိုင်သည်။ ၎င်းတွင် $E_1, E_2$ နှင့် $r_1, r_2$ တို့သည် သက်ဆိုင်ရာ ဘက်ထရီတို့၏ ဗို့အားတန်ဖိုးနှင့် အတွင်းခုခံမှုတန်ဖိုး အသီးသီးတို့ဖြစ်ကြသည်။

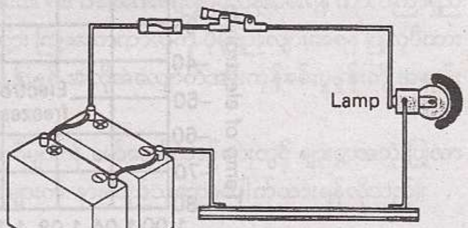



ငင်းတန်းဆက် ဆက်သွယ်မှုတွင် စုစုပေါင်းဗို့အားတန်ဖိုး $E_0$ သည် ပါဝင်ဆက်ထားသော ဘက်ထရီနှစ်လုံး၏ ဗို့အားတန်ဖိုးများပေါင်းလဒ်နှင့် တူညီသည်။ ထို့ကြောင့် ဤပုံစံ ဆက်သွယ်မှုမှ ကြီးမားသော ဗို့အားကို ရရှိစေနိုင်သည်။

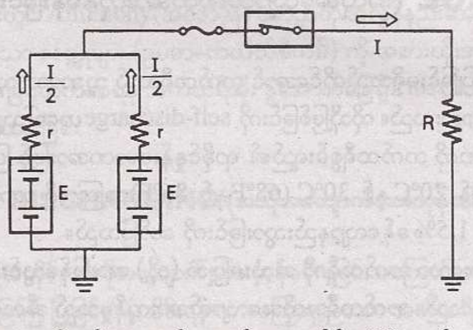
$$E_0 = E_1 + E_2$$

## PARALLEL CONNECTION (အပြိုင်ဆက်သွယ်ခြင်း)

ပို၍ကြီးမားသော လျှပ်စီးပမာဏ လိုအပ်သည့်အခါ ဘက်ထရီအပြိုင်ဆက်သွယ်မှု နည်းလမ်းကို အသုံးပြုသည်။ အပြိုင်ဆက်သွယ်မှုတွင် ဘက်ထရီများ၏ အဖိုငုတ်များကို တစ်ငုတ်တည်းဖြစ်သွားစေရန်လည်းကောင်း၊ အမငုတ်များကို တစ်ငုတ်တည်းဖြစ်သွားစေရန်လည်းကောင်း၊ အဖိုအချင်းချင်း၊ အမအချင်းချင်း ဆက်သွယ်မှုပြုသည်။




လျှပ်စစ်တွန်းအား (E) နှင့် အတွင်းခုခံမှု (r) ရှိသော ဘက်ထရီနှစ်ခုအား အပြိုင်သွယ်တန်းဆက်သွယ်ပုံကို အောက်ပါအတိုင်းဖော်ပြနိုင်သည်။



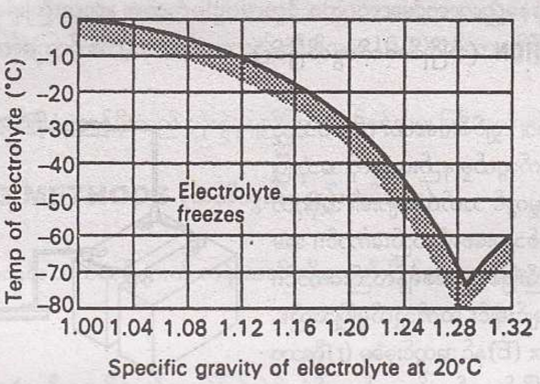

အပြိုင်ဆက်ထားသော ဘက်ထရီများမှ ရရှိသော ဗို့အားတန်ဖိုး ($E_0$) သည် ဘက်ထရီတစ်လုံးတည်း၏ ဗို့အား (E) ဖြင့် အတူတူပင်ဖြစ်သည်။

$$E_0 = E$$

ဘက်ထရီနှစ်လုံးကို အပြိုင်ဆက်သွယ်သောအခါ စီးသောလျှပ်စီးသည် တစ်လုံးတည်းထားရှိစဉ် စီးသောလျှပ်စီး၏ နှစ်ဆမျှရှိသည်။ (သို့သော် မှတ်သားရန်မှာ ဘက်ထရီတစ်လုံးစီတွင် ၎င်းနှစ်ဆမျှသော လျှပ်စီး၏ တစ်ဝက်စီသာ စီးဆင်းခြင်းဖြစ်သည်။) ထို့ကြောင့် ဘက်ထရီများကို အပြိုင်ဆက်သွယ်ခြင်းဖြင့် ကြီးမားသော လျှပ်စီးပမာဏကို ရရှိနိုင်သည်။

## FREEZING OF ELECTROLYTE (လျှပ်လိုက်ပျော်ရည်အေးခဲခြင်း)

အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်ရှိ ရေနှင့်ရောထားသော (diluted ပြုလုပ်ထားသော) ဆာလ်ဖျူရစ်အက်စစ်သည် လွန်စွာနိမ့်သော အပူချိန်တွင် အေးခဲမှုဖြစ်သည်။ ထိုကဲ့သို့အေးခဲသော အပူချိန်တန်ဖိုးသည် သိပ်သည်းဆနှင့် သန့်စင်မှုတို့အပေါ်မူတည်၍ ပြောင်းလဲနိုင်သော်လည်း ဘက်ထရီကို အားအပြည့်ဖြည့်သွင်းထားခြင်းဖြင့် ထိုကဲ့သို့ မအေးခဲစေရန် ကာကွယ်နိုင်သည်။ အီလက်ထရိုလိုက်အေးခဲမှုသည် ဘက်ထရီဆောင်ရွက်မှုကို (0) သုညတန်ဖိုးဖြစ်စေပြီး ပျက်စီးစေနိုင်သောကြောင့် ၎င်းကို မအေးခဲစေရန် ကြီးစွာ ဂရုစိုက်ရမည်ဖြစ်သည်။ အောက်ဖော်ပြပါ ဂရပ်ပုံတွင် အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်၏ 20°C အပူချိန်ရှိ သိပ်သည်းဆ (specific gravity) တန်ဖိုးများနှင့် အီလက်ထရိုလိုက် အေးခဲမှုဖြစ်သော အပူချိန် တန်ဖိုးများကို ဖော်ပြထားသည်။

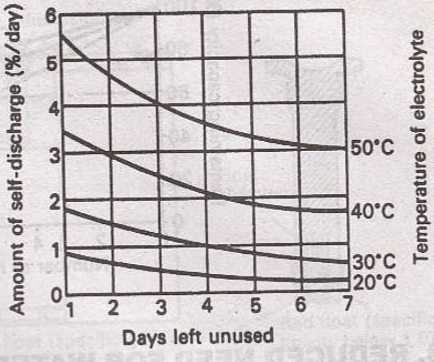



## SELF-DISCHARGE (အလိုအလျောက်ဓာတ်အားကုန်ခန်းခြင်း)

ဘက်ထရီကို အသုံးပြုခြင်းမရှိသည့်တိုင်အောင် ဘက်ထရီသည် သူ့ဘာသာသူ အလိုအလျောက် အားထုတ်သုံးကာ တဖြည်းဖြည်းကုန်ခမ်းသွားသည်။ ထိုသို့ဖြစ်ခြင်းကို self-discharge ဟုခေါ်သည်။ ထိုကဲ့သို့ အလိုအလျောက် အားကုန်ခမ်းသွားသော ပမာဏကို ဘက်ထရီစွမ်းရည်၏ ရာခိုင်နှုန်းပမာဏအားဖြင့် ပြသပြီး အောက်ဖော်ပြပါဂရပ်တွင် အီလက်ထရိုလိုက်အပူချိန် 20°C နှင့် 30°C (68°F နှင့် 86°F) အကြားရှိ ဘက်ထရီအတွက် ဘက်ထရီစွမ်းရည် တစ်ရက်လျှင် 0.3% မှ 1.5% ခန့်လျော့နည်းသွားခြင်းကို ဖော်ပြသည်။

အားအပြည့်ဖြည့်ထားသော ဘက်ထရီကို အသုံးမပြုဘဲ (သို့) အားပြန်မသွင်းဘဲထားလျှင် တစ်လမှ သုံးလအတွင်း အားကုန်သွားမည်ဖြစ်သည်။ ဘက်ထရီအလိုအလျောက်အားကုန်မှုသည် အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်အပူချိန်မြင့်မားပါက ပိုမိုဖြစ်စေသောကြောင့် အသုံးမပြုသော ဘက်ထရီကို အေးသော၊ မှောင်သောနေရာတွင် သိမ်းဆည်းရမည်ဖြစ်သည်။

အလိုအလျောက် အားကုန်ခမ်းမှုသည် အောက်ပါ အကြောင်းတစ်ခုခုကြောင့် ဖြစ်နိုင်သည်။




a. အီလက်ထရိုလိုက် ပျော်ရည်အတွင်း မသန့်စင်သော (သံ သို့မဟုတ် မင်းဂနိစ်ကဲ့သို့) သတ္တုများ ရောနှောပါဝင်နေခြင်း သို့မဟုတ် ပလိတ်ပြားများတွင် တွယ်ကပ်နေခြင်းကြောင့်ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် ဘက်ထရီတွင် သတ္တုမသန့်စင်သော ရိုးရိုးရေကို အသုံးမပြုရဘဲ ပေါင်းခံရေ (distilled water) ကို အသုံးပြုရခြင်းဖြစ်သည်။

b. ပလိတ်ပြားများတွင် Antimony (အင်တီမိုနီ) အသုံးပြုခြင်းကြောင့်ဖြစ်သည်။

# EXTENDED MAINTENANCE INTERVAL BATTERIES
## (ထိန်းသိမ်းစောင့်ရှောက်ရမည့် အချိန်ကာလကို ရှည်ကြာစေသော ဘက်ထရီများ)

ဘက်ထရီကို အားသွင်းခြင်း၊ အားပြန်သုံးခြင်း အကြိမ်ကြိမ်ပြုလုပ်ကာ အသုံးပြုသော အချိန်ကြာလာသည်နှင့် အီလက်ထရိုလိုက်ပမာဏလျော့နည်းလာသည်။ ၎င်းအက်ဆစ်ပျော်ရည်သည် ဘက်ထရီကို အသုံးမပြုဘဲထားသည့်တိုင် self-discharging ကြောင့် လျော့နည်းသွားရသည်။ ထို့အကြောင်းများကြောင့် ဘက်ထရီကို အချိန်ပိုင်းအလိုက် ကြောခဏ စစ်ဆေးပေးရသည်။ Extended Maintenance Interval Batteries (ပြုပြင်ထိန်သိမ်းရန် ကာလကြာရှည်သော ဘက်ထရီများ) တွင် ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းစစ်ဆေးမှုများအကြား ကြာသောကာလကို ပိုမိုရှည်လျားစေရန် ပြုလုပ်ထားသည်။ ၎င်းဘက်ထရီများတွင် အီလက်ထရိုလိုက် ကုန်ခမ်းမှုနှုန်းနှင့် အလိုအလျောက်အားကုန်ခမ်းမှုနှုန်းကို အနည်းဆုံးဖြစ်အောင်ပြုလုပ်ထားသည်။

ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းစရိတ်နည်းရန်အတွက် ၎င်းဘက်ထရီများကို မော်တော်ယာဉ်များတွင် များစွာအသုံးပြုလာသည်။ ထို့ကြောင့် သင့်လျော်သော ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းနည်းစဉ်များကို နားလည်သဘောပေါက်ထားရန်လိုသည်။

### 1. DIFFERENCES FROM ORDINARY BATTERIES
### (ရိုးရိုးဘက်ထရီများနှင့်ကွဲပြားချက်များ)

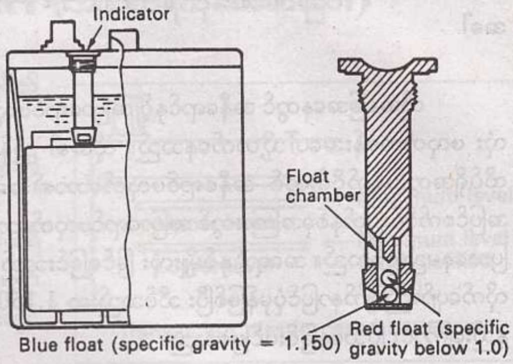
a. အဖိုနှင့်အမ ပလိတ်ပြားများတွင် Antimony (အင်တီမိုနီ) ပမာဏကို အလွန်နည်းအောင်ပြုလုပ်ထားခြင်း သို့မဟုတ် အင်တီမိုနီအစား အခြားသော သတ္တုများ (ဥပမာ–ကယ်လ်စီယမ်) ကို အစားထိုးအသုံးပြုထားခြင်း။

b. အီလက်ထရိုလိုက်ပမာဏ မြင့်တက်စေရန် ဘက်ထရီအိုး ခွံအောက်ခြေရှိ ribs (ပလိတ်ပြားများတင်ရာအတန်း) များ၏ အမြင့်ကို လျှော့ချထားခြင်း

### 2. REDUCED SELF DISCHARGING (အလိုအလျောက်အားကုန်ခမ်းခြင်းကို လျော့နည်းစေခြင်း)

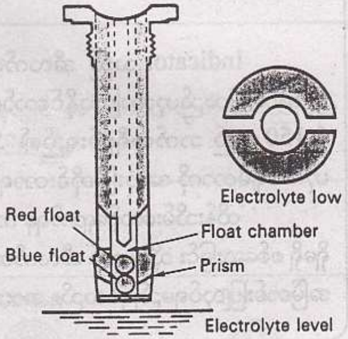
ရှေ့တွင် ရှင်းပြခဲ့သည့်အတိုင်း အလိုအလျောက် အားကုန်ခမ်းရခြင်းအကြောင်းတစ်ရပ်မှာ ပလိတ်ပြားများတွင် အင်တီမိုနီပါဝင်နေခြင်းကြောင့် ဖြစ်၍ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းရန် ကာလကြာရှည်သော ဘက်ထရီများတွင် အင်တီမိုနီနည်းသော ပလိတ်ပြားများ သို့မဟုတ် ကယ်လ်ဆီယမ်နှင့် ခဲစပ်ထားသော ပလိတ်ပြားများကို အသုံးပြုပြီး အလိုအလျောက် အားကုန်ခမ်းမှုကို လျော့နည်းစေကြောင်း ပုံတွင် သိသာထင်ရှားစေသည်။

တည်ဆောက်ပုံ




ဓင်းညွှန်ပြကိရိယာ (Indicator) တွင် သိပ်သည်းဆနှင့်အရောင်မတူသော ဖလုတ်ဘောနှစ်လုံး (two floats) ပါရှိသည်။ ၎င်းကိရိယာကို ဘက်ထရီ၏ အပေါ်ပိုင်းတွင် တပ်ဆင်ထားပြီး အောက်ဖက်အပိုင်းကို အီလက်ထရိုလိုက် ပျော်ရည်အတွင်း နစ်မြုပ်နေစေသည်။ အပြာရောင်ဖလုတ်ဘောသည် သိပ်သည်းဆ 1.150 ရှိပြီး အနီရောင်ဖလုတ်ဘောသည် သိပ်သည်းဆ 1.0 ထက်နည်းသည်။

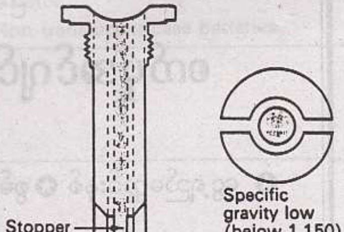
အလုပ်လုပ်ပုံအခြေခံသဘောတရား




**1. အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်မျက်နှာပြင်နိမ့်ကျနေသောအခါ**

ဤအခြေအနေတွင် Indicator အတွင်းတွင် အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်မရှိသောကြောင့် ဖလုတ်ဘောနှစ်ခုလုံးသည် ဖလုတ်အခန်း၏ အောက်သို့ရောက်ရှိနေကြသည်။ အနီရောင်ဖလုတ်ဘော၏ အနီရောင်သည် Indicator ၏ နံရံတွင် တပ်ဆင်ထားသော အလင်းပြန်နိုင်သည့် Prism (ပရစ်ဇမ်) တွင် အလင်းပြန်မှုဖြစ်ကာ Indicator ထိပ်ပိုင်း၏ အပြင်ဘက်စက်ဝိုင်းပြတ်နှစ်ခုတွင်လာ၍ ထင်ဟပ်ပြနေမည်ဖြစ်သည်။

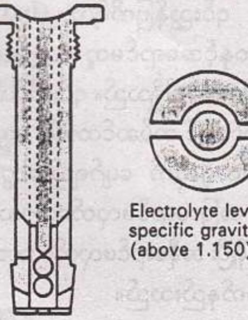
**2. အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်မျက်နှာပြင်ပုံမှန်ဖြစ်နေသော်လည်း သိပ်သည်းဆ 1.150 အောက်သို့ရောက်နေသောအခါ**




ဤအခြေအနေတွင် အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်သည် Indicator (ညွှန်ပြကိရိယာ) အတွင်းတွင်ရှိနေသောကြောင့် အနီရောင် ဖလုတ်ဘောသည် အပေါ်သို့တက်လာပြီး ဖလုတ်အခန်း၏ အပေါ်ဘက်တွင် အောက်ဘက်သို့ စွန်းထွက်နေသော stopper (ဖလုတ်ဘောကို ထိတွေ့ရပ်တန့်စေသောအရာ) နှင့် ထိတွေ့သည်။ ထိုအခါအနီရောင် ဖလုတ်ဘော၏အရောင်သည် stopper အောက်ဘက်ရှိ ပရစ်ဇမ်ပုံတွင် အလင်းပြန်မှုဖြစ်ပြီး ညွှန်ပြကိရိယာထိပ်ရှိ အတွင်းစက်ဝိုင်း လာရောက်ထင်ဟပ်ပြသနေမည်ဖြစ်သည်။

**3. အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်၏ မျက်နှာပြင်နှင့် သိပ်သည်းဆနှစ်မျိုးလုံးပုံမှန်အခြေအနေတွင်ရှိနေသော အခါ**

ထိုအခြေအနေတွင် အနီရောင်နှင့် အပြာရောင်ဖလုတ်ဘောနှစ်ခုလုံး ဖလုတ်အခန်းအပေါ်သို့တက်နေသည်။ ထိုအခါ ညွှန်ပြကိရိယာ၏ ထိပ်ရှိအတွင်းစက်ဝိုင်းတွင် အနီရောင်ဖလုတ်ဘော၏အရောင်ပြသပြီး၊ အပြင်စက်ဝိုင်းပြတ်နှစ်ခုအကြားတွင် အပြာရောင်ဖလုတ်ဘော၏ အရောင်ပြသနေမည်ဖြစ်သည်။ အရောင်နှစ်မျိုးလုံး မြင်ရခြင်းသည် အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်မျက်နှာပြင်ပုံမှန်ဖြစ်ပြီး သိပ်သည်းဆ 1.150 ထက်မလျော့နည်းကြောင်း ပြသနေခြင်းပင်ဖြစ်သည်။



Electrolyte level okay, specific gravity okay (above 1.150)

**IMPORTANT!**

Indicator သည် အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်၏ သိပ်သည်းဆတန်ဖိုး 1.150 ရှိသည် သို့မဟုတ် ထို့ထက် ပိုသည်ဟုသာပြသနိုင်သော်လည်း သိပ်သည်းဆတန်ဖိုး အတိအကျကို မပြသနိုင်ပါ။ သိပ်သည်းဆ 1.150 သည် ဘက်ထရီစွမ်းရည်၏ 50% သာရှိသည်ဖြစ်ရာ တိကျသော သိပ်သည်းဆတန်ဖိုးရရှိရန်အတွက် ဟိုက်ဒရိုမီတာကို အသုံးပြုတိုင်းတာရမည်ဖြစ်သည်။

'ထိန်းသိမ်းစောင့်ရှောက်ရန် ကာလကြာရှည်သော ဘက်ထရီများ' ကို အားသွင်းပြီးသောအခါ အားပြည့်ခြင်း ရှိမရှိ စစ်ဆေးခြင်း သို့မဟုတ် အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည် သိပ်သည်းဆကို ဟိုက်ဒရိုမီတာဖြင့် တိုင်းတာစစ်ဆေးခြင်း အမြဲတမ်းပြုလုပ်ရမည်ဖြစ်သည်။ အားသွင်းမှုအခြေအနေကို ညွှန်ပြကိရိယာအသုံးပြု၍ စစ်ဆေးခြင်းမပြုလုပ်ရပါ။

ဦးကိုကိုကြီး (အလုပ်ရုံမှူး–ငြိမ်း)

**စက်မှုအင်ဂျင်နီယာဆိုင်ရာ အခြေခံနည်းပညာရပ်များ**

✪ ငွေ့ရည်မဏ္ဍာင်းနစ် ✪ စွမ်းအားစုပ်ယူစနစ်များ ✪ သာမိုဒိုင်းနစ်မစ်

✪ စက်မှုစွမ်းအားကူးပြောင်းခြင်း ✪ ထုတ်လုပ်သည့်နည်းစဉ်များ

✪ စွမ်းအားထုတ်စနစ်များကို ဖော်ပြထားသည့် အခြေခံအချက်အလက်များစွာ ပါဝင်၍

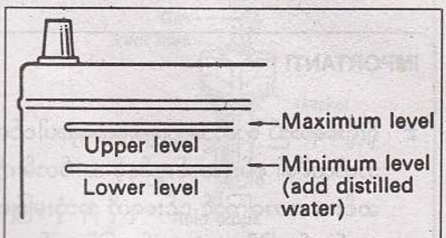
စက်မှုအင်ဂျင်နီယာပညာရပ်ကို ဆည်းပူးလေ့လာလိုသူများအတွက် လက်ကိုင်ထားသင့်သော

စာအုပ်ကောင်း တစ်အုပ်ဖြစ်ပါသည်။

# INSPECTION OF BATTERY (ဘက်ထရီကိုစစ်ဆေးခြင်း)

1. ဘက်ထရီ၏ အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်မျက်နှာပြင်ကို စစ်ဆေးပါ။

(အလင်းပေါက်ပလတ်စစ်အိုးခွံသုံးဘက်ထရီများ)

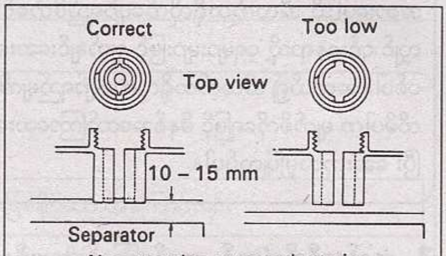



အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည် မျက်နှာပြင်ကို ဘက်ထရီအိုးခွံတွင် သတ်မှတ်ထားသော upper level (အမြင့်ဆုံး မျက်နှာပြင်) နှင့် lower level (အနိမ့်ဆုံးမျက်နှာပြင်) အကြားတွင် ရှိနေစေရန် စစ်ဆေးပါ။

**IMPORTANT!**

အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်မျက်နှာပြင်ကို ဖတ်ရှုရန် ခက်ခဲနေလျှင် မော်တော်ယာဉ်ကို အနည်းငယ် လှုပ်လိုက်ခြင်းဖြင့် လှုပ်သွားသော မျက်နှာပြင်ကို အလွယ်တကူတွေ့ရှိနိုင်သည်။

(အလင်းမပေါက်သောအိုးခွံသုံးဘက်ထရီများ)




လေဝင်ပေါက်ပလပ် (vent plug) ကို ဖယ်ရှားလိုက်ပြီး အပေါက်များမှတစ်ဆင့် အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်မျက်နှာပြင်ကို စစ်ဆေးနိုင်သည်။ ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း ပျော်ရည်မျက်နှာပြင် Split ring အောက်သို့မရောက်သေးသမျှ မှန်ကန်သော မျက်နှာပြင်ဖြစ်ကြောင်းသိရှိနိုင်သည်။

**IMPORTANT!**

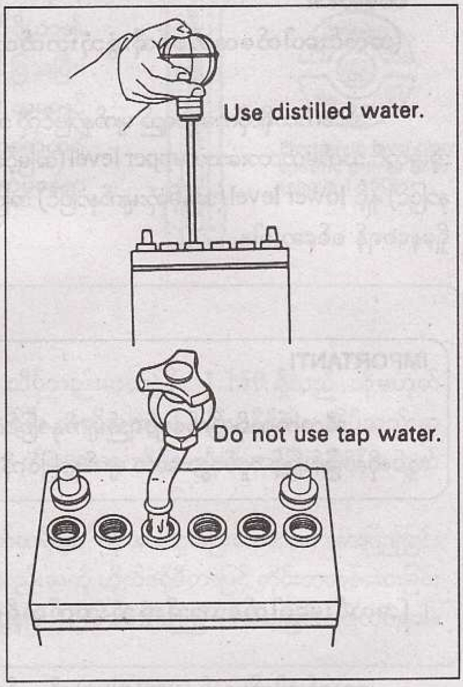
လေဝင်ပေါက်ပလပ်များ၏ အရေအတွက်အတိုင်း ဘက်ထရီကို အခန်းများခွဲခြားထားခြင်းကြောင့် အခန်းများအားလုံးကို ဖွင့်၍စစ်ဆေးကြည့်ရန်လိုအပ်သည်။

**2.** အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်မျက်နှာပြင် နိမ့်ကျနေလျှင်သတ်မှတ် **level** ရောက်သည်အထိ ပေါင်းခံရေ **(distilled water)** ကို ဖြည့်သွင်းပါ။

**IMPORTANT!**

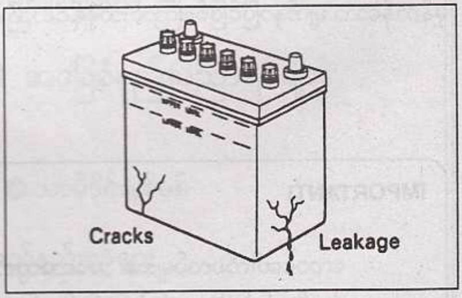
- ရိုးရိုးရေသည် ဓာတ်သတ္တုများရောနှောပါဝင်နေပြီး ဘက်ထရီ၏ စွမ်းဆောင်ရည်နှင့် သက်တမ်းကို ကျဆင်းစေသောကြောင့် ၎င်းရေကို အသုံးမပြုရပါ။
- သတ်မှတ်အမြင့်မားဆုံး မျက်နှာပြင်ကျော်သွားလျှင် ပိုသွားသော အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်ကို ပြန်စုပ်ယူပါ။ ပျော်ရည်ပမာဏများလွန်းလျှင် အားသွင်းစဉ် လျှံကျ နိုင်ပြီး တာမင်နယ်များနှင့်တကွ အခြားသတ္တုပစ္စည်းများကိုပါ ပွန်းစားပျက်စီးစေနိုင်သည်။
- ဘက်ထရီသုံးပျော်ရည်တွင် အသားရေကို လောင်ကျွမ်းစေနိုင်ပြီး အခြားသောပစ္စည်းများကို ပွန်းစားပျက်စီးစေနိုင်သော ဆာလ်ဖျူရစ်အက်စစ်ပါဝင်သည်။

အကယ်၍ အသားအရေ သို့မဟုတ် အဝတ်အစားပေါ်သို့ အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်ဖိတ်စင်ကျမိလျှင် ၎င်းနေရာသို့ ရေများများဖြင့် ချက်ချင်းဆေးကြောပစ်ပါ။ အကယ်၍ အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်မျက်စိနှင့်ထိမိပါက မျက်စိကိုရေဖြင့် မိနစ်အတော်ကြာဆေးကြောပြီး ဆေးကုသမှုပြုလုပ်ပါ။




**3.** ဘက်ထရီအိုးခွံတွင် အက်ကြောင်းများမရှိစေရန် စစ်ဆေးပါ။

အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည် ယိုစိမ့်မှုမရှိစေရန် ဘက်ထရီအိုးခွံတွင် အက်ကြောင်းများရှိ၊ မရှိ စစ်ဆေးပါ။



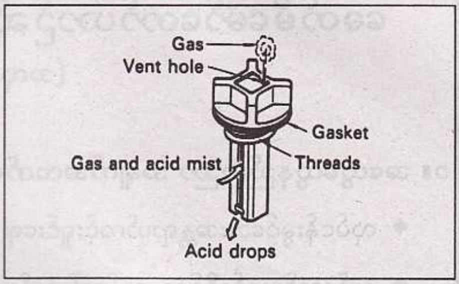

**REFERENCE**

အကယ်၍ ဘက်ထရီအိုးခွံတွင် ယိုစိမ့်မှုရှိနေပါက ဘက်ထရီထားရှိသော ပစ္စည်းနေရာနှင့် အနီးတစ်ဝိုက်တွင် ရှိသောပစ္စည်းများ အက်စစ်စားကာ ပျက်စီးမည်ဖြစ်သည်။

**4. ဘက်ထရီ၏ လေဝင်ပေါက်ပလပ်များ ပျက်စီးနေခြင်း၊ လေဝင်ပေါက်များပိတ်ဆို့နေခြင်းမရှိစေရန် စစ်ဆေးပါ။**

**IMPORTANT!**

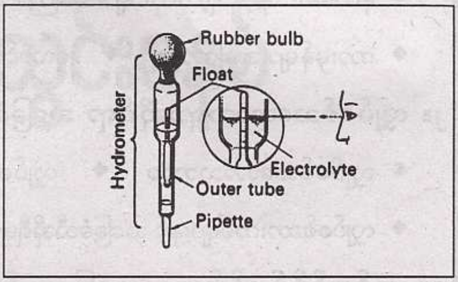
ပလပ်များရှိ လေဝင်ပေါက်များ ပိတ်ဆို့နေလျှင် အားသွင်းနေစဉ် ထွက်ရှိသော ဓာတ်ငွေ့များသည် ဘက်ထရီအိုးအတွင်း ပိတ်မိနေပြီး ဖိအားမြင့်တက်လာကာ ဘက်ထရီအိုးခွံကို ပျက်စီးစေနိုင်သည်။




**5. အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်၏ သိပ်သည်းဆကို စစ်ဆေးပါ။**

(a) လေဝင်ပေါက်ပလပ်များအားလုံးကို ဖယ်ရှားပါ။
(b) အခန်းတစ်ခုစီအတွင်းရှိ အီလက်ထရိုလိုက် ပျော်ရည်၏ သိပ်သည်းဆကို ဟိုက်ဒရိုမီတာဖြင့် တိုင်းတာပါ။

သတ်မှတ်သိပ်သည်းဆတန်ဖိုး = 1.25 - 1.28 (at 20°C)
အခန်းတစ်ခုနှင့်တစ်ခုအကြားကွာခြားနိုင်သော သိပ်သည်းဆတန်ဖိုး = 0.025 ထက်လျော့နည်းရမည်




**IMPORTANT!**
**(တိုင်းတာရရှိချက်များနှင့် ဖြစ်နိုင်သောအကြောင်းများ)**

| တိုင်းတာရရှိချက်များ | ဖြစ်နိုင်သောအကြောင်းရင်း |
|---|---|
| အခန်းအားလုံး၏ သိပ်သည်းဆများ လွန်စွာကျဆင်းနေခြင်း | Undercharged ⇨ (အားနည်းခြင်း) အားသွင်းစနစ်ချို့ယွင်းခြင်း၊ မောင်းနှင်သောအကွာအဝေးနှင့် မြန်နှုန်းနိမ့်လွန်းခြင်း<br>Overdischarged ⇨ (အာထုတ်သုံးမှုများနေခြင်း) လျှပ်စစ်ဝန်များနေခြင်း၊ ဂျင်နရေတာ၏ စွမ်းရည် မလုံလောက်ခြင်း<br>(ယိုစိမ့်ခြင်း) ⇨ သန့်ရှင်းမှုမရှိခြင်း၊ အီလက်ထရိုလိုက်များလွန်းခြင်း |
| အချို့သောအခန်းများတွင်သာ သိပ်သည်းဆအလွန်ကျဆင်းနေခြင်း | အတွင်းရှော့ရှိခြင်း ⇨ အီလက်ထရိုလိုက်ပျော်ရည်နည်းခြင်း<br>အခန်းများအတွင်းမသန့်ရှင်းခြင်း ⇨ အလိုအလျောက်အားကုန်ခမ်းမှုများနေခြင်း |
| သိပ်သည်းဆတန်ဖိုးများလွန်းခြင်း | ရေထက်ဆာလ်ဖျူရစ်အက်စစ်ပိုမိုပါဝင်နေခြင်း |

မင်းသိန်း (စက်မှု)

# ခေတ်မီမော်တော်ယာဉ်ဆိုင်ရာ အခြေခံနည်းပညာများ

(အလုပ်ရုံလက်စွဲ)

၁။ အထွေထွေနည်းပညာ အချက်အလက်များ

- လုပ်ငန်းခွင်ဘေးအန္တရာယ်ကင်းရှင်းရေး
- မော်တော်ယာဉ်ဆိုင်ရာ ခေါ်ဝေါ်သတ်မှတ်ချက်များ
- လုပ်ငန်းသုံး ကိရိယာများနှင့် တိုင်းတာသတ်မှတ်မှုများ
- နတ်ခေါင်းနှင့် ဘို့လ်တိုင်များအကြောင်း
- ကားမှန်များအကြောင်း ◆ လောင်စာဆီများနှင့် ချောဆီများ

၂။ လျှပ်စစ်သဘောတရားဆိုင်ရာ အခြေခံနည်းပညာများ

- လျှပ်စစ်သဘောသဘာဝ ◆ လျှပ်စစ်အမျိုးအစားများနှင့် ၎င်းတို့၏ ဂုဏ်အင်္ဂါများ
- လျှပ်စစ်ဆားကစ်များနှင့် အခြေခံသီအိုရီများ ◆ လျှပ်စစ်စီးကြောင်း၏ အကျိုးသက်ရောက်မှုများ

၃။ အင်ဂျင်ပိုင်းဆိုင်ရာ အခြေခံနည်းပညာများ

- ဓာတ်ဆီအင်ဂျင်အကြောင်း (အပြည့်အစုံ)
- ဒီဇယ်အင်ဂျင်အကြောင်း (အပြည့်အစုံ)

၄။ စွမ်းအားပို့ဆောင်မှုပိုင်းဆိုင်ရာ အခြေခံနည်းပညာများ

- ကလတ်ချ် ◆ ဂီးယားဘောက်စ် ◆ အော်တိုဂီယာ ◆ ပရော်ပယ်လာရှပ်
- ဒစ်ဖရန်ရှယ် (ကရောင်း) ◆ ဒရိုက်ဗ်ရှပ် ◆ အိခ်ဆယ်လ်နှင့် အိခ်ဆယ်လ်ရှပ်

၅။ ချက်စီပိုင်းဆိုင်ရာ အခြေခံနည်းပညာများ

- စပ်စပန်းရှင်း ◆ စတီယာရင် ◆ ဘရိတ် ◆ ဒစ္စဝှီးလ် ◆ ဝှီးလ်အလိုင်းမင့်န်
- ဘရိတ်စနစ်

၆။ မော်တော်ယာဉ်ဆိုင်ရာ လျှပ်စစ်နည်းပညာများ

- အင်ဂျင်ပိုင်းလျှပ်စစ် ◆ ဘော်ဒီပိုင်းလျှပ်စစ်

# ဘက်ထရီအားသွင်းစနစ်

# CHARGING SYSTEM

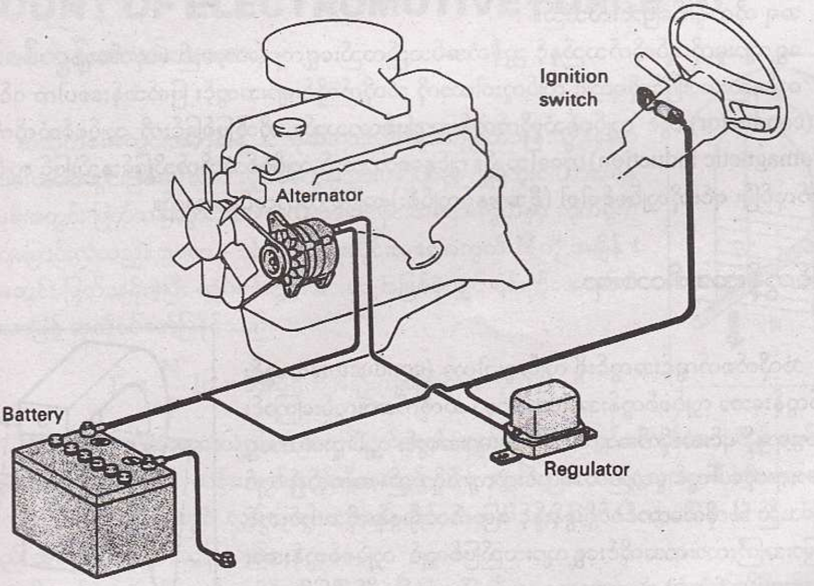
# CHARGING SYSTEM
## (ဘက်ထရီအားသွင်းစနစ်)

မော်တော်ယာဉ်ဘက်ထရီ၏ လုပ်ဆောင်ချက်မှာ မော်တော်ယာဉ်၏ လျှပ်စစ်ကိရိယာများဖြစ်သော နှိုးမော်တာ၊ ရှေ့မီးကြီးများနှင့် ရေသုတ်တံမော်တာစသည်တို့ဆီသို့ လုံလောက်သော လျှပ်စစ်ဓာတ်အားကို ပို့ဆောင်ပေးခြင်းပင်ဖြစ်သည်။ သို့သော်လည်း ဘက်ထရီ၏ စွမ်းဆောင်နိုင်အားမှာ ကန့်သတ်ချက်ရှိပြီး မော်တော်ယာဉ်မှ လိုအပ်သော ပါဝါအားလုံးကို တစ်ဆက်တည်းဖြည့်ဆည်းထောက်ပံ့မပေးနိုင်ပေ။

ထို့ကြောင့် လျှပ်စစ်သုံးကိရိယာပစ္စည်းတစ်ခုစီသို့ လိုအပ်သောလျှပ်စစ်ပမာဏကို လိုအပ်သည့်အချိန်တွင် ပေးပို့စေနိုင်ရန်အတွက် ဘက်ထရီတွင် အစဉ်အမြဲအားပြည့်နေရန်လိုအပ်သည်။ ထို့ကြောင့်မော်တော်ယာဉ်တွင် လျှပ်စစ်ထုတ်ပေးရန်နှင့် ဘက်ထရီကိုအားဖြည့်ပေးရန်အတွက် ဘက်ထရီအားသွင်းစနစ်တစ်ခု (charging system) လိုအပ်သည်။

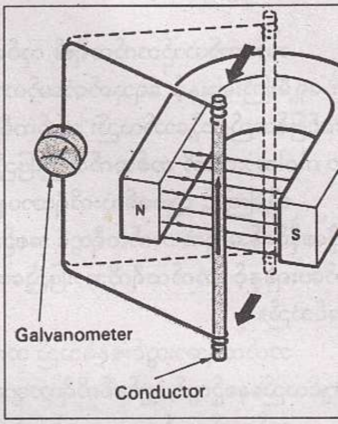
ဘက်ထရီအားသွင်းစနစ်သည် ဘက်ထရီကို အားဖြည့်ရန်လိုအပ်သောလျှပ်စစ်ပါဝါနှင့် မော်တော်ယာဉ်၏ အင်ဂျင်လည်နေစဉ်တွင် လျှပ်စစ်ကိရိယာများအတွက် လိုအပ်သောလျှပ်စစ်ဓာတ်အားနစ်ခုလုံးကို ထုတ်လုပ်ပေးသည်။

မော်တော်ယာဉ်အများစုတွင် ပြန်လှန်စီးလျှပ်စီးထုတ်အော်လ်တာနေတာ (Alternating current alternators) များကို တပ်ဆင်အသုံးပြုကြသည်။ ၎င်းတို့သည် တိုက်ရိုက်လျှပ်စီးထုတ်ဒိုင်နမိုများထက် လျှပ်စစ်ပါဝါထုတ်လုပ်မှုစွမ်းရည်နှင့် ကြာရှည်ကြံ့ခိုင်မှုတို့တွင် ပို၍သာလွန်ကောင်းမွန်သည်။ မော်တော်ယာဉ်သည် တိုက်ရိုက်စီးလျှပ်စီး (ဒီစီ) ကိုသာသုံးစွဲသဖြင့် အော်လ်တာနေတာမှ ထုတ်ပေးသော ပြန်လှန်စီးလျှပ်စီးကို ဒိုင်အုပ်များဖြင့် တိုက်ရိုက်လျှပ်စီးအဖြစ်သို့ပြောင်းလဲယူရသည်။



# လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်မှုအခြေခံသဘော

## လျှပ်စစ်သံလိုက်ညှို့ခြင်း



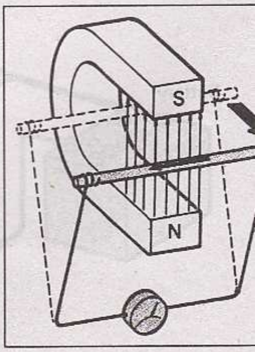

သံလိုက်စက်ကွင်းအတွင်းရှိ သံလိုက်လိုင်းများကို (conductor) လျှပ်ကူးဝါယာတစ်ချောင်းဖြင့် ရွေ့လျား ဖြတ်သန်းလိုက်လျှင် ၎င်းလျှပ်ကူးဝါယာတွင် electromotive force (လျှပ်စစ်တွန်းအား) ဖြစ်ပေါ်လာပြီး အကယ်၍ ၎င်းဝါယာသည် လျှပ်စီးပတ်လမ်း၏ တစ်စိတ်တစ်ပိုင်းဖြစ်နေပါက လျှပ်စစ်စီးသွားမည်ဖြစ်သည်။

ပုံတွင်ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း galvanometer (ဂယ်လ်ဗန်နိုမီတာ သို့မဟုတ် အနည်းငယ်မျှသော လျှပ်စီးဖြင့်ပင် အလုပ်လုပ်နိုင်သော အမ်မီတာ) တစ်ခု၏ ညွှန်တံအပ်သည် သံလိုက်တောင်ဝင်ရိုးစွန်းနှင့် မြောက်ဝင်ရိုးစွန်းအကြား လျှပ်ကူးဝါယာရှေ့သို့ / နောက်သို့ ရွေ့လျားသည်နှင့် လိုက်၍လှုပ်ရှားနေမည်ဖြစ်သည်။ ထိုသို့လှုပ်ရှားမှုမှ အောက်ပါအချက်များကို တွေ့ရှိနိုင်သည်။ ဂယ်လ်ဗန်နိုမီတာအပ်သည် လျှပ်ကူးဝါယာ သို့မဟုတ် သံလိုက်လှုပ်ရှား သည်နှင့် ၎င်းလည်းလှုပ်ရှားသည်။

- ညွှန်အပ်၏ တိမ်းစောင်းမှုလားရာမှာ လျှပ်ကူးဝါယာ သို့မဟုတ် သံလိုက်ရွေ့လျားမှုလားရာအရပြောင်းသည်။
- ညွှန်အပ်တိမ်းစောင်းမှုပမာဏမှာ လျှပ်ကူးဝါယာ သို့မဟုတ် သံလိုက်ရွေ့လျားသည့် မြန်နှုန်းအနည်းအများအရ တိုက်ရိုက်ပြောင်းလဲသည်။
- ရွေ့လျားမှုကို ရပ်လိုက်သည်နှင့် ညွှန်တံအပ်သည်လည်းရွေ့လျားတော့မည် မဟုတ်ချေ။

တစ်နည်းအားဖြင့်ဆိုရလျှင် လျှပ်ကူးဝါယာကို သံလိုက်လိုင်းများအတွင်း ဖြတ်သန်းစေပါက ၎င်းလျှ ဝါယာ (conductor) တွင် လျှပ်စစ်သံလိုက်တွန်းအားဖြစ်လာသည်။ ထိုသို့ဖြစ်ခြင်းကို လျှပ်စစ်သံလိုက်ညှို (electromagnetic induction) ဟုခေါ်သည်။ ဂျင်နရေတာသည် လျှပ်စစ်သံလိုက်ညှို့ခြင်းနည်းဖြင့် လျှပ်စစ် အားထုတ်လုပ်ပြီး ၎င်းကိုလျှပ်စစ်ပါဝါ (ဗို့အားနှင့်လျှပ်စီး) အဖြစ် ထုတ်လုပ်ပေးသည်။

## လျှပ်စစ်တွန်းအား၏လားရာ

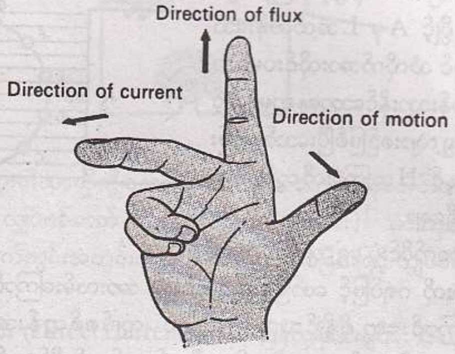



သံလိုက်စက်ကွင်းအတွင်းရှိ လျှပ်ကူးဝါယာ (conductor) အတွင်းတွင် ဖြစ်ထွန်းသော လျှပ်စစ်တွန်းအားလားရာမှာ သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများ၏ လားရာနှင့် ၎င်းသံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများအတွင်း လျှပ်ကူးဝါယာရွေ့လျားမှုလားရာတို့ပေါ်တွင် မူတည်ကာပြောင်းလဲလျက်ရှိသည်။ အကယ်၍ လျှပ်ကူးဝါယာသည် သံလိုက်တောင်ဝင်ရိုးစွန်းနှင့် မြောက်ဝင်ရိုးစွန်းတို့အတွင်းတွင် ပုံပြပါ မြှားအကြီးလားရာအတိုင်းရွေ့လျားသည်ဖြစ်လျှင် လျှပ်စစ်တွန်းအား (electromotive force) ၏ လားရာမှာ ညာဘက်မှဘယ်ဘက်သို့ဖြစ်သည်။ (လျှပ်စစ်သံလိုက်အားလိုင်းများ၏ လားရာမှာ မြောက်ဝင်ရိုးစွန်းမှ တောင်ဝင်ရိုးစွန်းသို့ စီးဆင်းသည်)

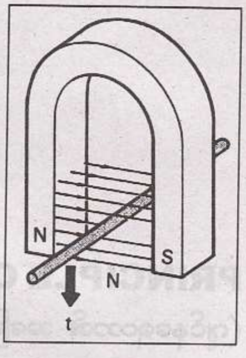
လျှပ်စစ်တွန်းအား (electromotive force)၏ လားရာကို Fleming's Right-hand Rule (ဖလဲမင်း၏ လက်ျာစည်းမျဉ်းဥပဒေ) အရနားလည်သိရှိနိုင်သည်။

## FLEMING'S RIGHT-HAND RULE

တစ်စုံတစ်ယောက်၏ လက်ျာဘက်လက်မ၊ လက်ညှိုး၊ လက်ခလယ်တို့ကိုပုံပါအတိုင်း တစ်ခုနှင့်တစ်ခု ထောင့်မှန်ကျရှိနေလျှင် လက်ညှိုး၏လားရာမှာ သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများဖြစ်၍၊ လက်မမှာလျှပ်ကူးဝါယာ၏ ရွေ့လျားမှုလားရာဖြစ်ပြီး၊ လက်ခလယ်မှာ လျှပ်စစ်တွန်းအား၏ လားရာကိုညွှန်းဆိုသည်။




## AMOUNT OF ELECTROMOTIVE FORCE
### (လျှပ်စစ်တွန်းအား၏ပမာဏ)

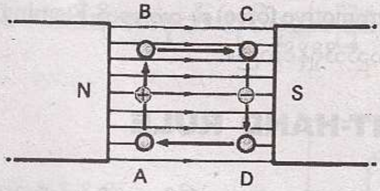



သံလိုက်စက်ကွင်းအတွင်းရှိ သံလိုက်အားလိုင်းများကိုဖြတ်သန်းသွားသော လျှပ်ကူး ဝါယာအတွင်းဖြစ်ပေါ်သော လျှပ်စစ်တွန်းအားပမာဏမှာ လျှပ်ကူးဝါယာအချိန်တစ်ယူနစ်အတွင်း ဖြတ်သန်းသွားသော သံလိုက်အားလိုင်းအရေအတွက်နှင့် တိုက်ရိုက်အချိုးကျပြောင်းလဲသည်။ ဥပမာ – သံလိုက်အားလိုင်းအရေအတွက် N ကို အချိန် t စက္ကန့်အတွင်း ဖြတ်သန်းခဲ့ပြီး လျှပ်စစ်တွန်းအားမှာ E ဖြစ်ခဲ့လျှင် ၎င်းကိုအောက်ပါဖော်မြူလာဖြင့် ဆက်စပ်ဖော်ပြနိုင်သည်။

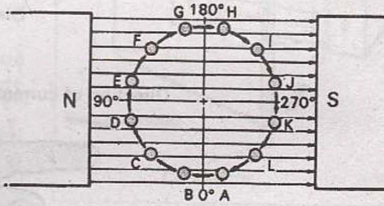
$$E \alpha \frac{N}{t}$$ [α = တိုက်ရိုက်အချိုးကျပြောင်းလဲသည်။]

သိပ်သည်းမှု ညီညာသောသံလိုက်စက်ကွင်းတစ်ခုတွင် ထွက်ပေါ်သော လျှပ်စစ်တွန်းအားသည် လျှပ်ကူးဝါယာ၏မြန်နှုန်း (ဖြတ်သန်းနှုန်း) တစ်သမတ်တည်းရှိနေသည့် တိုင် လျှပ်ကူးဝါယာရွေ့လျားမှု၏ လားရာပေါ်မူတည်ပြောင်းလဲသည်။ ဖော်ပြပါပုံတွင် လျှပ်ကူးဝါယာသည် ပွိုင့် A မှ B သို့၊ B မှ C သို့၊ C မှ D သို့၊ D မှ A သို့ ပတ်လည် အဆင့်ဆင့် ဖြတ်သန်းသည်။

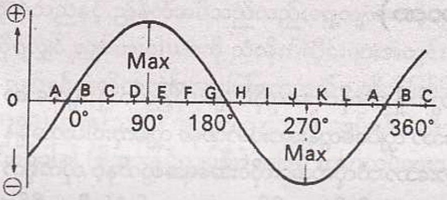
သို့သော် ၎င်းလျှပ်ကူးဝါယာသို့ A မှ B သို့နှင့် C မှ D သို့ ရွေ့လျားရာ၌သာ သံလိုက်လိုင်းကိုဖြတ်သည်။ လျှပ်ကူးဝါယာမှာ ပွိုင့်တစ်ခုစီအတွင်း တူညီသောအလျင်ဖြင့် ဖြတ်သန်းသော်လည်း လျှပ်စစ်တွန်းအားမှာ A မှ B သို့ နှင့် C မှ D သို့ ဖြတ်သန်းစဉ်တွင်သာ ဖြစ်ပေါ်သည်။




အကယ်၍ လျှပ်ကူးဝါယာသည် သံလိုက်စက်ကွင်း အတွင်းတွင် စက်ဝိုင်းပုံလမ်းကြောင်းဖြင့်ရွေ့လျားပါ လျှပ်စစ်တွန်းအားပမာဏမှာ အမြဲတမ်းပြောင်းလဲနေမည်ဖြစ်သည်။ သရုပ်ပြပုံတွင် လျှပ်ကူးဝါယာ (ကွန်ဒတ်တ သည် သံလိုက်တောင်ဝင်ရိုးစွန်းနှင့် မြောက်ဝင်ရိုးစွန်းအကြားတွင် စက်ဝိုင်းပုံ လမ်းကြောင်းအတိုင်း ပွိုင့် A မှ L အထိကိန်းသေ အလျင်ဖြင့် ရွေ့လျားသည်။ ဤတွင် သံလိုက်အားလိုင်းပမာဏ အများဆုံးအရေအတွက်ကို ဖြတ်သန်းသွားနိုင်သောနေရာမှာ ပွိုင့် D မှ E သို့နှင့် ပွိုင့် J မှ K သို့ ရွေ့လျားစဉ်ဖြစ်ပြီးသော်လည်း ပွိုင့် A နှင့် B ကြားနှင့် ပွိုင့် G နှင့် H အကြားတို့တွင် ဖြတ်သန်းရသော သံလိုက်အားလိုင်းမရှိချေ။



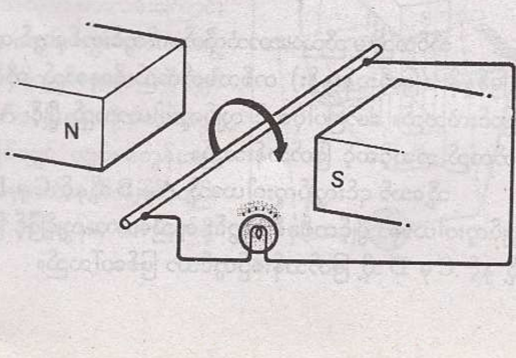

ထို့ကြောင့်လျှပ်ကူးဝါယာစက်ဝိုင်းပုံ ရွေ့လျားသောအခါ ပေါ်ထွက်သော လျှပ်စစ်တွန်းအားကို ဂရပ်ဖြင့် ဖော်ပြရလျှင် ၎င်း၏ အားလမ်းကြောင်းမှာ အမြဲတမ်းတက်လိုက ကျလိုက်နှင့်ပြောင်းလဲ နေကြောင်းတွေ့ရှိနိုင်သည်။ ထို့ပြင် လျှပ်စစ်တွန်းအားကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သေ လျှပ်စီးကြောင်း၏လားရာမှာလည်း လျှပ်ကူးဝါယာ တစ်ပတ်လည်မှု၏ တစ်ဝက်တိုင်းတွင် ပြောင်းလဲနေကြောင်းတွေ နိုင်သည်။



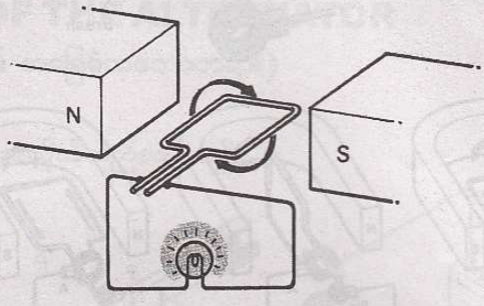

# PRINCIPLE OF THE GENERATOR

## (ဂျင်နရေတာ၏ အခြေခံသဘောတရား)

သံလိုက်စက်ကွင်းအတွင်းတွင် တစ်ခုတည်းသောဝါယာကို လှုပ်ရှားစေခြင်းဖြင့် လျှပ်စစ်ရွေ့လျားအား (electromotive force) ထွက်ရှိသော်လည်း ထိုသို့ထွက်ရှိသော လျှပ်စစ်တွန်းအားပမာဏမှာ တကယ့်လက်တွေ့တွင် လွန်စွာနည်းနေသည်။

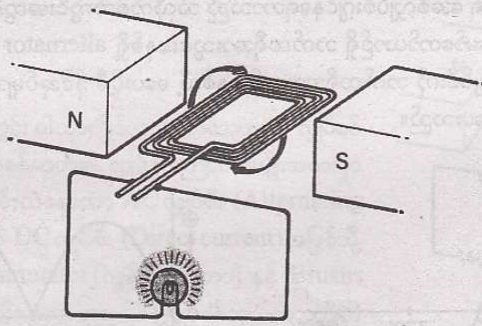


သို့သော် လျှပ်ကူးဝါယာနှစ်ချောင်းကို အစွန်း၊ အစွန်းချင်းဆက်လိုက်လျှင် ထွက်ပေါ်လာသော လျှပ်စစ်ရွေ့လျားအားမှာ နှစ်ခုလုံးတွင်ဖြစ်ပေါ်ကာ တစ်ချောင်းထဲတွင် ထွက်ရှိသောပမာဏထက်နှစ်ဆဖြစ်လေသည်။ ထို့ကြောင့် သံလိုက်စက်ကွင်းအတွင်း လှုပ်ရှားလည်ပတ်သော လျှပ်ကူးဝါယာပမာဏများလျှင် ပို၍များသောလျှပ်စစ်ရွေ့လျားအားထွက်ရှိသည်။



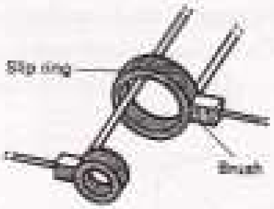

အကယ်၍ လျှပ်ကူးဝါယာကိုကွိုင်တစ်ခုအသွင်ဖြစ်စေလျှင် စုစုပေါင်းထွက်ရှိလာသော လျှပ်စစ်တွန်းအားပမာဏမှာ ပို၍များလာပြီး လျှပ်စစ်ဓာတ် [ဗို့နှင့်အမ်ပီယာ (လျှပ်စီး)] အားထုတ်ပေးနိုင်စွမ်းရှိလာမည်ဖြစ်သည်။ ဂျင်နရေတာတွင် သံလိုက်စက်ကွင်းအတွင်းကွိုင်ကို လည်ပတ်စေခြင်းဖြင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထွက်ရှိစေခြင်းပင်ဖြစ်သည်။

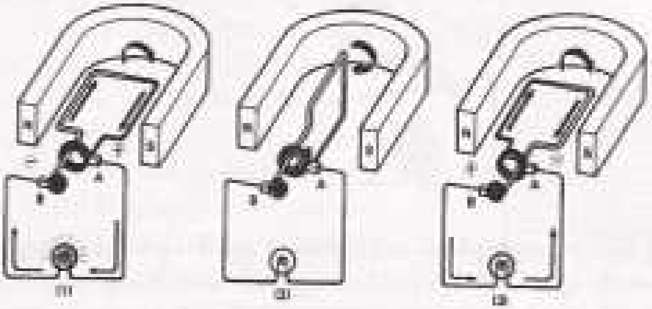
တိုက်ရိုက်စီးလျှပ်စီး (Direct Current) ဒီစီနှင့် ပြန်လှန်စီးလျှပ်စီး (Alternating Current) အေစီဟူ၍ လျှပ်စစ်ဓာတ်နှစ်မျိုးရှိရာ ၎င်းတို့မှာ လျှပ်စစ်ထုတ်လုပ်သောနည်းအရ ကွဲပြားရခြင်းဖြစ်သည်။ ဂျင်နရေတာများသည် ဒီစီလျှပ်စီးအမျိုးအစား သို့မဟုတ် အေစီလျှပ်စီးအမျိုးအစားထုတ်ပေးသည်။




# ALTERNATING-CURRENT GENERATOR
## (အေစီလျှပ်စီးဂျင်နရေတာ)

ကွိုင်မှထွက်ရှိသော လျှပ်စစ်ဓာတ်ကို စလစ်ပ်ကွင်း (Slip ring) နှင့် ဘရတ်ရှ် (Brush) တို့မှတစ်ဆင့် ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်းဖြတ်သန်းထွက်ရှိစေသောအခါ (စလစ်ပ်ကွင်းနှင့် ဘရတ်ရှ်တို့ကြောင့် ကွိုင်လည်ပတ်နေစဉ် လျှပ်စစ်ဓာတ်အမြဲတမ်းထုတ်ယူနိုင်သည်။) မီးလုံးသို့စီးဝင်သော လျှပ်စီးမှာ ပြောင်းလဲနေပြီး တစ်ချိန်တည်းမှာပင် လျှပ်စစ်စီးဆင်းသောလားရာမှာလည်း ပြောင်းလဲလျက်ရှိသည်။

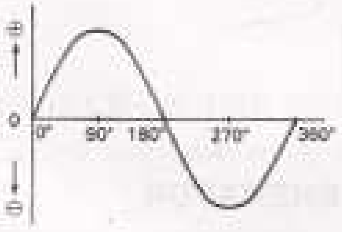


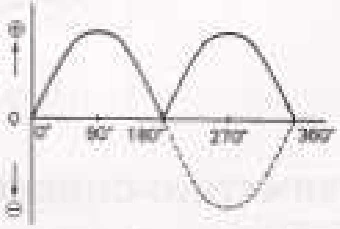



ကွိုင်လည်သည်နှင့် လည်ပတ်မှုတစ်ဝက်၏ ပထမနေရာတစ်ခုတွင် ထွက်ရှိသောလျှပ်စီးသည် side A မှ ထွက်လာပြီး မီးလုံးကိုဖြတ်ကာ side B အရောက်ရှိသို့ ပြန်လည်စီးဝင်သွားသည်။

ထို့နောက်ဆက်လက်လည်သော ဒုတိယအပတ်ဝက်တွင် လျှပ်စီးသည် side B မှ ထွက်ကာ side A သို့ ပြန်စီးဝင်သည်။

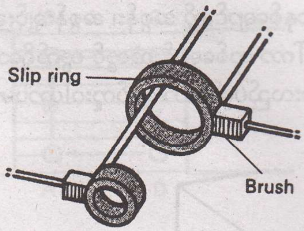
ဤသဘောတရားအရ အေစီလျှပ်စီးထွက်နေရာသည် သံလိုက်စက်ကွင်းအတွင်းရှိ ကွိုင်လည်ပတ်မှုကြောင့် လျှပ်စီးကိုဖန်တီးရယူသည်။ မော်တော်ယာဉ်ရှိ ဘက်ထရီအားသွင်းစနစ်ရှိ alternator (အော်လ်တာနေတာ) သည် ၎င်းထဲမှ ထွက်ရှိသော AC လျှပ်စီးကို ဘက်ထရီအားသွင်းစနစ်သို့ မပေးပို့မီ ဒိုင်အုတ်များကို အသုံးပြုကာလျှပ်စီးကို ဒီစီလျှပ်စီးအဖြစ်သို့ပြောင်းလဲပေးသည်။

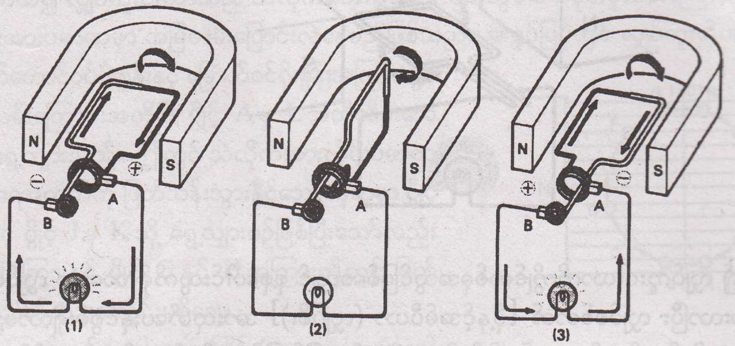



**REFERENCE**

ဘက်ထရီလက်တွေ့ဖွင့်နေရာတွင် လျှပ်စီးပမာဏအပြောင်းအလဲမှုကို ကာကွယ်နိုင်ရန် ဒိုင်အုတ်များသောသံလိုက်များနှင့် ကွိုင်များကိုအသုံးပြုကြသည်။

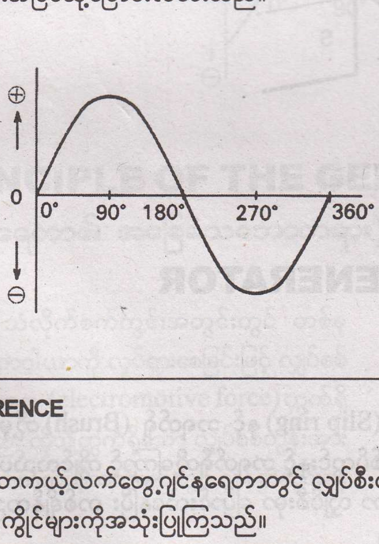


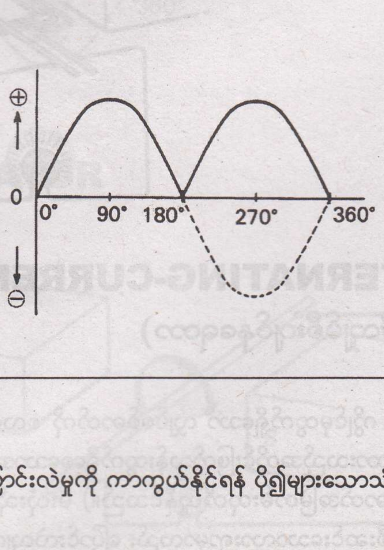




ကွိုင်လည်သည်နှင့် လည်ပတ်မှုတစ်ပတ်၏ ပထမခရီးတာတစ်ဝက်တွင် ထွက်ရှိသောလျှပ်စီးသည် side A မှ ထွက်လာပြီး မီးလုံးကိုဖြတ်ကာ side B ဘက်ရှိသို့ ပြန်လည်စီးဝင်သွားသည်။

ထို့နောက်ဆက်လည်သော ဒုတိယအပတ်ဝက်တွင် လျှပ်စီးသည် side B မှ ထွက်ကာ side A သို့ ပြန်စီးဝင်သည်။

ဤသဘောတရားအရ အေစီလျှပ်စီးဂျင်နရေတာသည် သံလိုက်စက်ကွင်းအတွင်းရှိ ကွိုင်လည်ပတ်အားဖြင့် လျှပ်စီးကိုဖန်တီးရယူသည်။ မော်တော်ယာဉ်ရှိ ဘက်ထရီအားသွင်းစနစ်ရှိ alternator (အော်လ်တာနေတာ) သည် ၎င်းထဲမှ ထွက်ရှိသော AC လျှပ်စီးကို ဘက်ထရီအားသွင်းစနစ်သို့ မပေးပို့မီ ဒိုင်အုပ်များကို အသုံးပြုကာလျှပ်စီးကို ဒီစီလျှပ်စီးအဖြစ်သို့ပြောင်းလဲပေးသည်။



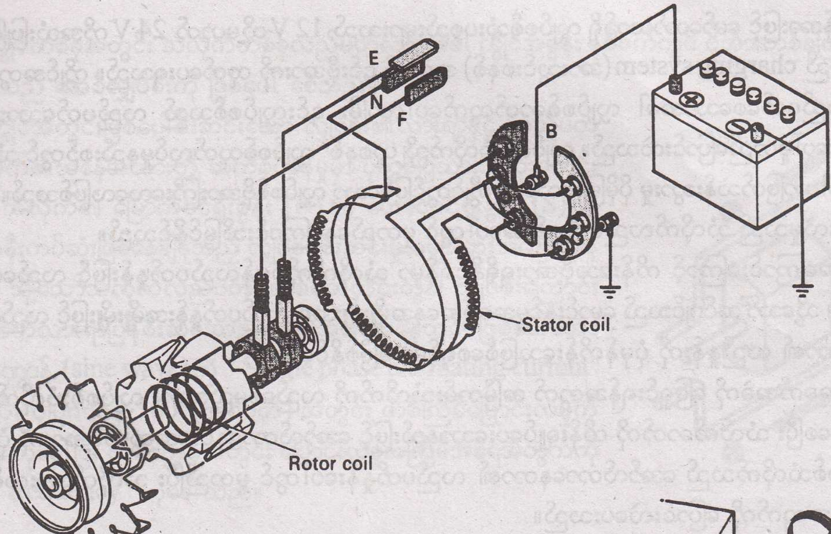

**REFERENCE**

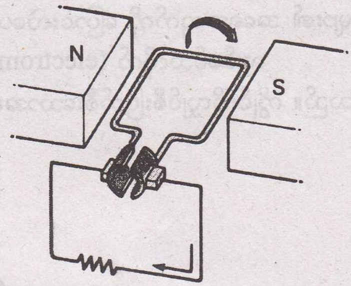
တကယ့်လက်တွေ့ဂျင်နရေတာတွင် လျှပ်စီးပမာဏပြောင်းလဲမှုကို ကာကွယ်နိုင်ရန် ပို၍များသောသံလိုက်များနှင့် ကွိုင်များကိုအသုံးပြုကြသည်။

# ALTERNATOR
## (အော်လ်တာနေတာ)

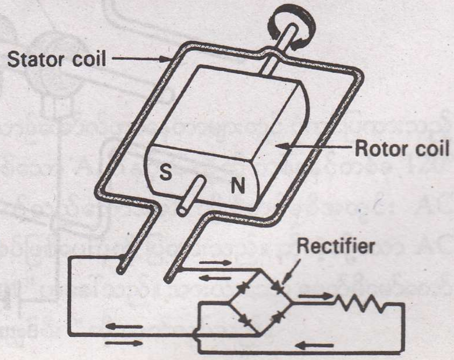
# PRINCIPLE OF THE ALTERNATOR
## (အော်လ်တာနေတာ၏ အခြေခံသဘောတရား)

### 1. ကွိုင်တစ်ခုအတွင်း သံလိုက်လည်ပတ်သည်




သံလိုက်စက်ကွင်းအတွင်း ဝါယာကွိုင်လည်ပတ်သောအခါ လျှပ်စစ်ဓာတ်ထွက်ပေါ်သည်။ ၎င်းလျှပ်စစ်ဓာတ်၏ လျှပ်စီးကြောင်းအမျိုးအစားမှာ စီးဝင်မှုလားရာ အမြဲတမ်းပြောင်းလဲနေသော AC လျှပ်စီး (Alternating Current) ဖြစ်၍ ၎င်းလျှပ်စီးကို DC လျှပ်စီး (Direct current) အဖြစ်သို့ ပြောင်းလဲပစ်ရန်အတွက် commutator (ကွန်မြူတေတာ) နှင့် Brushs (ဘရတ်ရှ်များ) ကိုအသုံးပြုရသည်။ စတေတာကွိုင် (လျှပ်စစ်ထုတ်သောကွိုင်) တစ်ခုစီအတွင်းမှ DC လျှပ်စီးကို ဆွဲထုတ်ယူနိုင်ရန် ကွန်မြူတေတာပါရှိသော အာမေချာသည် ကွိုင်များအတွင်းလည်ပတ်သည်။ သို့သော်အာမေချာ၏ တည်ဆောက်မှုသည် ရှုပ်ထွေးပြီး ၎င်းသည် မြန်နှုန်းမြင့်မလည်ပတ်နိုင်ချေ။ နောက်ထပ်အားနည်းချက်တစ်ခုမှာ ကွန်မြူတေတာနှင့် ဘရတ်ရှ်တို့သည် ၎င်းတို့ကို ဖြတ်စီးသွားသော လျှပ်စီးနှင့်မီးပွားများကြောင့် လွယ်ကူစွာ ပွန်းစားသွားလေ့ရှိသည်။




အကယ်၍ ထိုသို့မဟုတ်ဘဲ စတေတာကွိုင်ကို လည်ပတ်စေမည့်အစားသံလိုက်ကို ကွိုင်အတွင်းလည်ပတ်စေပြီး

စတေတာကွိုင်မှ ထွက်လာမည့် အေစီ (ပြန်လှန်စီး) လျှပ်စီးကို ပြင်ပသို့မထုတ်မီ rectifier (ရက်တီဖိုင်ယာ) ဖြင့် D
(တိုက်ရိုက်စီး) လျှပ်စီးသို့ ကူးပြောင်းယူပါကလည်း အလားတူ လျှပ်စစ်ဖြစ်ပေါ်မှုကိုပင်ရရှိသည်။ ကွိုင်အတွင်း
လျှပ်စစ်ထုတ်လုပ်မှုပို၍ များလာလေလေ လျှပ်စီးကြောင့် ကွိုင်မှာပိုမို ပူလာရလေလေဖြစ်၍ ၎င်းအပူကို ကာကွယ်
စတေတာကွိုင်ကို အပြင်ဘက်တွင်ထားရှိပြီး ရိုတာကွိုင်ကို အတွင်းတွင်ထားကာ လည်ပတ်စေပါက အအေးခံနိ
ပိုမိုကောင်းမွန်မည်ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် မော်တော်ယာဉ်များတွင် အသုံးပြုသော အော်လ်တာနေတာများ
စတေတာကွိုင် (လျှပ်စစ်ထုတ်သောကွိုင်) ၏ အတွင်း၌ သံလိုက် (ရိုတာကွိုင်) ကို ထားရှိလည်ပတ်စေသည်။

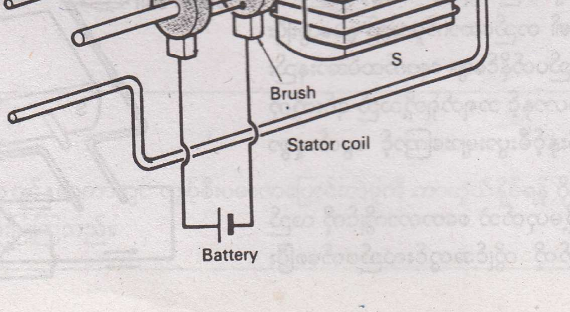
## 2. ကွိုင်ဖြင့် လျှပ်စစ်သံလိုက်ထုတ်လုပ်သည်

ပုံမှန်အားဖြင့် မော်တော်ယာဉ်ရှိ လျှပ်စစ်သုံးပစ္စည်းများသည် 12 V သို့မဟုတ် 24 V ကိုအသုံးပြုပြီး အော်
တာနေတာသည် charging system (အားသွင်းစနစ်) အတွက် ၎င်းဗို့အားကို ထုတ်ပေးရသည်။ ကွိုင်အတွင်းသံလို
ကို ထားရှိလည်ပတ်စေသောအခါ လျှပ်စစ်ဓာတ်ထွက်ပေါ်လာပြီး ၎င်းလျှပ်စစ်သည် လည်ပတ်သောသံလိုက်
လည်ပတ်နှုန်းပေါ်မူတည်ပြောင်းလဲသည်။ လျှပ်စစ်သံလိုက်ညှို့ယူစနစ် လျှပ်စစ်ထုတ်လုပ်မှုနည်းစဉ်တွင် သံလိုက်အ
လိုင်းများကို ဝါယာဖြတ်သန်းသွားမှု ပိုမိုမြန်လေလေ ကွိုင်တွင်ဖြစ်သော လျှပ်စစ်ဗို့အားကြီးလေလေဖြစ်သည်။ ထို့ကြေ
ဗို့အားပြောင်းလဲမှုသည် သံလိုက်လည်ပတ်နှုန်းအပေါ်တွင် မူတည်နေကြောင်းသိမြင်နိုင်သည်။

ထိုအကြောင်းကြောင့် ကိန်းသေဗို့အားရရှိနိုင်ရန်မှာ သံလိုက်ကိုပုံမှန်လည်ပတ်နှုန်းဖြင့် လည်စေနိုင်ရမ
ဖြစ်လေသည်။ သို့သော် အင်ဂျင်သည် မောင်းနှင်မှုအခြေအနေအမျိုးမျိုးအရ လည်ပတ်နှုန်းအမျိုးမျိုးဖြင့် လည်နေရသ
အော်တာနေတာ၏ လည်နှုန်းကို ပုံမှန်ကိန်းသေဖြစ်စေရန်မှာ မဖြစ်နိုင်ချေ။

ထိုအခက်အခဲကို ဖြေရှင်းရန်အတွက် အမြဲတမ်းသံလိုက်ကို လည်စေမည့်အစား လျှပ်စစ်သံလိုက်ကို အ
ထိုးလည်ပတ်စေပြီး သံလိုက်ဓာတ်ကို ထိန်းချုပ်ပေးသောနည်းဖြင့် အော်လ်တာနေတာအထွက်ဗို့အားကို ပုံမှန်ဖြစ်
သည်။ လျှပ်စစ်သံလိုက်သည် အော်လ်တာနေတာ၏ လည်ပတ်နှုန်းပေါ်တွင် မူတည်ပြီး သံလိုက်အားလမ်းကြေ
များ၏ အရေအတွက်ကို ပြောင်းလဲပေးသည်။

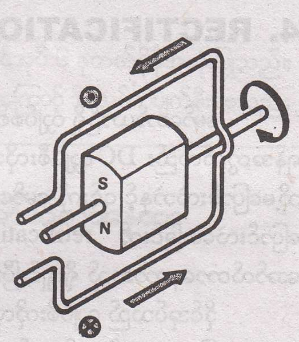
လျှပ်စစ်သံလိုက် (electromagnet) တွင် ကွိုင်များရစ်ပတ်ထားသော သံအူတိုင် (Iron Core) တစ်ခုပ
သည်။ ကွိုင်ကိုလျှပ်စီးဖြတ်စီးသောအခါ သံအူတိုင်တွင် သံလိုက်ဓာတ်ဖြစ်ပေါ်သည်။ ၎င်းသံလိုက်ဓာတ်ဖြစ်ပေ



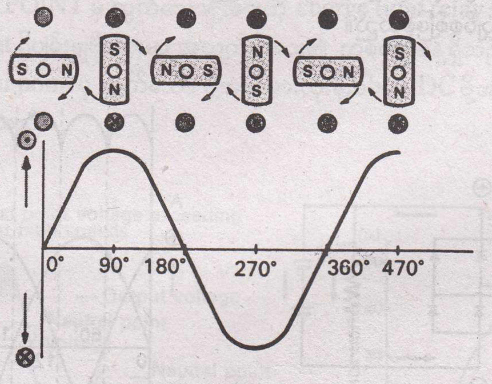
မောဘာမှာ ကွိုင်သို့ဖြတ်စီးသောလျှပ်စီးအနည်းအများအလိုက်ပြောင်းလဲသည်။ ထို့ကြောင့် အော်လ်တာနေတာ လည်ပတ်နှုန်းနိမ့်နေသောအခါ ကွိုင်သို့စီးဝင်သောလျှပ်စီးကို များစေရန်လိုအပ်ပြီး အော်လ်တာနေတာ လည်ပတ်နှုန်း မြင့်နေသောအခါ ကွိုင်သို့စီးသောလျှပ်စီးကို နည်းစေရန်လိုအပ်သည်။ လျှပ်စစ်သံလိုက်သို့ပေးပို့သော လျှပ်စီးကို ဘက်ထရီမှပေးပို့ပြီး လျှပ်စီးအနည်းအများကို ဗို့အားထိန်းချုပ်ကိရိယာ (Voltage regulator) ဖြင့် အင်ဂျင်လည်နှုန်း နိမ့်တွင် လျှပ်စီးများစေပြီး အင်ဂျင်လည်နှုန်းမြင့်တွင် လျှပ်စီးကိုနည်းစေကာ ထိန်းချုပ်ပေးသည်။ ထို့ကြောင့် အော်လ်တာနေတာသည် အင်ဂျင်မြန်နှုန်းအမျိုးမျိုးတွင် ကိန်းသေတစ်သမတ်ဗို့အားကို ထုတ်ပေးနိုင်သည်။

## 3. သရီး-ဖေ့စ် (THREE-PHASE) ပြန်လှန်စီးလျှပ်စီးဖြစ်သည်၊

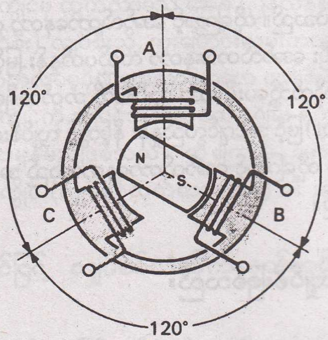
ကွိုင်တစ်ခုအတွင်း သံလိုက်တစ်ခုလည်ပတ်သောအခါ ကွိုင်အစွန်း နှစ်ဖက်တွင် ဗို့အားတစ်ခုဖြစ်ပေါ်သည်။ ၎င်းဗို့အားသည် အေစီလျှပ်စီးကို ဖြစ်ပေါ် စေသည်။

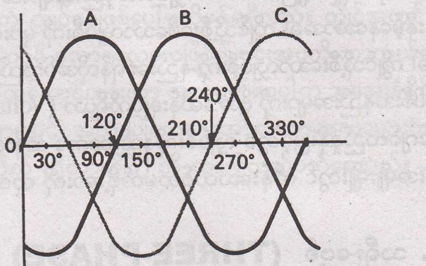



ကွိုင်အတွင်းဖြစ်ပေါ်စီးဆင်းသော လျှပ်စီး၏လားရာနှင့် လည်ပတ်သော သံလိုက်၏အနေအထားတို့ ဆက်စပ်နေမှုမှာ ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်းဖြစ်သည်။ သံလိုက်၏ မြောက်ဝင်ရိုးစွန်း (N) နှင့် တောင်ဝင်ရိုးစွန်း (S) တို့ ကွိုင်နှင့် အနီးကပ်ဆုံးဖြစ်နေချိန်သည် လျှပ်စစ်စီးဆင်းမှုအများဆုံးအခြေအနေဖြစ်သည်။ သို့သော်သံလိုက်လည်ပတ်မှုတစ်ဝက်တိုင်းတွင် လျှပ်စီးကြောင်း ဆန့်ကျင်ဘက်လားရာပြန်စီးဆင်းသည်။ ဤအခြေအနေတွင် ဖြစ်ပေါ်သော လျှပ်စီးပုံသဏ္ဌာန် (sine wave) ကို " Single phase alternating current" ဟုခေါ်သည်။ ပုံပြဂရပ်ရှိ 360° (တစ်ပတ်) အတွင်း တစ်ကြိမ်ပြောင်းလဲမှုကို one cycle ဟုခေါ်ပြီး တစ်စက္ကန့်အတွင်း ပြောင်းလဲမှုအကြိမ်အရေအတွက်ကို ကြိမ်နှုန်း " frequency " ဟုခေါ်သည်။




လျှပ်စစ်ထုတ်လုပ်မှုကို ပို၍ ကောင်းမွန်စေရန် မော်တော်ယာဉ်အော်လ်တာနေတာများတွင် ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း ကွိုင်သုံးခုကို အစီအစဉ်ချအသုံးပြုသည်။ ကွိုင်တစ်ခုစီဖြစ်သော A, B နှင့် C တို့ကို တစ်ခုနှင့်တစ်ခု 120° ကွာခြားစေလျက် အထိုင်ချထားသည်။ ၎င်းတို့အတွင်းသံလိုက်လည်သောအခါ ကွိုင်တစ်ခုစီအတွင်း AC လျှပ်စီးဖြစ်ပေါ်သည်။ တစ်ဖက်ပါပုံတွင် AC လျှပ်စီးသုံးခုဆက်စပ်ဖြစ်ပေါ်ပုံကို ပြထားသည်။ ထိုကဲ့သို့သော AC လျှပ်စီးသုံးခုထွက်ရှိမှုကို " Three Phase Alternating Current " ဟုခေါ်သည်။ အားလုံးသော ခေတ်မီမော်တော်ယာဉ်များရှိ အော်လ်တာနေတာများသည် " Three phase AC လျှပ်စီး " ကို ထုတ်လုပ်သည်။

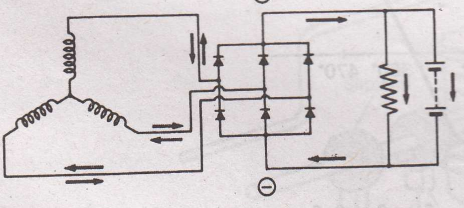


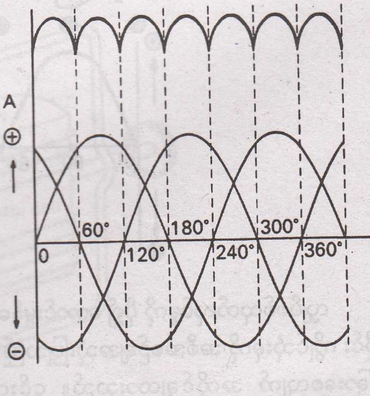




## 4. RECTIFICATION (အေစီမှဒီစီသို့ပြောင်းပေးခြင်း)

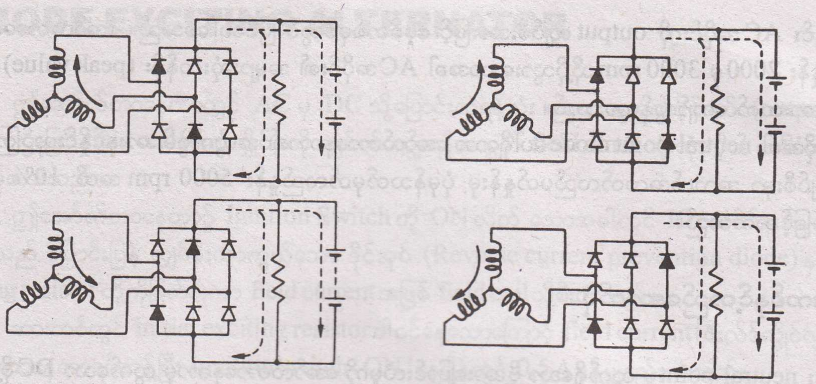
မော်တော်ယာဉ်ရှိ လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများအလုပ်လုပ်ရန်အတွက် DC လျှပ်စစ်လိုအပ်ပြီး ဘက်ထရီကိုအားသွ ရန်အတွက်လည်း DC လျှပ်စီးလိုအပ်သည်။ အော်လ်တာနေတာမှ ထုတ်ပေးသော သရီးဖေ့စ် AC လျှပ်စီးကို D သို့မပြောင်းလဲဘဲနှင့် ၎င်းကို မော်တော်ယာဉ်ရှိ အားသွင်းစနစ်မှ အသုံးမပြုနိုင်ချေ။ AC လျှပ်စစ်ကို DC လျှပ်စစ် ပြောင်းလဲပေးခြင်းကို " retification " ဟုခေါ်သည်။ Retification ပြုလုပ်မှုများစွာရှိသည့်အနက် မော်တော်ယ အော်လ်တာနေတာသည် ရိုးရှင်းပြီး စွမ်းဆောင်မှုကောင်းသော diode (ဒိုင်အုပ်) များကို အသုံးပြုသည်။

ဒိုင်အုပ်သည် လျှပ်စီးကိုလားရာတစ်ဖက်တည်းသို့သာ စီးခွင့်ပြုသည်။ ပုံတွင်ပြထားသကဲ့သို့ ဒိုင်အုပ် ခြေ လုံးအသုံးပြုသောအခါ သရီးဖေ့စ် A/C လျှပ်စီးသည် full wave retification ကြောင့် DC သို့ပြောင်းလဲသွားသ မော်တော်ယာဉ်အော်လ်တာနေတာတွင် ဒိုင်အုပ်များတစ်ပေါင်းတည်း ပါဝင်တပ်ဆင်ထားသောကြောင့် အော်လ်တာနေ မှထွက်သော လျှပ်စစ်မှာ DC လျှပ်စစ်ဖြစ်သည်။




ဤသို့ဖြင့် ဒိုင်အုပ်များဆီသို့သွားသော လျှပ်စီး၏ လားရာမှာ ပြောင်းလဲလျက်ရှိပြီး ဒိုင်အုပ်များထံမှထွက် သော လျှပ်စီး၏ လားရာမှာ မပြောင်းလဲတော့ဘဲ မပြောင်းလဲသော ပိုလာရတီရှိသောဆားကစ်ပုံစံဖြစ်စေသည်။

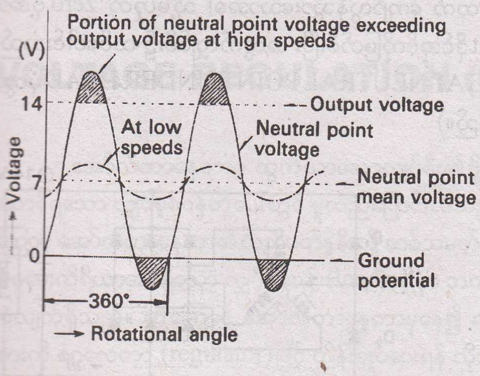


> **IMPORTANT!**
>
> 1. အချို့သောစွမ်းဆောင်ရည်မြင့်မားသည့် အော်လ်တာနေတာများတွင် ဒိုင်အုပ် ၆ ခုထက်ပိုမိုအသုံးပြုသည်။
> 2. ဘက်ထရီဆက်သွယ်မှု ပြောင်းပြန်ဖြစ်လျှင် ကြီးစွာသောလျှပ်စီးစီးဆင်းမှုကြောင့် ဒိုင်အုပ်ကိုပျက်စီးစေသည်။

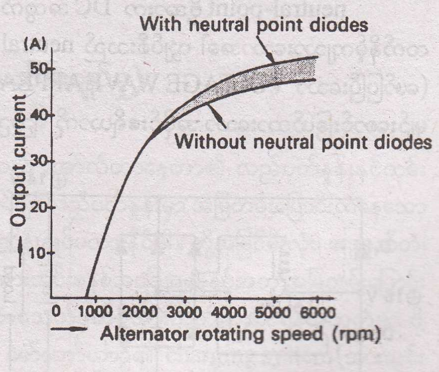
# NEUTRAL - POINT DIODES ပါရှိသော အော်လ်တာနေတာ

## 1. NEUTRAL - POINT VOLTAGE

ရိုးရိုးအော်လ်တာနေတာသည် သရီးဖေ့စ် AC ကို DC သို့ပြောင်းလဲရန်အတွက် ဒိုင်အုပ်ခြောက်လုံးအသုံးပြုသည်။ NEUTRAL POINT မှ ထွက်သောဗို့အားကို charge light relay အတွက် ပါဝါပင်ရင်းအဖြစ်အသုံးပြုသည်။ neutral point ရှိပျမ်းမျှဗို့အားမှာ အထွက်ဗို့အား၏ တစ်ဝက်ခန့်ရှိသည်။ အော်လ်တာနေတာမှ လျှပ်စီးထွက်နေစဉ်တွင် neutral point မှ ထွက်သော ဗို့အားအားလုံးနီးပါးမှာ DC ဗို့အားဖြစ်သည်။ သို့သော် AC လျှပ်စီးအပိုင်းလည်းပါဝင်နေသည်။




VOLTAGE WAVE APPEARING AT NEUTRAL POINT UNDER LOAD



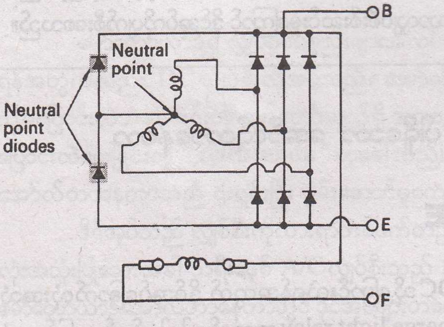

PERFORMANCE CHARACTERISTICS

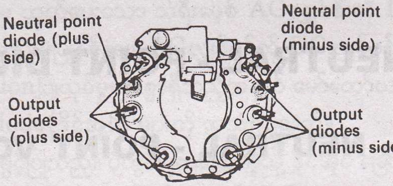
၎င်း AC အပိုင်းကို output လျှပ်စီးအားဖြင့် ဖေ့စ်တစ်ခုစီတွင် ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ အော်လ်တာနေတာ လည်ပတ်နှုန်း 2000 မှ 3000 rpm သို့ပိုသွားသောအခါ AC အပိုင်း၏ အများဆုံးတန်ဖိုး (peak value) မှာ D အထွက်ဗို့အားထက် ကျော်လွန်သွားသည်။

ထိုအခါ neutral-point diode မပါရှိသော အော်လ်တာနေတာ၏ အထွက်စွမ်းအားနှင့်နှိုင်းယှဉ်ကြည့်လျှ အထွက်လျှပ်စီးမှာ အလယ်အလတ်လည်ပတ်နှုန်းမှ ပုံမှန်သတ်မှတ်လည်နှုန်း 5000 rpm အထိ 10% မှ 15 အထိ ပုံမှန်မြင့်တက်သည်။

## 2. ဆားကစ်နှင့်တည်ဆောက်ပုံ

၎င်း neutral-point မှ ထွက်ရှိသော ဗို့အားပြောင်းလဲမှုကို အော်လ်တာနေတာမှ ထွက်သော DC ဗို့အား ပေါင်းထည့်ပေးရန် neutral-point ဒိုင်အုပ်ကို အသုံးပြုသည်။ neutral-point ဒိုင်အုပ်နှစ်ခုကို neutral-point တာမင်နယ် (B), E (earth) တို့အကြားတွင် ထားရှိဆက်သွယ်သည်။ ၎င်းဒိုင်အုပ်များကို rectifier holder တပ်ဆင်သည်။

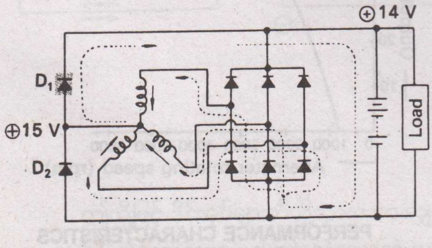


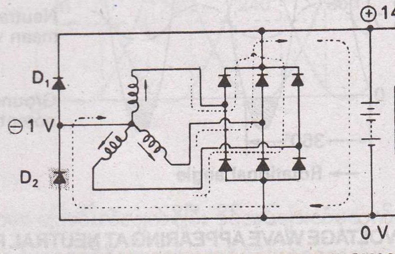

CIRCUITRY OF ALTERNATOR WITH NEUTRAL POINT DIODES

## 3. အလုပ်လုပ်ပုံ

neutral-point ဗို့အားက DC အထွက်ဗို့အားထက် ကျော်လွန်သွားသောအခါ သို့မဟုတ် zero ဗို့အ ထက်နိမ့်ကျသွားသောအခါ လျှပ်စီးသည် neutral-point ဒိုင်အုပ်ကိုဖြတ်စီးပြီး အထွက်လျှပ်စီး၌ ထပ်ပေါင်းသ (ဖော်ပြပြီးသော VOLTAGE WAVE APPEARING AT NEUTRAL POINT UNDER LOAD ပုံ မျဉ်းစောင်းခြယ်ထားသော အပိုင်းဧရိယာကို ရည်ညွှန်းသည်။)




NEUTRAL POINT VOLTAGE ABOVE 14 V




NEUTRAL POINT VOLTAGE BELOW 0

# 3-DIODE EXCITING ALTERNATOR

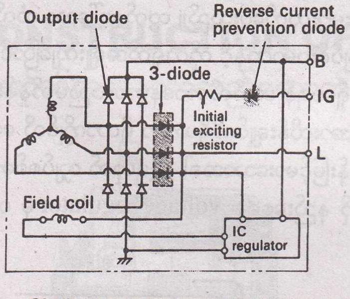
ဤအော်လ်တာနေတာတွင် AC မှ DC သို့ပြောင်းလဲရန်သုံး သော အထွက်ဒိုင်အုပ် (output diode) ခြောက်လုံးအပြင် field coil (ဖီးလ်ကွိုင်) ကို လျှပ်စစ်ကျွေးရန်အတွက် field diode သုံးလုံးကိုပါ ထပ်မံပေါင်းထည့် တပ်ဆင်ထားသည်။

ဤအော်လ်တာနေတာ၌ Ignition Switch ကို ON လိုက် သောအခါတွင် IG တာမင်နယ်မှလာသော လျှပ်စီးသည် ပြောင်းပြန် လျှပ်စီးကာကွယ်သော ဒိုင်အုပ် (Reverse current prevention diode) နှင့် initial exciting resistor တို့ကိုဖြတ်စီးကာ field current အဖြစ် field coil သို့စီးဝင်သည်။

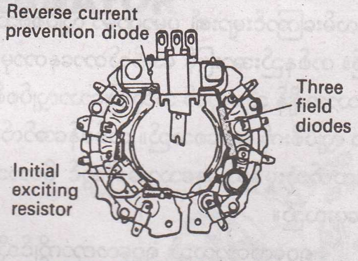
ဆားကစ်တွင် initial exciting resistor ပါဝင်နေသောကြောင့် field current (ဖီးလ်ဒ်ကွိုင်လျှပ်စီး) မှာ အော်လ်တာနေတာရပ်တန့်ပြီး ignition switch ' ON ' နေချိန်တွင် 0.5 A ခန့်မျှနည်းပါးသည်။

ထို့ကြောင့်ဘက်ထရီမှ ထုတ်သုံးသောလျှပ်စီးမှာနည်းနေသည်။ အော်လ်တာနေတာ စတင်လည်ပတ်သောအခါ အော်လ်တာနေတာမှ ထွက်သောလျှပ်စီးတစ်စိတ်တစ်ပိုင်းမှာ field diode (ဖီးလ်ဒ်ဒိုင်အုပ်) သုံးလုံးကိုဖြတ်ပြီး field ကွိုင်သို့စီးဆင်းသည်။ ဖီးလ်ဒ်ကွိုင်သို့စီးသော လျှပ်စီး၏ လျော့ပါးမှုမှာ ပြင်ပလျှပ်စစ်ဆားကစ်ဆက်သွယ်မှု၏ ခုခံမှုနှင့် အလားတူပစ္စည်းတို့ကြောင့် နည်းလာ၍ အထွက်စွမ်းအားကို တိုးတက် စေနိုင်သည်။

ဖီးလ်ဒ်ဒိုင်အုပ်သုံးလုံး၊ initial exciting resistor နှင့်ပြောင်းပြန် လျှပ်စီးကာကွယ်သော ဒိုင်အုပ်တို့ကို rectifier holder တွင် တပ်ဆင် သည်။



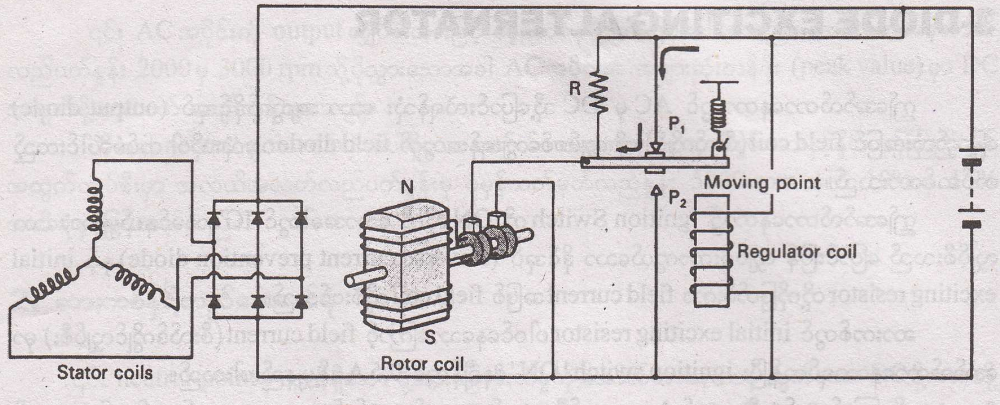

CIRCUIT DIAGRAM OF 3-DIODE EXCITING ALTERNATOR




RECTIFIER HOLDER ASSEMBLY

# VOLTAGE REGULATION (ဗို့အားထိန်းချုပ်မှု)

အော်လ်တာနေတာမှ ထွက်လာသောလျှပ်စီး၏ဗို့အားသည် အော်လ်တာနေတာ၏ လည်ပတ်နှုန်းနှင့်ထမ်းဆောင်ရသော လျှပ်စစ်ဝန်တို့ပေါ်တွင် မူတည်ပြောင်းလဲသည်။ အင်ဂျင်လည်ပတ်နှုန်းမှာ အမြဲတမ်းပြောင်းလဲနေသောကြောင့် အော်လ်တာနေတာ၏ လည်ပတ်နှုန်းကို တစ်သမတ်တည်းထိန်းချုပ်မထားနိုင်ပါ။ ထို့အပြင်မီးလုံး၊ ရေသုတ်တံ၊ အပူပေးကိရိယာအစရှိသော လျှပ်စစ်ဝန် (load) တို့မှာ ဘက်ထရီအားသွင်းစနစ်အခြေအနေနှင့်အတူ အမြဲတမ်းပြောင်းလဲလျက်ရှိသည်။ ထို့ကြောင့် အော်လ်တာနေတာမှနေ၍ ကိန်းသေစံသတ်မှတ်ဗို့အားထုတ်ပေးနိုင်ရန်အတွက်မှာ ဗို့အားကို ရဂူလေတာ (regulator) ဖြင့် ထိန်းချုပ်ပေးရန် လိုအပ်ပြီး မော်တော်ယာဉ်၏ charging system (အားသွင်းစနစ်) တွင် အော်လ်တာနေတာနှင့်အတူ ဗို့အားရဂူလေတာ (Voltage regulator) ကို အသုံးပြုသည်။

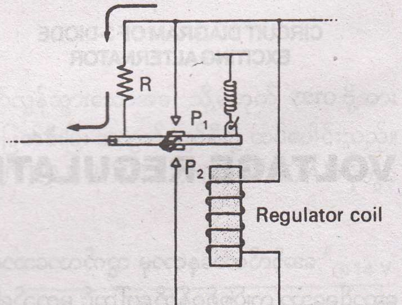



**NOTE:** အချို့သော အော်လ်တာနေတာများတွင် IC တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူးပုံစံ (IC Semiconductor type) ဗို့အားထိန်းကိရိယာ (Voltage regulator) ကို တစ်ပေါင်းတည်းပူးတွဲတပ်ဆင်ထားသည်။

အော်လ်တာနေတာရှိ စတေတာကွိုင်သုံးခုမှ သရီး-ဖေ့စ် A/C လျှပ်စီးထုတ်ရန်အတွက် မရှိမဖြစ်လိုအပ်သော သံလိုက်အားလမ်းများ ဖန်တီးပေးရန် လျှပ်စစ်သံလိုက် (ရိုတာကွိုင်) သို့ ရဂူလေတာက လျှပ်စီးပို့ပေးသည်။

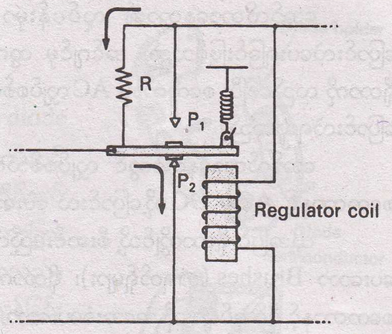
ကွိုင်များအထပ်ထပ်ရစ်ပတ်ထားသော သံအူတိုင်ဖြင့် ပြုလုပ်ထားသည့် လျှပ်စစ်သံလိုက်သည် ၎င်းထံသို့ လျှပ်စစ်စီးဝင်သောအခါ သံလိုက်ဖြစ်သွားပြီး သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများထုတ်ပေးသည်။ ထွက်ပေါ်သော သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများ၏ ပမာဏမှာ လျှပ်စစ်သံလိုက်သို့စီးဝင်သော လျှပ်စီးပမာဏနှင့် တိုက်ရိုက်အချိုးကျပြောင်းလဲသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် အော်လ်တာနေတာမှ ကိန်းသေဗို့အား ထွက်ရှိစေရန် အော်လ်တာနေတာလည်ပတ်နှုန်းနိမ့်နေသောအချိန် သို့မဟုတ် အသုံးပြုသောလျှပ်စစ်အားများနေချိန်တွင် ဗို့အားထိန်းချုပ်ကိရိယာက ရိုတာကွိုင်သို့ ပေးပို့သော လျှပ်စီးကို များစေသည်။ တစ်ဖန်အော်လ်တာနေတာ လည်ပတ်နှုန်းမြင့်မားသောအခါ သို့မဟုတ် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်သုံးမှုနည်းနေသောအခါတွင် ရိုတာသို့ပေးပို့သော လျှပ်စီးကို နည်းစေရန် voltage regulator မှ ထိန်းချုပ်ပေးသည်။

ရဂူလေတာသည် ရဂူလေတာကွိုင်သို့ သက်ရောက်သော ဗို့အားအရ လှုပ်ရှားပွိုင့်ကို ဆွဲထားခြင်း၊ လွှတ်ခြင်း ပြုလုပ်ပြီး ရိုတာကွိုင်သို့ပို့သော လျှပ်စီးကို ထိန်းချုပ်သည်။ အော်လ်တာနေတာ နိမ့်သော လည်ပတ်နှုန်းနှင့် စတေတာကွိုင်၏ ဗို့အားက ဘက်ထရီဗို့အားထက် နိမ့်ကျနေသောအချိန်တွင် moving point (လှုပ်ရှားပွိုင့်) သည် $P_1$ နှင့် ဆက်သွယ်မိပြီး လျှပ်စီးသည် $P_1$ ကို ဖြတ်စီးကာ ရိုတာကွိုင်သို့ ရောက်ရှိသည်။




တဖန်အော်လ်တာနေတာ မြန်နှုန်းမြင့်လည်နေချိန်နှင့် စတေတာကွိုင်၏ အထွက်ဗို့အားက ဘက်ထရီဗို့အားထက် မြင့်မားနေချိန်တွင် ၎င်းဗို့အားသည် ရဂူလေတာကွိုင်သို့ သက်ရောက်ပြီး သံလိုက်ဆွဲအားမြင့်မားလာကာ လှုပ်ရှားပွိုင့်ကို $P_1$ နှင့် ထိနေရာမှ ဆွဲခွာလိုက်သည်။

လှုပ်ရှားပွိုင့်သည် $P_1$ မှာ ကွာသွားသောအခါ ရိုတာကွိုင်သို့ သွားသော လျှပ်စီးသည် ခုခံမှု (R) ကို ဖြတ်စီးရသဖြင့် လျှပ်စီးအား နည်းသွားရလေသည်။ ထိုသို့နည်းသွားသောလျှပ်စီးကြောင့် သံလိုက်အားပမာဏမှာ နည်းသွား၍ စတေတာကွိုင်မှ ထွက်သောဗို့အားမှာ တစ်ဖန်ပြန်လည်နည်းသွားရပြန်သည်။ ထိုအခါ moving point



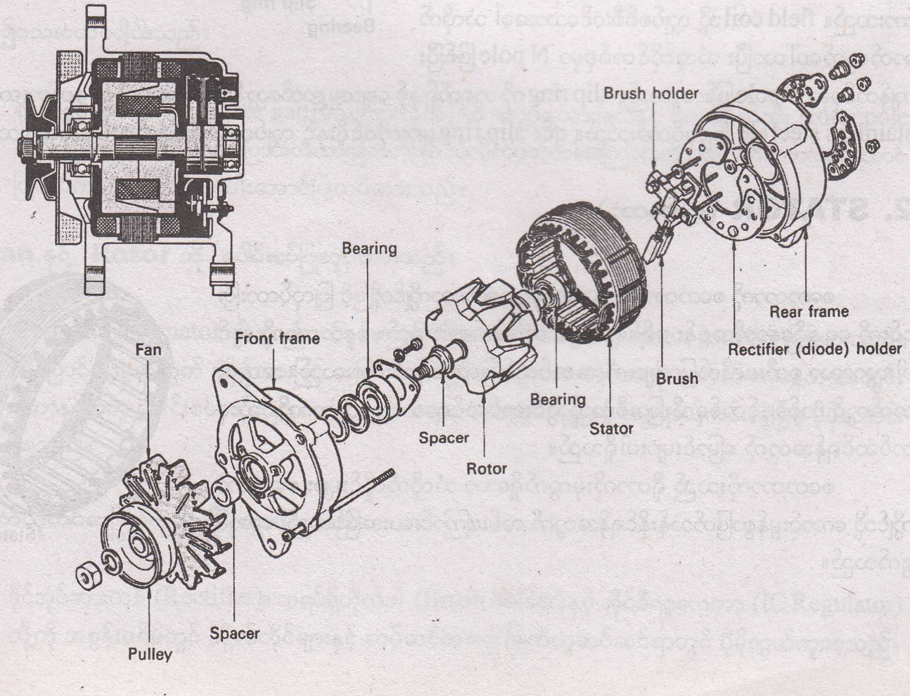

ကို ဆွဲထားသောအားမှာလည်း ပြန်လျော့သွားကာ moving point မှာ စပရင်အားဖြင့် $P_1$ နှင့် ပြန်လည်ထိတွေ့သွားသည်။ ထိုအခါ rotor coil သို့စီးသော လျှပ်စီးကို ပြန်လည်မြင့်တက်စေပြီး ပွိုင့်ကို $P_1$ မှ ပြန်လည်ကွာသွားစေသည်။

အော်လ်တာနေတာ၏ လည်ပတ်နှုန်းပိုမိုမြန်သော မြန်နှုန်းတစ်ခုသို့ရောက်လာသောအခါ စတေတာကွိုင်မှထုတ်သော ဗို့အားမှာလည်း ပိုမိုမြင့်တက်လာပြီး ပိုမိုသောရဂူလေတာကွိုင်ဆွဲအားဖြင့် moving point ကို $P_2$ နှင့် ထိသည်အထိ ဆွဲလိုက်သည်။ ထိုအခါ resistor (R) ကို ဖြတ်လာသော လျှပ်စီးသည် ရိုတာကွိုင်သို့ မရောက်ရှိတော့ဘဲ $P_2$ ကိုဖြတ်ကာစီးဆင်းသွားသည်။

ရိုတာကွိုင်သို့ လျှပ်စစ်မရောက်ရှိသောအချိန်တွင် စတေတာကွိုင်မှ လျှပ်စစ်တွန်းအားမထုတ်လုပ်၍ အော်လ်တာနေတာ၏ ဗို့အားကျဆင်းသွားပြီး moving point ကို $P_2$ မှတဖန်ပြန်ကွာသွားစေသည်။ ဤသို့ဖြင့် အော်လ်တာနေတာ၏ ဗို့အားပြန်လည်တက်လာချိန်တွင် moving point ကို တဖန်ပြန်ဆွဲမည်ဖြစ်သည်။

တစ်နည်းအားဖြင့် အော်လ်တာနေတာ၏လည်နှုန်းနိမ့်တွင် moving point သည် ကွန်တက် $P_1$ နှင့် ထိခြင်း သို့မဟုတ် ခွာခြင်းပြုလုပ်ပြီး ရိုတာကွိုင်သို့စီးသော လျှပ်စီးကို နည်းစေ သို့မဟုတ် များစေသည်။ အော်လ်တာနေတာသည် မြင့်သောမြန်နှုန်းတစ်ခုတွင် moving point ကို $P_2$ နှင့် ထိခြင်း၊ ခွာခြင်းပြုလုပ်ကာ ရိုတာကွိုင်သို့စီးသော လျှပ်စီးကို ပြတ်တောင်း၊ ပြတ်တောင်း (စီးစေ၊ ရပ်တန့်စေ) စီးစေသည်။

## CONSTRUCTION OF THE ALTERNATOR
## (အော်လ်တာနေတာတည်ဆောက်ပုံ)

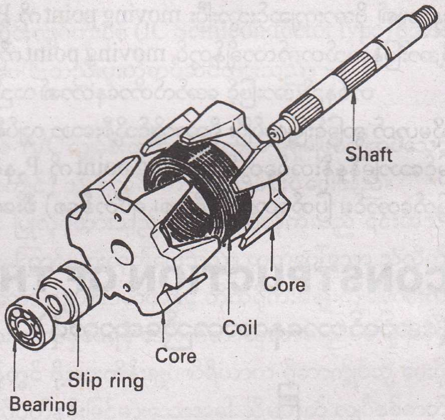


အော်လ်တာနေတာ၏ လုပ်ငန်းမှာ အင်ဂျင်မှထွက်သော စက်မှုစွမ်း အားကို လျှပ်စစ်စွမ်းအားသို့ ပြောင်းလဲပေးရခြင်းဖြစ်သည်။ အင်ဂျင်မှ ထွက် သော လည်ပတ်အားဖြင့် ပူလီမှတစ်ဆင့် အော်လ်တာနေတာ၏ ရိုတာကို လည်စေပြီး စတေတာမှ AC လျှပ်စစ်ထွက်စေသည်။ ၎င်း AC လျှပ်စစ်ကို ဒိုင်အုပ်များဖြင့် DC လျှပ်စစ်သို့ ပြောင်းလဲရယူသည်။

အော်လ်တာနေတာတွင် လျှပ်စစ်သံလိုက်ထုတ်လုပ်ပေးသော ရိုတာ (Rotor)၊ လျှပ်စစ်ထုတ်ပေးသော စတေတာနှင့် AC မှ DC သို့ပြောင်းလဲ ပေးသော ဒိုင်အုပ်တို့ဖြင့် အဓိကပါဝင်ဖွဲ့စည်းထားသည်။

ထို့အပြင် ရိုတာကွိုင်သို့ စီးဆင်းမည့်လျှပ်စီးကို (တည်ငြိမ်ပစ္စည်းမှ လည်ပတ်နေသော ပစ္စည်းသို့) ပို့ဆောင်ပေးသော Brushes (ဘရတ်ရှ်များ)၊ ရိုတာကို ချောမွေ့စွာလည်ပတ်စေသော Bearing (ဘယ်ရင်များ)၊ ရိုတာ၊ စတေတာနှင့် ဒိုင်အုပ်များကို အအေးခံပေးသော fan (ပန်ကာ) တို့လည်း ပါဝင်သည်။ ၎င်းပစ္စည်းအစိတ်အပိုင်းအားလုံးကို ရှေ့နှင့်နောက်ဖရိမ်များတွင် တပ်ဆင်ထားရှိသည်။

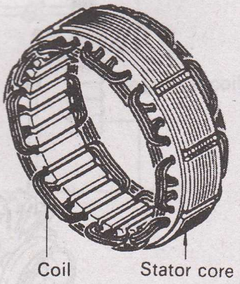
## 1. ROTOR (ရိုတာ)




ရိုတာကို သံအူတိုင် (သံလိုက်ဝင်ရိုးစွန်း)နှစ်ခု၊ ရိုတာကွိုင် ဟုခေါ်သော field coil (ဖီးလ်ကွိုင်)၊ စလစ်ပ်ရင်း (slip rings) နှင့် ရိုတာဝင်ရိုး (rotor shaft) တို့ဖြင့် ပါဝင်တည်ဆောက်ထားသည်။

field coil ကို လည်ပတ်သောလားရာနှင့် အလားတူပတ်ထားပြီး ကွိုင်၏ အစွန်းစနှစ်ဖက်ကို slip ring တစ်ခုစီနှင့် ဆက်ထားသည်။ ကွိုင်၏ တစ်ဖက်တစ်ချက်စီတွင်ရှိသော အူတိုင် (core) နှစ်ခုဖြင့် ဖီးလ်ကွိုင်ကို လက်ယှက်ထိုးငုံထားသည်။ field coil သို့ လျှပ်စစ်စီးဝင်သောအခါ သံလိုက်ဓာတ်ထွက်ပေါ်လာပြီး သံအူတိုင်တစ်ခုမှာ N pole ဖြစ်ပြီး ကျန်တစ်ခုမှာ S pole ဖြစ်လာသည်။ slip ring ကို ဘရတ်ရှ် နှင့် ချောမွေ့စွာထိတွေ့နိုင်ရန် ချောမွတ်စွာ ခုတ်စားထားသော stainless steel ဖြင့် ပြုလုပ်ထားသည်။ ၎င်း slip ring များကိုဝင်ရိုးနှင့် လျှပ်ကာခြားလျက်တပ်ဆင်ထားသည်။

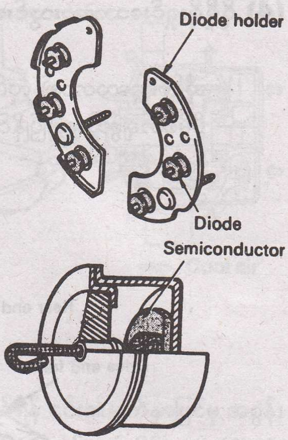
## 2. STATOR (စတေတာ)




စတေတာကို စတေတာကိုး (core) နှင့် စတေတာကွိုင်တို့ဖြင့် ပြုလုပ်ထားပြီး ၎င်းကို ရှေ့နှင့်နောက်အစွန်း ဖရိမ်များတွင် တပ်ဆင်ထားသည်။ စတေတာကိုးတွင် ပါးလွှာသော စတီးပလိတ်ပြားများကို အထပ်ထပ်ပြုလုပ်ဖန်တီးထားသည်။ အတွင်းဘက်တွင် တစ်ခုနှင့်တစ်ခုသီးခြားစီထည့်သွင်းတပ်ဆင်ရသော စတေတာကွိုင်သုံးခု တပ်ဆင်ရန်အတွက် မြောင်းများပါရှိသည်။

စတေတာကိုးသည် ရိုတာကိုးမှထွက်ရှိသော သံလိုက်လှိုင်းများ စတေတာကွိုင်သို့ ကောင်းမွန်စွာဖြတ်သန်းနိုင်ရန်အတွက် လမ်းကြောင်းပေးအဖြစ်လည်း ဆောင်ရွက်သည်။

## 3. DIODES (ဒိုင်အုပ်များ)




positive diode (အပေါင်းဒိုင်အုပ်) သုံးလုံးနှင့် Negative diode (အနုတ်ဒိုင်အုပ်) သုံးလုံးတို့ကို သက်ဆိုင်ရာ ဒိုင်အုပ်အထိုင်များတွင် တပ်ဆင်ထားသည်။ အော်လ်တာနေတာမှထွက်သော လျှပ်စီးမှာ အပေါင်းဒိုင်အုပ်အထိုင်မှ ထွက်ရှိသောကြောင့် ၎င်းအထိုင်ကို အစွန်းဖရိမ်များနှင့် လျှပ်ကာခြားထားသည်။ AC မှ DC သို့ပြောင်းလဲနေချိန်တွင် ဒိုင်အုပ်များမှာ ပူလာသည်။ ထိုအခါ ဒိုင်အုပ်အထိုင်များသသည် ၎င်းအပူကို စွန့်ထုတ်ပေးကာ အပူလွန်ခြင်းမှ ကာကွယ်ပေးသည်။

# COMPACT ALTERNATOR
## (ကျစ်လစ်အော်လ်တာနေတာ)

IC ရဂူလေတာတွဲလျက်ပါရှိသော ကျစ်လစ်သည့်အော်လ်တာနေတာသည် စံသတ်မှတ်ထားသော အရွယ်အစားအော်လ်တာနေတာထက် 17% ပိုမိုသေးငယ်ပြီး 26% ပိုပေါ့သည်။ တည်ဆောက်ပုံမှာ တူညီသော်လည်း IC ရဂူလေတာနှင့် ရိုးရိုး point type ရဂူလေတာတို့ အလုပ်လုပ်ပုံကွဲပြားသည်။ တည်ဆောက်ပုံနှင့် ပုံသဏ္ဍာန်ကို အောက်တွင်ဖော်ပြထားပြီး ရိုးရိုးအော်လ်တာနေတာများနှင့် နှိုင်းယှဉ်ပြထားသည်။

### 1. သွင်ပြင်လက္ခဏာများ

**(1)** ပို၍သေးငယ်ပေါ့ပါးသည်၊

ရိုတာနှင့်စတေတာကြားရှိ air gap (လေကြားလွတ်) ကို လျှော့ချထားခြင်းနှင့် ရိုတာပိုးလ်ကိုး (rotor pole core) ပုံသဏ္ဍာန်ကို ပြုပြင်ပြောင်းလဲထားခြင်းတို့ဖြင့် သံလိုက်ပတ်လမ်းကြောင်းကို တိုးတက်ကောင်းမွန်အောင်ပြုလုပ်ကာ ကျစ်လစ်ပေါ့ပါးအောင်ပြုလုပ်ထားသည်။

**(2) Fan နှင့် Rotor ကို** ပေါင်းစပ်ပြုလုပ်ထားသည်၊

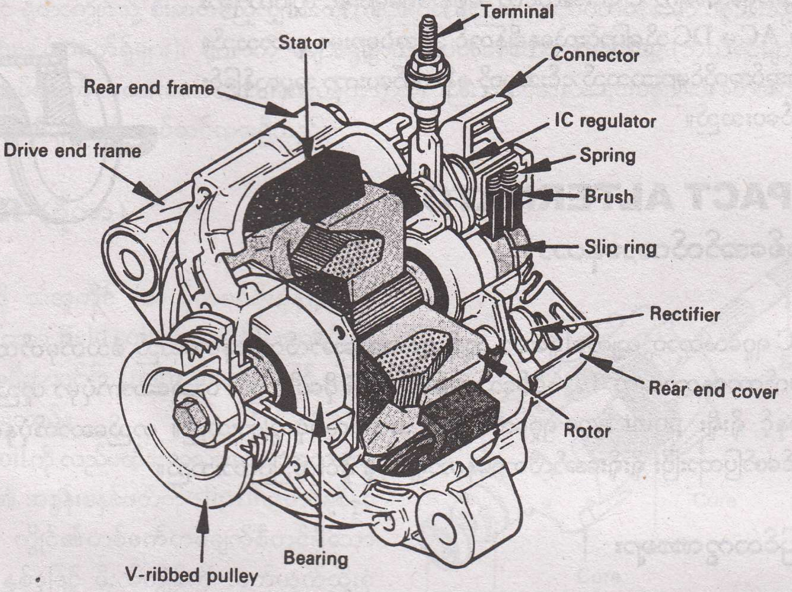
Compact alternator ၏ လည်ပတ်နှုန်းသည် Standard-size alternator ထက်ပို၍ မြင့်မားသည်။ ထိုပြောင်းလဲမှုအတွက် ပုံမှန်အားဖြင့် အပြင်ဘက်တွင်ထားရှိသော ပန်ကာကို အော်လ်တာနေတာအတွင်း ရိုတာနှင့်အတူ ပေါင်းစပ်တပ်ဆင်ထားခြင်းဖြင့် အအေးခံနိုင်မှုစွမ်းရည်နှင့် အန္တရာယ်ကင်းလုံခြုံမှု ပိုမိုကောင်းစေသည်။

**(3)** ဖြုတ်ယူတပ်ဆင်ရာတွင် ပိုမိုလွယ်ကူသည်၊

ဒိုင်အုပ်ဆားကစ် (Rectifier)၊ ဘရပ်ရှ်ဟိုလ်ဒါ (Brush holder) နှင့် အိုင်စီရဂူလေတာ (IC Regulator) တို့ကို အစွန်းဖရိမ်တွင် ဘိုလ်တိုင်များနှင့် တပ်ဆင်ထား၍ ဖြုတ်ယူတပ်ဆင်ရာတွင် ပိုမိုလွယ်ကူစေသည်။

**(4) ပိုမိုရိုးရှင်းသောအားသွင်းစနစ်ပါရှိသည်။**

အိုင်စီရဂူလေတာ၏ လုပ်ဆောင်ချက်အမျိုးမျိုးကို အသုံးပြုထား၍ အားသွင်းစနစ်ကို ပိုမိုရိုးရှင်းလွယ်ကူစေပြီး ပိုမိုစိတ်ချစွာအသုံးပြုနိုင်သည်။




## 2. တည်ဆောက်ပုံ

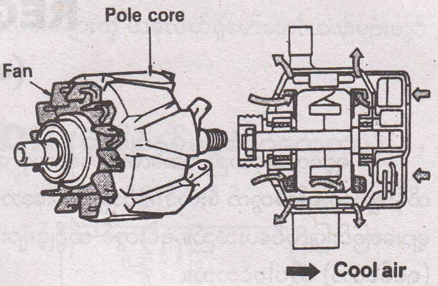
### (1) Rotor (ရိုတာ)

ရိုတာသည် သံလိုက်စက်ကွင်းအနေဖြင့် ဆောင်ရွက်ပြီး ဝင်ရိုးနှင့်အတူတစ်ပါတည်းလည်ပတ်သည်။ (ဤပုံစံ အော်လ်တာနေတာကို " Rotary field magnet alternator" အဖြစ် ရည်ညွှန်းပြောဆိုသည်) ရိုတာတွင် သံလိုက်အူတိုင်၊ ဖီးလ်ကွိုင်၊ စလစ်ပ်ကွင်း ရှပ်နှင့်ပန်ကာတို့ဖွဲ့စည်းပါဝင်သည်။ ရိုးရိုးအော်လ်တာနေတာနှင့် မတူညီသောအချက်မှာ ရိုတာ၏တစ်ဖက်တစ်ချက်တွင် ပန်ကာများ ပူးတွဲတပ်ဆင်ထားခြင်းဖြစ်သည်။

### (2) End Frames (အစွန်းဖရိမ်များ)

ဖရိမ်များတွင် လုပ်ဆောင်ချက်နှစ်ခုရှိသည်။ ရိုတာကိုခံဆောင်ထိန်းပေးထားရန်နှင့် အင်ဂျင်တွင်ပူးတွဲတပ် ဆင်ရန်ဖြစ်သည်။ အစွန်းဖရိမ်နှစ်ခုလုံးတွင် အအေးခံမှုစွမ်းရည်ပိုမိုကောင်းမွန်စေရန် လေလမ်းကြောင်းများစွာပါရှိ သည်။ ရက်တီဖိုင်းယာ၊ ဘရပ်ရှ်ဟိုလ်ဒါ၊ အိုင်စီရဂူလေတာစသည်တို့ကို နောက်ဖက်အစွန်းဖရိမ်၏ ကျောဘက်တွင် တပ်ဆင်ထားသည်။

## (3) Stator (စတေတာ)




စတေတာတွင် စတေတာကိုး (Stator core) နှင့် စတေတာကွိုင် (Stator Coil) တို့ ဖွဲ့စည်းပါဝင်သည်။ ၎င်းကို drive end frame တွင် အားဖြင့် ဖိသွင်းတပ်ဆင်ထားသည်။ စတေတာမှထွက်သော အပူကို drive end frame မှတစ်ဆင့် ပြင်ပသို့စွန့်ထုတ်သည်။

## (4) Rectifier (ရက်တီဖိုင်ယာ)

ရက်တီဖိုင်ယာကို အထွက်လျှပ်စီးကြောင့်ထွက်ရှိသော အပူကို စွန့်ထုတ်နိုင်ရန် ၎င်း၏မျက်နှာပြင်မှ အစွန်းထုတ်ဒီဇိုင်းပြုလုပ်ထားသည်။ ရတ်တီဖိုင်ယာ၏ မိုနိဘော်ဒီ (mono-body) တည်ဆောက်မှုနှင့် ဒိုင်အုတ် (diode element) များအကြားရှိ terminal Insulated connection တို့ကြောင့် Rectifier မှာ များစွာကျစ်လစ်သည်။

## (5) V-Ribbed Pulley [ဗွီ-ရစ်ဘ (ဒ်) ပူလီ]

မြန်နှုန်းမြင့်စွမ်းရည်ကို ပိုမိုကောင်းမွန်စေသော ဗွီပုံစံလိုင်းများဖော်ထားသော ပူလီ (V-Ribbed Pulley) ကို အသုံးပြုထားခြင်းဖြင့် ပူလီအချိုး (Pulley Ratio) ကို ၂.၅ % မြင့်တက်စေသည်။

## (6) IC Regulator (အိုင်စီရဂူလေတာ)

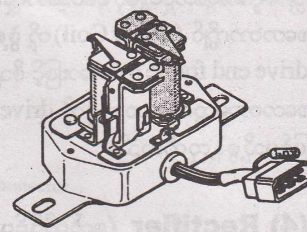
အော်လ်တာနေတာတွင် ကျစ်လစ်သော အိုင်စီရဂူလေတာတစ်ခု ပူးတွဲတည်ဆောက်ထားသည်။ အိုင်စီရဂူလေတာ၏ အတွင်းဆားကစ်တွင် စွမ်းရည်မြင့် မိုရိုလစ်သစ် အင်တီဂရေ့တက်ဆားကစ် (mono lithic integrated circuit (IC) ပါရှိသောကြောင့် ပိုမိုကောင်းမွန်သော အားသွင်းမှုနှင့် စိတ်ချရမှုကိုဖြစ်စေသည်။

**IMPORTANT!**

အိုင်စီရဂူလေတာကို အော်လ်တာနေတာတွင် ဝက်အူ (၅) လုံးဖြင့် တပ်ဆင်ထားသည်။ ၎င်းဝက်အူ (၅) လုံးသည် အိုင်စီရဂူလေတာကို ခိုင်မြဲစေရုံအတွက်သာမကဘဲ အော်လ်တာနေတာကို အိုင်စီရဂူလေတာရှိ E, P, F နှင့် B တာမင်နယ်လ် (Terminal) များနှင့်လည်း ဆက်သွယ်ပေးရန်အတွက်လည်း အသုံးပြုသည်။ ထို့ကြောင့် ၎င်းဝက်အူများကို ခိုင်မြဲစွာ ကြပ်၍မထားလျှင် တာမင်နယ်လ်ထိတွေ့ဆက်သွယ်မှုများ မကောင်းသောကြောင့် ပါဝါထုတ်လုပ်မှုနှင့် အားသွင်းမှုတွင် လျော့နည်းမှုဖြစ်စေသည်။

# REGULATOR

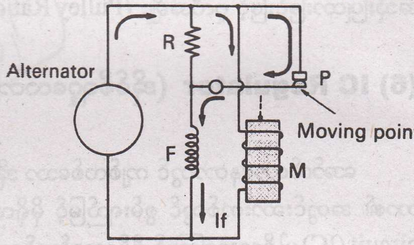
## (ရဂူလေတာ)



ရဂူလေတာသည် အော်လ်တာနေတာမှ ထုတ်ပေးသော ဗို့အားကို ထိန်းချုပ်ပေးရန်အတွက် ဖီးလ်ဒ်ကွိုင်သို့ ပို့ပေးသော လျှပ်စီးကို နည်းစေခြင်း၊ များစေခြင်းပြုလုပ်ပေးသည်။ ၎င်းတွင် ထိပွိုင့်များ၊ သံလိုက်ကွိုင်နှင့် ခုခံမှု (ရစစ်စတာ) တို့ပါဝင်သည်။

> **REFERENCE**
>
> ထိပွိုင့်မပါရှိသော ရဂူလေတာများလည်းရှိသည်။ ၎င်းတို့တွင် တပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းများ (ထရန်စစ္စတာ၊ အိုင်စီ၊ စသည်တို့)ဖြင့် ရိုတာသို့ပေးမည့် လျှပ်စီးကိုထိန်းချုပ်သည်။

## ONE-POINT TYPE REGULATOR (ထိပွိုင့်တစ်ခုပုံစံရဂူလေတာ)



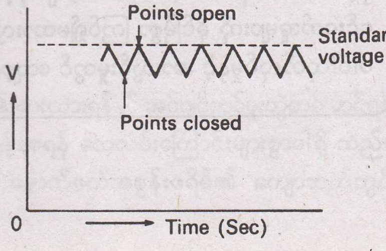

ထိပွိုင့်တစ်ခုပုံစံတွင် ရစစ္စတာ (R)ကို ရိုတာရှိ ဖီးလ်ဒ်ကွိုင်နှင့် တန်းဆက် (series) ဆက်သွယ်ထားသည်။ အင်ဂျင်အနှေးလည်နှုန်းတွင် ၎င်းခုခံမှုမှမစီးဘဲ ပွိုင့်ကိုဖြတ်၍စီးသည်။

အော်လ်တာနေတာ၏ဗို့အားနိမ့်နေသောအခါ သံလိုက်ကွိုင်မှထွက်သော သံလိုက်အားမှာ လျော့နည်းသွား၍ ထိပွိုင့်များမှာ ထိကပ်နေပြီး ဖီးလ်ဒ်ကွိုင်လျှပ်စီးမှာ ပွိုင့်မှဖြတ်သန်းစီးဆင်းသည်။

ဗို့အားမြင့်တက်လာသောအခါ သံလိုက်အားမှာ ကောင်းလာပြီး ပွိုင့်များကွာ (open ဖြစ်) သွားသည်။ ပွိုင့်များ ကွာနေသောအခါ လျှပ်စီးသည် ရစစ္စတာမှ ဖြတ်စီးရ၍ ဖီးလ်ဒ် ကွိုင်လျှပ်စီးမှာ လျော့နည်းသွားရသည်။ ထိုအခါ အော်လ်တာနေတာမှ ထွက်သောဗို့အားမှာ လျော့နည်းသွားပြီး ပွိုင့်များပြန်လည်ထိကပ် (close ဖြစ်) သွားရသည်။

ဤသို့ဖြင့် အော်လ်တာနေတာမှထွက်သော ဗို့အားနိမ့်လိုက်မြင့်လိုက်ဖြစ်ခြင်းနှင့် ထိပွိုင့်၏ထိလိုက်ကွာလိုက်ဖြစ်ခြင်းတို့မှာ တစ်စက္ကန့်အတွင်းအကြိမ်များစွာ အဖန်တလဲလဲဖြစ်ပေါ်နေသည်။

ပွိုင့်ကွာနေသောအခါ ဖီးလ်ဒ်လျှပ်စီးသည် ခုခံမှု (ရစစ္စတာ) မှ ဖြတ်စီးသည်။



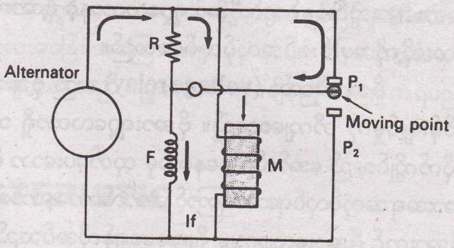

အော်လ်တာနေတာ မြန်နှုန်းမြင့်နေချိန်များတွင် ရဂူလေတာသည် ဗို့အားထိန်းချုပ်ရန်အတွက် ပိုမိုကြီးမားသော ခုခံမှုတန်ဖိုးလိုအပ်လာသည်။ သို့သော်ခုခံမှု တန်ဖိုးကိုကြီးလိုက်ပြန်လျှင်လည်း မြန်နှုန်းနိမ့်တွင် ဗို့အားပြောင်းလဲမှု (မတည်ငြိမ်မှု) တန်ဖိုးကြီးမြင့်လာနိုင်ပြန်သည်။

ထို့အပြင် ကြီးမားသောခုခံမှုသည် ပွိုင့်များ open (ကွာသောအခါ) ဖြစ်သောအခါ မီးပွားပိုမိုထွက်ရှိစေနိုင်၍ ပွိုင့်သက်

တမ်းကို ပိုမိုတိုတောင်းစေသည်။ ထို့ကြောင့်ထိပ်ပွိုင့်တစ်ခုပုံစံ ရဂူလေတာများကို ယခုလက်ရှိမော်တော်ယာဉ်များတွင် လွန်စွာမှ အသုံးနည်းသွားပြီဖြစ်သည်။

## TWO-POINT TYPE REGULATOR (ထိပ်ပွိုင့်နှစ်ခုပုံစံရဂူလေတာ)

ထိပ်ပွိုင့်တစ်ခုပုံစံရဂူလေတာ၏ အားနည်းချက်ကို ကျော်လွှားနိုင်ရန် မြန်နှုန်းနိမ့်တွင် အသုံးပြုရန်အတွက် ($P_1$) နှင့် မြန်နှုန်းမြင့်တွင် အသုံးပြုရန်အတွက် ($P_2$) ဟူ၍ ပွိုင့်နှစ်ခုခွဲခြားအသုံးပြုထားသည်။

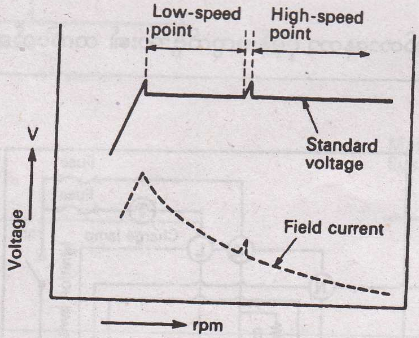



မြန်နှုန်းနိမ့်အခြေအနေများ၌ moving point (လှုပ်ရှားသောပွိုင့်) သည် မြန်နှုန်းနိမ့်ပွိုင့် ($P_1$) နှင့်ထိခြင်း၊ ခွာခြင်းပြုလုပ်ကာ ပွိုင့်တစ်ခုပုံစံရဂူလေတာအတိုင်း လုပ်ဆောင်သည်။ မြန်နှုန်းမြင့်အခြေအနေများ၌ ဗို့အားကို Low-speed point ($P_1$) တစ်ခုတည်းနှင့် ထိန်းချုပ်မရနိုင်တော့ချေ။ ထိုအခါ လှုပ်ရှားသောပွိုင့်သည် မြန်နှုန်းမြင့်ပွိုင့် ($P_2$) နှင့် ထိတွေ့သွားသည်။ ထိုအခါ ဖီးလ်ဒ်ကွိုင်သို့ လျှပ်စစ်မစီးတော့ချေ။

ပွိုင့်နှစ်ခုပုံစံရဂူလေတာသည် မြန်နှုန်းနိမ့်၊ မြန်နှုန်းမြင့်နှစ်ခုလုံးတွင် အလုပ်လုပ်နိုင်သည်။

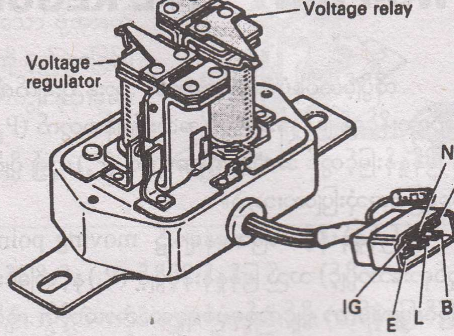
သို့သော်အားနည်းချက်တစ်ခုအနေဖြင့် မြန်နှုန်းမြင့်အနေအထားမှ မြန်နှုန်းနိမ့်သို့ ကူးပြောင်းချိန်တွင်ဖြစ်သော အနည်းငယ်သော ဗို့အားကျဆင်းသွားခြင်း (hysteresis) ဖြစ်ပေါ်ခြင်းဖြစ်သည်။ သို့ဖြစ်စေကာမူ ပွိုင့်တစ်ခုပုံစံရဂူလေတာနှင့် နှိုင်းယှဉ်ကြည့်လျှင်ခုခံမှု (R) တန်ဖိုး ပိုမိုလျှော့ချနိုင်၍ ပွိုင့်များထိခြင်း၊ ကွာခြင်း၌ဖြစ်ပေါ်သော မီးပွားဖြစ်ပေါ်မှုကို လျော့နည်းစေပြီး ပွိုင့်များ၏သက်တမ်းကိုကြာရှည်စေသည်။

ပွိုင့်နှစ်ခုပုံစံ ရဂူလေတာကို ယနေ့ခေတ်ယာဉ်များတွင် များစွာအသုံးပြုကြသည်။



# VOLTAGE RELAY (CHARGE LAMP RELAY)

## ဗို့အားရီလေး (အားသွင်းမီးလုံးရီလေး)




အော်လ်တာနေတာမှ ထွက်သောဗို့အားကို ထိန်းချုပ်ရန်အတွက် ရဂူလေတာတစ်ခုတည်းကိုသာ သုံးမည့်အစား အားသွင်းစနစ်တွင် ဗို့အားရဂူလေတာနှင့် ဗို့အားရီလေးတို့ကို ပေါင်းစပ်အလုပ်လုပ်စေသည်။

ဗို့အားရီလေး (voltage relay) သည် ဗို့အားထိန်းချုပ်မှုကို တိကျစေသည်။ ဗို့အားရဂူလေတာရှိ သံလိုက်ကွိုင်သည် အော်လ်တာနေတာမှ ထုတ်ပေးသော ဗို့အားအရ အလုပ်လုပ်ရသောကြောင့် အော်လ်တာနေတာ၏ ဗို့အားတွင် ဗို့အားလျော့ကျမှု ရှိမနေစေရန်လိုအပ်သည်။

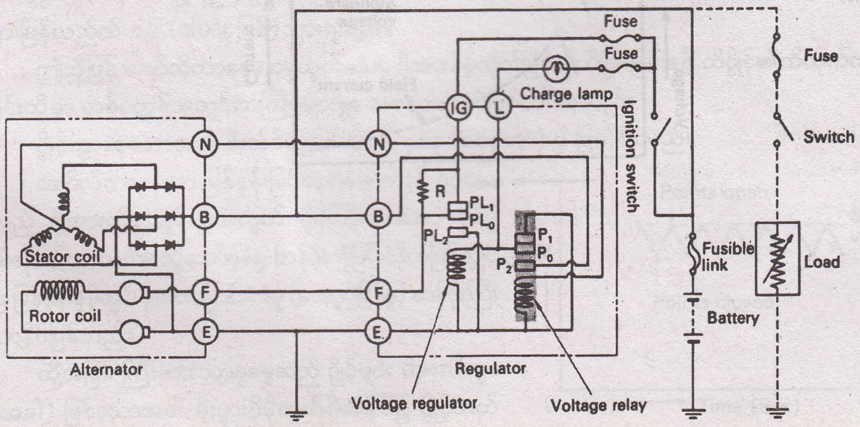
အကယ်၍ ဗို့အားရီလေးမပါရှိခဲ့လျှင် သံလိုက်ကွိုင်သို့ရောက်ရှိလာမည့် ဗို့အားမှာ နှိုးခလုတ် (Ignition Switch) မှတစ်ဆင့် ရှည်လျားသောလျှပ်စီးပတ်လမ်းကို ဖြတ်စီးလာရ၍ ဗို့အားလျော့ကျမှုရှိကာ လျော့နည်းနေမည် ဖြစ်သည်။ ဗို့အားကျဆင်းမှုသည် သံလိုက်အားကိုလည်း လျော့နည်းစေ၍ လှုပ်ရှားပွိုင့်ကို လုံလောက်သောအားန မဆွဲငင်နိုင်ချေ။ ထိုအခါ အော်လ်တာနေတာဗို့အားမှာ လွန်စွာမြင့်တက်သွားနိုင်သည်။

အားသွင်းမီးလုံး (charge lamp light) သည် ဗို့အားရီလေး (Voltage relay) အရအလုပ်လုပ်၍ ဗို့အား ရီလေးကို charge lamp relay (အားသွင်းမီးလုံးရီလေး) ဟုလည်းခေါ်ဆိုသည်။

ဗို့အားရီလေး၏ သံလိုက်ကွိုင်သည် စတေတာကွိုင်၏ neutral voltage (နျူထရယ်ဗို့အား) ဖြင့်အလု လုပ်ပြီး ဗို့အားရဂူလေတာရှိ ဗို့အားနှင့် နှိုင်းယှဉ်ကာ ပွိုင့်များကိုနိမ့်သော ဗို့အားဖြင့်ဆွဲငင်သည်။

**IMPORTANT!**

နျူထရယ်ဗို့အားသည် အော်လ်တာနေတာ ပုံမှန်အထွက်ဗို့အား၏ ထက်ဝက်ခန့်ရှိသည်။

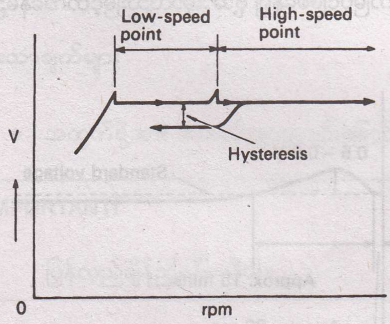


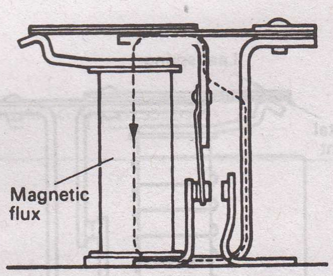
# CHARACTERISTICS OF THE REGULATOR
## (ရဂူလေတာ၏ ဂုဏ်အင်္ဂါများ)

ရဂူလေတာ၏ လုပ်ဆောင်ချက်မှာ အော်လ်တာနေတာမှ ထုတ်သောဗို့အားကို ကိန်းသေတန်ဖိုးတွင် ထိန်းထားပေးရန်ဖြစ်သည်။ သို့သော်တကယ့်လက်တွေ့တွင် ဂျင်နရေတာ၏ ဂုဏ်အင်္ဂါသဘောအရ ဗို့အားကို တည်ငြိမ်အောင် ထိန်းမထားနိုင်ဘဲ မတည်ငြိမ်မှုဖြစ်ပေါ်နေသည်။ ပွိုင့်ပုံစံ Tirril) ရဂူလေတာအတွက် ဗို့အားမတည်ငြိမ်မှု (fluctuates) ဖြစ်စေသောအကြောင်းအရာများစွာရှိနေသော်လည်း မူလအခြေခံအကြောင်းရင်းမှာ ၎င်း၏ hysteresis နှင့် temperature characteristics တို့ကြောင့်ဖြစ်ရပြီး ၎င်းအချက်တို့သည် ရဂူလေတာကိုမချိန်ညှိမီ ဂရုစိုက်ရမည့် အရေးကြီးသောအချက်များဖြစ်သည်။

## 1. THE HYSTERESIS CHARACTERISTIC

မြန်နှုန်းမြင့်ထိပွိုင့်မှ မြန်နှုန်းနိမ့်ထိပွိုင့်သို့ လှုပ်ရှားပွိုင့်ပြောင်းသောအခါ ဗို့အားကျဆင်းမှုဖြစ်ပေါ်သည်။ ထိုသို့ဗို့အားကျဆင်းမှုကို Hysteresis ဟုခေါ်သည်။ လှုပ်ရှားပွိုင့် (moving point) သည် မြန်နှုန်းနိမ့် သို့မဟုတ် မြန်နှုန်းမြင့်အနေအထားတွင် အလုပ်လုပ်နေစဉ် armature gap နှင့် angle gap တွင်ပြောင်းလဲမှုတစ်ခုဖြစ်ပြီး သံလိုက်ခုခံမှု (magnetic resistance) တန်ဖိုးကို မြင့်စေ သို့မဟုတ် နိမ့်ကျစေသည်။ ထို့အပြင်လှုပ်ရှားပွိုင့်သည် မြန်နှုန်းမြင့် အခြေအနေမှ မြန်နှုန်းနိမ့်အခြေအနေသို့ပြောင်းလဲရာ၌ မြန်နှုန်းမြင့်လုပ်ဆောင်မှုမှ လက်ကျန်သံလိုက်စာတ်သည် ကွိုင်အတွင်းကျန်ရစ်နေပြီး လှုပ်ရှားပွိုင့်ကို တိုတောင်းသောအချိန်တစ်ခုခန့်ဆွဲထားသည်။ ထိုသို့ဖြစ်သော ဖြစ်ရပ်နှစ်ခုသည် အော်လ်တာနေတာ၏အထွက်ဗို့အားကို ပြောင်းလဲစေသည်။



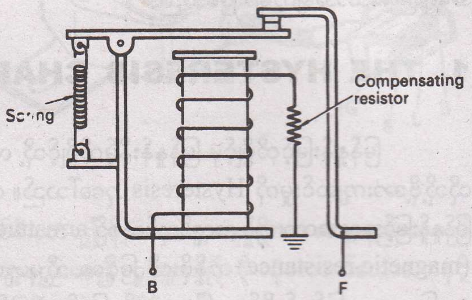

**IMPORTANT!**

အထက်ဖော်ပြပါကဲ့သို့သော Hysteresis အကျိုးသက်ရောက်မှုကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သော ဗို့အားလျော့ကျနေခြင်းအတွက် ရဂူလေတာကို ချိန်ညှိရန်မကြိုးစားသင့်ပါ။ ယေဘူယျအားဖြင့် 12 V စနစ်တွင် 0.5 V မှ 1.0 V ခန့်အထိ ကျဆင်းတတ်သည်။

## 2. THE TEMPERATURE CHARACTERISTIC

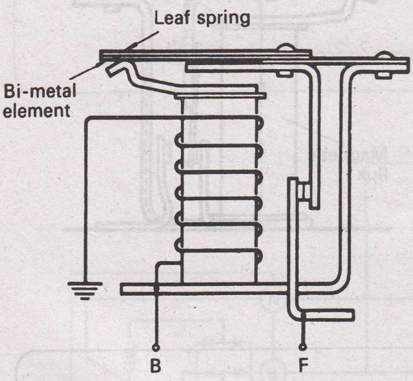
(အပူချိန်အရဖြစ်သော လက္ခဏာ)

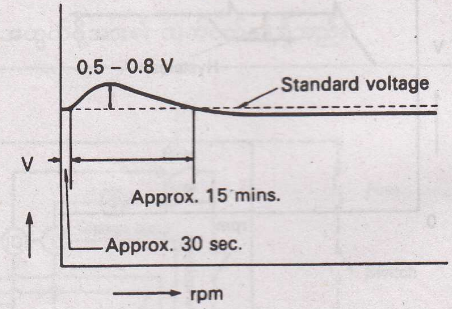
ဗို့အားရဂူလေတာ၏ သံလိုက်ကွိုင်သည် Copper wiring (ကြေးဝါယာ) များကိုအသုံးပြု၍ ၎င်းဝါယာများ၏ အပူချိန်မြင့်တက်လာလျှင် ခုခံမှုတန်ဖိုးလည်းမြင့်မားလာပြီး သံလိုက်ဆွဲအားမှာ ကျဆင်းသွားသောကြောင့် အော်လ်တာနေတာ၏ အထွက်ဗို့အားကို မြင့်မားစေသည်။ ထိုကဲ့သို့ ဗို့ အားမြင့်တက်မှုကို ကာကွယ်ရန်အတွက် ရဂူလေတာတွင် အပူချိန်အကျိုးသက်ရောက်မှုကိုကာမိစေရန် ရစစ္စတာတစ်ခု သို့မဟုတ် ဘိုင်မက်တယ်အဲလီးမင့် (Bimetal element) တစ်ခုကို အသုံးပြုသည်။ အချို့ရဂူလေတာများတွင် ၎င်းပစ္စည်းနှစ်မျိုးလုံးကို အသုံးပြုထားသည်။




ရစစ္စတာကို temperature resistance coefficient (အပူချိန်ခုခံမှုပြောင်းဖော်ကိန်း) တန်ဖိုးနည်းသော nichrome wire (နီကရုမ်းဝါယာ) သို့မဟုတ် Carbon element (ကာဗွန်အဲလီးမင့်) ဖြင့်ပြုလုပ်ပြီး ၎င်းကို ရဂူလေတာကွိုင်နှင့် တန်းဆက်ဆက်သွယ်ထားသည်။ ၎င်းခုခံမှုသည် အပူချိန်မတည်ငြိမ်မှုအရ ဖြစ်ပေါ်သော စုစုပေါင်းခုခံမှု အချိုး ကို လျှော့ချပေးသည်။

bi-metal element ကို လှုပ်ရှားပွိုင့်ကို ခံဆောင်ထားသော စပရင်နှင့်အတူ ပူးတွဲအသုံးပြုထားသည်။ bi-metal ပစ္စည်းသည် အပူချိန်မြင့်တက်လာသည့်အခါ စပရင်တင်းအားကို လျှော့နည်းစေသည်။ ရဂူလေတာ စတင်အလုပ်လုပ်ပြီးနောက် အပူချိန်တည်ငြိမ်သွားမည့်အချိန်အထိ ဗို့အားမတည်ငြိမ်မှုရှိနေမည်ဖြစ်သည်။ ရဂူလေတာ စတင်အလုပ်လုပ်သည်နှင့် သံလိုက်ကွိုင်၏ အပူချိန်မှာ ချက်ချင်းဆိုသလို မြင့်တက်လာသော်လည်း bi-metal ၏ အပူချိန်မှာ ချက်ချင်း မြင့်တက်မလာနိုင်သေးဘဲ အနည်းငယ်နောက်ကျကျန်ရစ်သည်။ ထို့ကြောင့် ထိုအချိန်တွင် စပရင်တင်းအားမှာ မြင့်တက်မြဲပင်ဖြစ်နေ၍ ဗို့အားမှာလည်းမြင့်တက်နေမည်။




**IMPORTANT!**

ပုံမှန်အားဖြင့် ဗို့အားတည်ငြိမ်မှုရရှိရန်အတွက် 5 မိနစ်မှ 15 မိနစ်ခန့်အထိ အချိန်ယူတတ်သည်။ ထိုအချိန်အတွင်း ရဂူလေတာကို ချိန်ညှိရန်မသင့်ချေ။

# IC REGULATOR
## (အိုင်စီ ရဂူလေတာ)

# DESCRIPTION

ပွိုင့်ပုံစံရဂူလေတာနှင့် IC ရဂူလေတာနှစ်မျိုးလုံးသည် အခြေခံရည်ရွယ်ချက်တူညီကြသည်။ ၎င်းတို့သည် ရိုတာကွိုင်ကို ဖြတ်စီးသော ဖီးလ်ဒ်လျှပ်စီးကို ထိန်းချုပ်ခြင်းဖြင့် အော်လ်တာနေတာမှ ထုတ်ပေးသောဗို့အားကို ကန့်သတ်ပေးသည်။ ၎င်းတို့နှစ်မျိုးအတွင်း အဓိကခြားနားချက်မှာ ပွိုင့်ပုံစံရဂူလေတာတွင် field current (ဖီးလ်ဒ်လျှပ်စီး) ကို ရီလေးဖြင့် ပြတ်တောင်းပြတ်တောင်းဖြစ်စေပြီး IC ရဂူလေတာတွင် ဖီးလ်ဒ်လျှပ်စီးကို IC ဖြင့် ပြတ်တောင်း ပြတ်တောင်းဖြစ်စေခြင်းပင်ဖြစ်သည်။

**REFERENCE**

IC ဆိုသည်မှာ Integrated Circuit ဖြစ်သည်။ ၎င်းတွင် သေးငယ်သော လျှပ်စီးနှင့်အီလက်ထရောနစ် ပစ္စည်းများ (ထရန်စစ္စတာ၊ ဒိုင်အုပ်၊ ရီစစ္စတာ၊ ကွန်ဒင်ဆာစသည်တို့) များစွာပေါင်းစပ်ပါဝင်ပြီး အရွယ်ပမာဏ အသေးငယ်ဆုံးဖြစ်အောင်ပြုလုပ်ထားသည့် ဆားကစ်ဘုဒ် သို့မဟုတ် ဆီလီကွန်ခြစ်ပ်ပြားလေးဖြစ်သည်။

IC ရဂူလေတာသည် ပေါ့ပါးကျစ်လစ်ပြီး ၎င်းတွင် စက်မှုလုပ်ရှားအစိတ်အပိုင်းများ မပါရှိသောကြောင့် စိတ်ချယုံကြည်ရမှုတွင် အကောင်းဆုံးဖြစ်စေသည်။ ပွိုင့်တိုက်ပ်ရဂူလေတာနှင့် နှိုင်းယှဉ်ကြည့်လျှင် IC ရဂူလေတာ၏ အားသာချက်နှင့် အားနည်းချက်မှာ

**အားသာချက်များ**

- အထွက်ဗို့အား အတက်အကျကျဉ်းမြောင်းပြီး အချိန်အလိုက်ပြောင်းလဲမှုနည်းသည်။

**IMPORTANT!**

ပြန်လည်ချိန်ညှိရန်မလိုပါ။

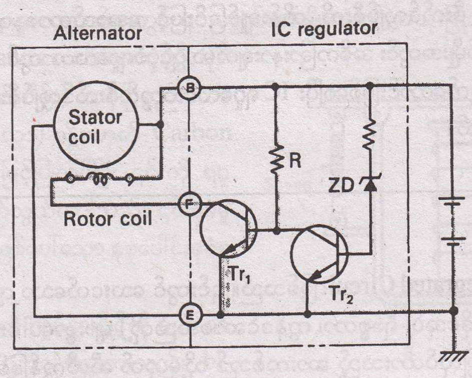
- လှုပ်ရှားမှုအစိတ်အပိုင်းများမပါရှိသောကြောင့် တုန်ခါမှုကို ကောင်းစွာခံနိုင်ရည်ရှိပြီး ကြံ့ခိုင်မှုစွမ်းရည် မြင့်မားသည်။
- ၎င်း၏အပူချိန်မြင့်တက်လာသည်နှင့် ၎င်း၏အထွက်ဗို့အားနိမ့်ဆင်းလာ၍ ကောင်းမွန်သင့်လျော်သော ဘက်ထရီအားသွင်းမှုကို ပြုလုပ်ပေးနိုင်၏။

**အားနည်းချက်**

ပုံမှန်မဟုတ်သော ဗို့အားမြင့်တက်မှုနှင့် မြင့်သောအပူချိန်တို့ကို ပိုမိုခံစားထိခိုက်လွယ်သည်။

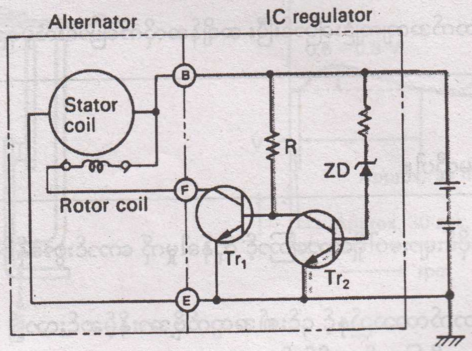
## IC ရဂူလေတာ၏ ဆောင်ရွက်မှုအခြေခံသဘော

ဖော်ပြထားသည့် အိုင်စီရဂူလေတာဒိုင်ယာဂရမ်တွင် တာမင်နယ် B ရှိ အထွက်ဗို့အား နိမ့်ကျသောအခါ ဘက်ထရီ ဗို့အားသည် $Tr_1$ ၏ Base (ဘေ့စ်ငုတ်) သို့ (Resistor ကိုဖြတ်လျက်) သက်ရောက်ပြီး $Tr_1$ ကို ON စေသည်။ တစ်ချိန်တည်းမှာပင် ရိုတာကွိုင်သို့သွားသော ဖီးလ်ဒ်လျှပ်စီးသည် B မှ → Rotor coil → F → $Tr_1$ → E သို့ စီးဆင်းသည်။




PRINCIPLE OF IC REGULATOR (1)

B တာမင်နယ်ရှိ အထွက်ဗို့အားမြင့်တက်သောအခါ မြင့်သောဗို့အားသည် Zener Diode (ZD) သို့သက် ရောက်၍ ဗို့အားသည် Zener Voltage (ဇီနာဗို့အား) သို့ရောက်ရှိလာလျှင် ဇီနာဒိုင်အုပ်မှာ လျှပ်စစ်ကို ဖြတ်စီးခွင့်ပေး လိုက်သည်။ ထိုအခါ $Tr_2$ မှာ ON သွားပြီး $Tr_1$ မှာ OFF သွား၏ ဤသို့ဖြင့် ဖီးလ်ဒ်လျှပ်စီးကို ဖြတ်တောက်ပေး၍ အထွက်ဗို့လ်အားကို ထိန်းချုပ်သည်။



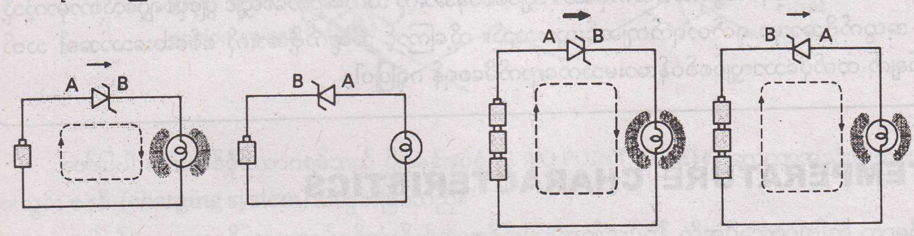

PRINCIPLE OF IC REGULATOR (2)

REFERENCE

## Zener Voltage (ဇီနာဗို့အား)

ဖော်ပြပါ ဇီနာဒိုင်အုပ်လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် Forward direction (လားရာအတည့်) အတိုင်း ဗို့အားတစ်ခုပေးပါက ၎င်းဇီနာတွင် လျှပ်စစ်ဖြတ်စီးသွားသည်။ ထိုအခါ ၎င်းဇီနာဒိုင်အုပ်၏ လုပ်ဆောင်ချက်မှာ ရိုးရိုးဒိုင်အုပ်တစ်လုံး အတိုင်းပင်ဖြစ်သည်။ တစ်ဖန် သတ်မှတ်ဗို့အားတန်ဖိုးထက် နိမ့်သောဗို့အားကို reverse direction (လားရာပြောင်းပြန်) အတိုင်းသက်ရောက်စေသောအခါတွင် ၎င်းဇီနာမှ ဖြတ်စီးခွင့်မပေးချေ။ ရိုးရိုးဒိုင်အုပ်နှင့် ဇီနာဒိုင်အုပ်တို့ မတူညီသော အချက်မှာ ဇီနာဒိုင်အုပ်သည် လားရာပြောင်းပြန်တွင် သတ်မှတ်တန်ဖိုးထက်ကျော်လွန်သော ဗို့အားကို သက်ရောက်စေပါက လျှပ်ကူးပစ္စည်းတစ်ခုဖြစ်သွားပြီး လျှပ်စီးကိုဖြတ်စီးခွင့်ပြုလိုက်သည်။

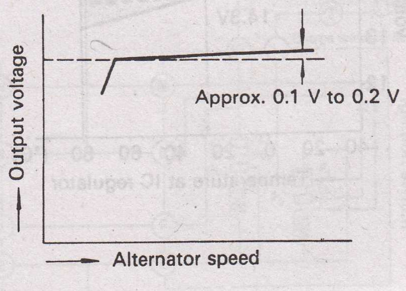
ထိုကဲ့သို့ပြောင်းပြန်လားရာတွင် ဖြတ်စီးခွင့်ပြုသော သတ်မှတ်ဗို့အားကို " Zener Brakedown Voltage" ဟုခေါ်သည်။




### အိုင်စီရဂူလေတာ၏ ဆောင်ရွက်ချက်လက္ခဏာများ

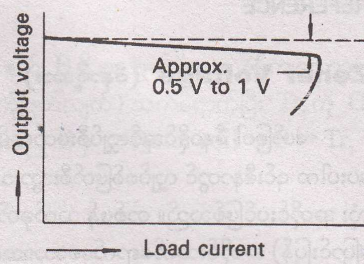
## 1. BATTERY LOAD CHARACTERISTICS

အော်လ်တာနေတာ၏ မြန်နှုန်းပြောင်းလဲမှုကြောင့် အထွက်ဗို့အားတွင် ပြောင်းလဲမှုအနည်းငယ်သာ (0.1 V မှ 0.2 V ထက်မလိုသော ပမာဏ) သို့မဟုတ် ပြောင်းလဲမှုမရှိသလောက်ဖြစ်ပြီး ပွိုင့်ပုံစံရဂူလေတာမှာကဲ့သို့ hysteresis မရှိပါ။



## 2. EXTERNAL LOAD CHARACTERISTICS

Load current (အသုံးပြုလျှပ်စီးအား) မြင့်တက်လာသည်နှင့် အထွက်ဗို့အားမှာ ကျဆင်းသည်။ ဤပုံစံတွင် ပွိုင့်ပုံစံရဂူလေတာမှာကဲ့သို့ hysteresis မရှိ၍ ပုံမှန်လျှပ်စစ်ဝန်အား သို့မဟုတ် အမြင့်ဆုံးလျှပ်စစ်စီးအား၌တွင်ပင် ဗို့အားပြောင်းလဲမှုမှာ 0.5 V နှင့် 1 V အကြားတွင်သာရှိသည်။

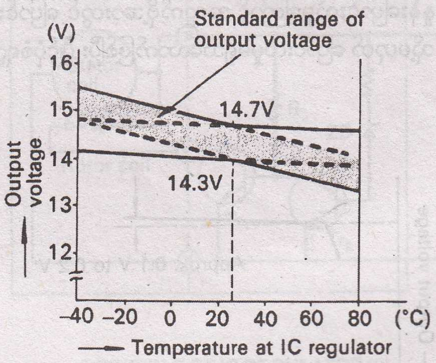



**IMPORTANT!**

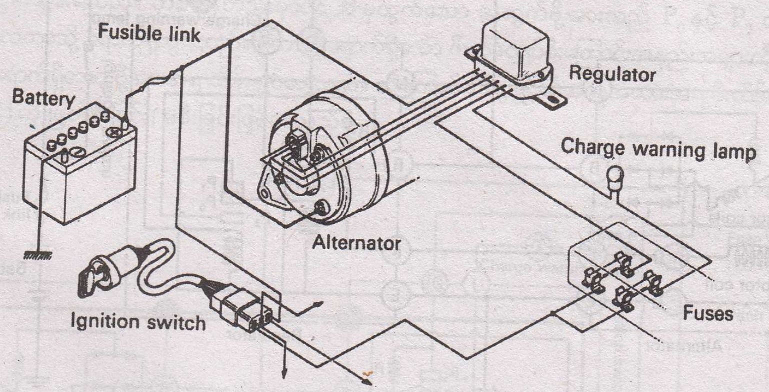
အော်လ်တာနေတာစွမ်းအားထက်ပိုသော လျှပ်စစ်ဝန်အားကို သက်ရောက်စေလျှင် ပွိုင့်ပုံစံရဂူလေတာမှာကဲ့သို့ပင် အထွက်ဗို့အားမှာ ရုတ်တရက်ကျဆင်းသွားသည်။ ထို့ကြောင့် အထွက်ဗို့အားကို စစ်ဆေးသောအခါ သတ်မှတ်ချက် ထက်ပိုသောလျှပ်စစ်ဝန်အားမသက်ရောက်မိစေရန် ဂရုပြုပါ။

## 3.TEMPERATURE CHARACTERISTICS

အထွက်ဗို့အား ထိန်းချုပ်ရာတွင် ဇီနာဒိုင်အုပ်ကို အသုံးပြုထားသောကြောင့် အပူချိန်တက်လာသောအခါ လျှပ်စီးစွမ်းအားပိုကောင်းစေ၍ ပုံမှန်အားဖြင့် အထွက်ဗို့အားသည် အပူချိန်မြင့်တက်လာသည်နှင့်အမျှ ကျဆင်းသွာ သည်။ အပူချိန်မြင့်တက်သောအချိန် (ဥပမာ–နွေရာသီ) တွင် အထွက်ဗို့အားကျဆင်းစေပြီး နိမ့်သောအပူချိန် (ဥပမာ – ဆောင်းရာသီ) တွင် အထွက်ဗို့အားမြင့်တက်သောကြောင့် ဘက်ထရီ၏ သဘောလက္ခဏာနှင့် သင့်လျော်သော အားသွင်းမှုကို ဖြစ်စေရန် အချိန်တိုင်းအတွက်ပြုလုပ်ပေးသည်။



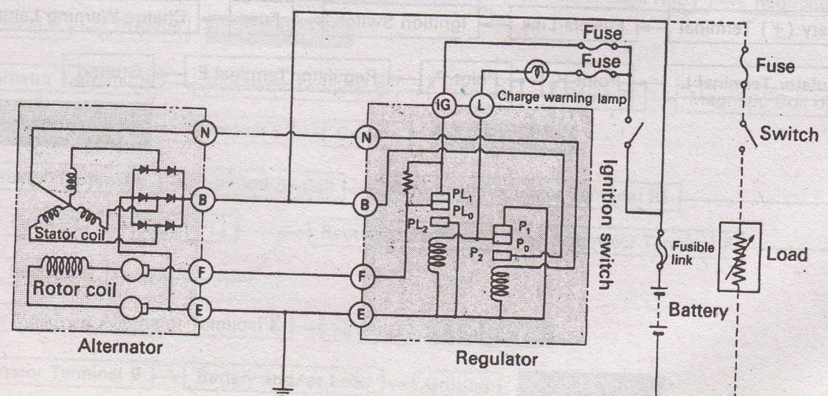
# CHARGING SYSTEM
## (ဘက်ထရီအားသွင်းစနစ်)



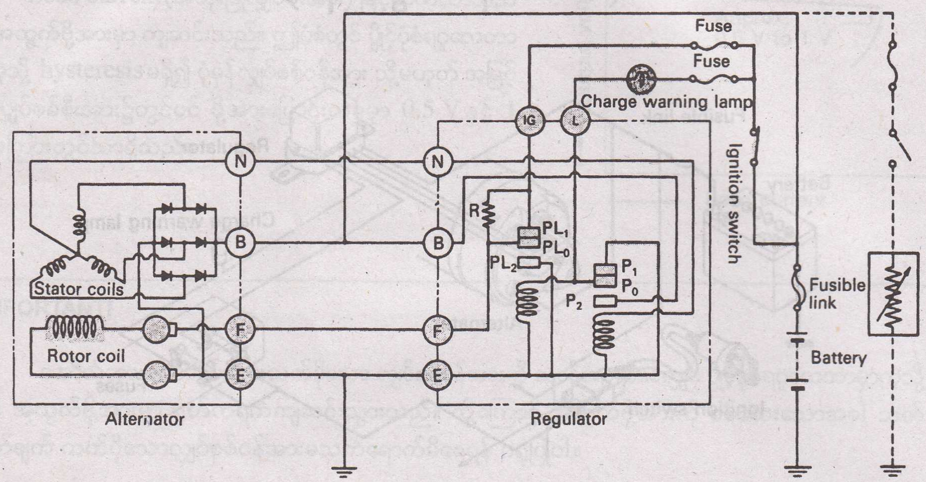

ဖော်ပြပါ ဆားကစ်ဒိုင်ယာဂရမ်သည် ပွိုင့်နှစ်ခုပုံစံ (TWO POINT TYPE) ရဂူလေတာအသုံးပြုထားသော အားသွင်း စနစ် (charging system) အတွက်ဖြစ်သည်။

အော်လ်တာနေတာရိတာမှ လျှပ်စစ်သံလိုက်အားလိုင်းများထုတ်လုပ်ရန် လိုအပ်သောပါဝါကို တာမင်နယ် F မှ ရယူသည်။ ၎င်းပါဝါ (လျှပ်စီး) အနည်း၊ အများထိန်းချုပ်မှုကို တာမင်နယ် B ၏ ဗို့အားအရရဂူလေတာဖြင့် ထိန်း ချုပ်ပေးသည်။ အော်လ်တာနေတာ၏ စတေတာကွိုင်မှ ထုတ်လုပ်ပေးသော လျှပ်စီးကိုတာမင်နယ် B မှတဆင့် မီးသီးကြီးများ၊ ရေသုတ်တံမော်တာ၊ ရေဒီယိုစသည်တို့အတွက်နှင့် ဘက်ထရီကို ပြန်လည်အားသွင်းရန်အတွက် အသုံးပြုသည်။ အော်လ်တာနေတာမှ ပုံမှန်လျှပ်စီးမထုတ်လုပ်သောအချိန် (တာမင်နယ် N ရှိ ဗို့အားသတ်မှတ်ပမာဏထက် လျော့နည်းသောအချိန်) တွင် charge warning lamp (အားသွင်းအသိပေးမီးလုံး) လင်းသည်။

IG တာမင်နယ်ရှိ Fuse (ဖျူ့စ်) ပြတ်တောက်သွားလျှင် လျှပ်စီးသည် ရိတာသို့စီးဆင်းမှုမရှိတော့ဘဲ အော်လ်တာနေတာမှလည်း လျှပ်စီးထုတ်လုပ်မှုမရှိတော့ချေ။ သို့သော် charge lamp fuse (မီးလုံးဖျူ့စ်) ပြတ်သွားလျှင်မူ အော်လ်တာနေတာ ဆက်လက်အလုပ်လုပ်နိုင်သည်။



## 1. IG ခလုတ်ကို ON ထားပြီး အင်ဂျင်ရပ်တန့်ထားသော အခြေအနေ




Ignition (နှိုးခလုတ်) ကို ON အနေအထားသို့ထားရှိလိုက်သောအခါ Field current (ဖီးလ်ဒ်လျှပ်စ
သည် ရိုတာသို့ရောက်ရှိပြီး ရိုတာကွိုင်တွင် လျှပ်စစ်စီးဝင်နေစေသည်။ တစ်ချိန်တည်းမှာပင် ဘက်ထရီလျှပ်စီးသ
အားသွင်းအသိပေးမီးလုံး (charge warning lamp) ကို ဖြတ်စီးသွား၍ မီးလုံးကိုလင်းစေသည်။

① Battery (+) Terminal → Fusible Link → Ignition Switch → Fuse → Regulator Terminal IG →
Points $PL_1$ → Points $PL_0$ → Regulator Terminal F → Alternator Terminal F → Brushes →
Slip Ring → Rotor Coil → Slip Ring → Brushes → Alternator Terminal E → Ground

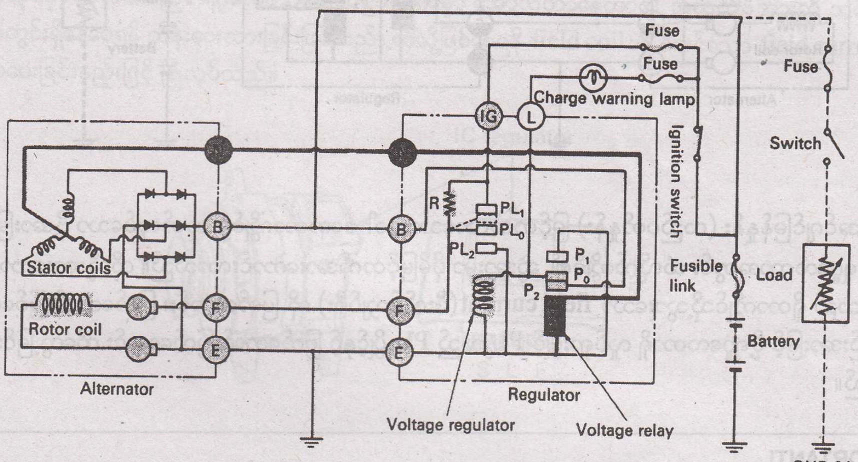
(Field Current)

② Battery (+) Terminal → Fusible Link → Ignition Switch → Fuse → Charge Warning Lamp →
Regulator Terminal L → Point $P_0$ → Point $P_1$ → Regulator Terminal E → Ground

(Charge Warning Lamp Current)

## 2. အင်ဂျင်လည်နေစဉ် မြန်နှုန်းနိမ့်မှ အလယ်အလတ်မြန်နှုန်းသို့

အင်ဂျင်ကိုနှိုးပြီးသွားသောအခါ ရိုတာလည်နေသောကြောင့် စတေတာကွိုင်မှ ဗို့အားထွက်လာပြီး Neutral (N) ဗို့အားသည် ဗို့တေ့ဂျ်ရီလေးသို့ ရောက်ရှိသွားသည်။ ထိုအခါ $P_0$ ကို $P_2$ သို့ ဆွဲကပ်လိုက်၍ charge warning lamp မှာ ငြိမ်းသွားရသည်။ တစ်ချိန်တည်းမှာပင် B မှထွက်သော အထွက်ဗို့အားသည် $P_0$ နှင့် $P_2$ တို့မှ တဆင့် ဗို့တေ့ဂျ်ရဂူလေတာသို့ ရောက်ရှိသွားသည်။ ရိုတာသို့ရောက်ရှိသော ဖီးလ်ဒ်လျှပ်စီးကြောင်းအနည်းအများကို ဗို့တေ့ဂျ်ရဂူလေတာသို့ ရောက်ရှိသော ဗို့အားအရ ထိန်းချုပ်ပေးသည်။ ထို့ကြောင့် $PL_0$ ပွိုင့်၏အနေအထားအရ ဖီးလ်ဒ်လျှပ်စီးသည် ရီစစ္စတာ (R) ကို ဖြတ်စီးခြင်း၊ မစီးခြင်းဖြစ်စေသည်။




**IMPORTANT!**

ဗို့တေ့ဂျ်ရီလေးရှိ $P_0$ နှင့် $P_2$ တို့ ထိတွေ့နေသောအခါ တူညီသောဗို့အားသည် charge warning lamp ကို ဟိုဘက်ဒီဘက်ခွလျက် သက်ရောက်သောကြောင့် လျှပ်စီးမစီးနိုင်ဘဲ မီးလုံးမှာ ငြိမ်းသွားရခြင်းဖြစ်သည်။

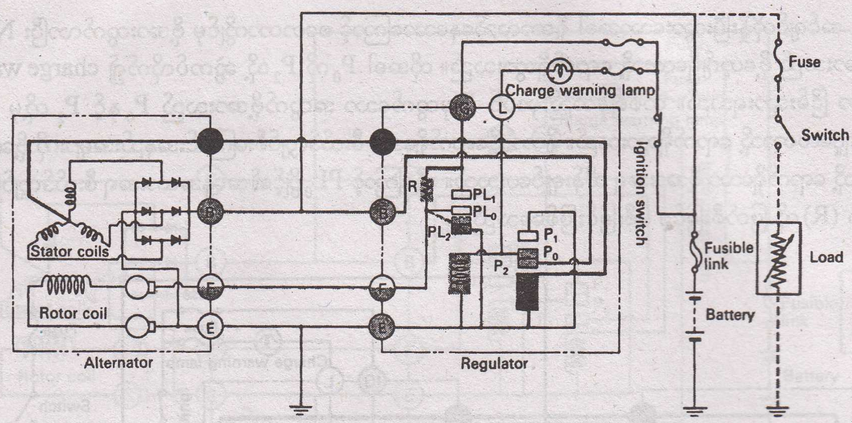
① Alternator Terminal N → Regulator Terminal N → Magnet Coil of Voltage Relay → Regulator Terminal E → Ground (Neutral Voltage)

② Alternator Terminal B → Regulator Terminal B → Point $P_2$ → Point $P_0$ → Magnetic Coil of Voltage Regulator → Regulator Terminal E → Ground (Output Voltage)

③ Alternator Terminal B → Ignition Switch → Fuse → Regulator Terminal IG → Point $PL_1$ → Point $PL_0$ (or Resistor R) → Regulator Terminal F → Alternator Terminal F → Rotor Coil → Alternator Terminal E → Ground (Field Current)

④ Alternator Terminal B → Battery and/or Load → Ground (Output Current)

## 3. အင်ဂျင်လည်နေစဉ် အလယ်အလတ်မြန်နှုန်းမှ မြန်နှုန်းမြင့်သို့




အင်ဂျင်မြန်နှုန်း (လည်ပတ်နှုန်း) မြင့်တက်လာသောအခါ စတေတာကွိုင်မှ ထုတ်လုပ်သော ဗို့အားမြင့်တ
လာပြီး ရဂူလေတာအတွင်း သံလိုက်ကွိုင်၏ ဆွဲအားမှာ ပိုမိုမြင့်တက်အားကောင်းလာသည်။ ထိုသို့အားကောင်းသေ
ဆွဲအားသည် ရိုတာကွိုင်သို့သွားသော field current(ဖီးလ်ဒ်လျှပ်စီး) ကို ပြတ်တောင်း၊ ပြတ်တောင်းဖြစ်စေသည
တစ်နည်းအားဖြင့် ဗို့ရဂူလေတာရှိ လှုပ်ရှားပွိုင့် $PL_0$သည် $PL_2$ ပွိုင့်နှင့် ပြတ်တောင်းပြတ်တောင်း ထိတွေ့ခြင်းကြေ
ဖြစ်သည်။

**IMPORTANT!**

ဗို့ရဂူလေတာရှိ လှုပ်ရှားပွိုင့် $PL_0$နှင့် $PL_2$တို့ ထိကပ်မိသောအခါ ရိုတာကွိုင်သို့သွားသော ဖီးလ်ဒ်လျှပ်စီး ပြတ်တောက်သွားရသော်လည်း ထိုအချိန်တွင် ဗို့ရီလေးရှိ $P_0$ သည် $P_2$ နှင့် ထိနေရာမှ ကွာ၍မသွားချေ။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် ရိုတာတွင် ဆက်လက်ကျန်ရှိသော သံလိုက်အားလိုင်း (residual flux) ဖြင့် neutral voltage ကို ထိန်းထားပေး၍ဖြစ်သည်။

① Alternator Terminal N → Regulator Terminal N → Magnetic Coil of Voltage Relay
Regulator Terminal E → Ground (Neutral Voltage)

② Alternator Terminal B → Regulator Terminal B → Point $P_2$ → Point $P_0$ → Magnetic Coil of Voltag
Regulator → Regulator Terminal E → Ground (Output Voltage)

③ Alternator Terminal B → Ignition Switch → Fuse → Regulator Terminal IG
→ Resistor R → Regulator Terminal F → Alternator Terminal F → Rotor Coil
or
→ Point $PL_0$ → Point $PL_2$ → Ground (No Field Current)
Alternator Terminal E → Ground (Field Current)

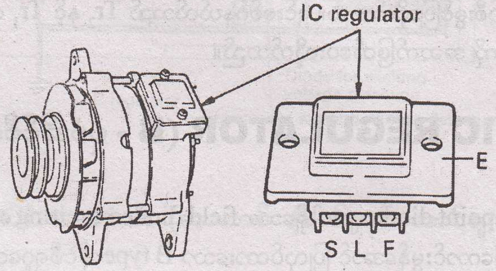
④ Alternator Terminal B → Battery and/or Load → Ground (Output Current)

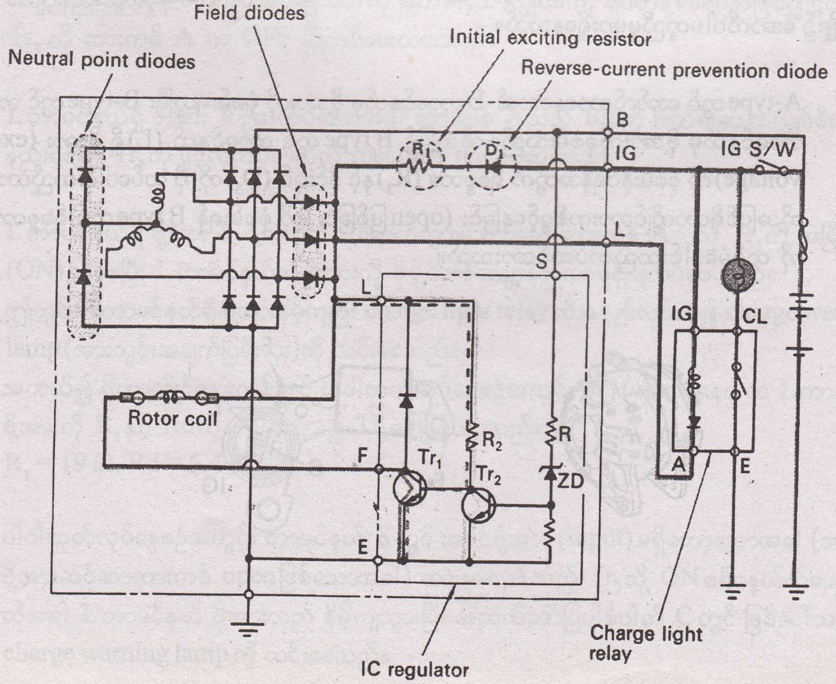
# WITH A - TYPE IC REGULATOR (A ပုံစံအိုင်စီရဂူလေတာ)

ဤပုံစံအော်လ်တာနေတာသည် neutral point diodes (နျူထရယ်ပွိုင့်ဒိုင်အုပ်) များပါရှိသော field-diodes exciting အော်လ်တာနေတာတစ်မျိုးဖြစ်ပြီး ၎င်းတွင် အခြေခံကျသော A - type regulator အသုံးပြုထားသည်။ (ဤပုံစံ IC ရဂူလေတာကို ယခုအခါအသုံးမပြုကြတော့ပါ။)

charge light relay (အားသွင်းမီးလုံးရီလေး) သည် ပွိုင့်ပုံစံ ပွင့်ခြင်း၊ ပိတ်ခြင်း (ပုံမှန်အားဖြင့် open ဖြစ်နေသည်) ပြုလုပ်ပေးသည်။

A- type IC regulator သည် solid-state ကိရိယာတစ်ခုဖြစ်ပြီး ၎င်းတွင် ထရန်စစ္စတာနှစ်ခု၊ ရစစ္စတာသုံးခုနှင့် ဒိုင်အုပ်နှစ်ခုပါဝင်သည်။ ရဂူလေတာဆောင်ရွက်ချက်မှာ အော်လ်တာနေတာ၏ အထွက်ဗို့အားကို သတ်မှတ်တန်ဖိုးအတွင်းရှိနေစေရန် ထိန်းပေးထားခြင်းဖြစ်သည်။ ထိုသို့ဖြစ်စေရန် field coil သို့ စီးဝင်သော field current ကို ထိန်းချုပ်ပေးခြင်းနည်းဖြင့် ပြုလုပ်သည်။



## Field current control (ဖီးလ်ဒ်လျှပ်စီးထိန်းချုပ်မှု)

ထရန်စစ္စတာ $Tr_1$ ဖြင့် ရိုတာကွိုင်၏ ဂရောင်းဆားကစ်အခြမ်းဘက်ရှိ တာမင်နယ် (F) ကို အဆက်ပြတ် ဆက်စေခြင်းနည်းဖြင့် field current (ဖီးလ်ဒ်လျှပ်စီး) ကို ထိန်းချုပ်သည်။ $Tr_1$- ON နေသောအခါ ဂရောင်းဆားက close (ဆက်) ဖြစ်နေပြီး rotor coil သို့ exciting current ကို ဖြတ်စီးစေသည်။ ဂရောင်းဆားကစ် open (အဆက် ဖြစ်နေသောအခါ ရိုတာကွိုင်ကို ဖြတ်စီးသော exciting current အားရပ်တန့်စေသည်။

## Output Voltage Sensing (အထွက်ဗို့အားအာရုံခံမှု)

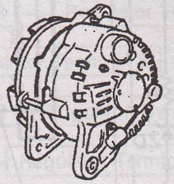
အော်လ်တာနေတာ၏ အထွက်ဗို့အားသည် ရစစ္စတာ (R) ကိုဖြတ်ပြီး ဇီနာဒိုင်အုပ် (ZD) သို့ သက်ရ သည်။ အထွက်ဗို့အားသည် သတ်မှတ်ဗို့အားထက် မြင့်တက်လာလျှင် ဇီနာဒိုင်အုပ်သည် $Tr_2$ (ထရန်စစ္စာ-2 စစ်ဂနယ်လ်ပို့ကာ လျှပ်စီးကို ဖြတ်စီးခွင့်ပြုလိုက်သည်။ ၎င်းစစ်ဂနယ်လ်သည် $Tr_2$ နှင့် $Tr_1$ တို့၏ ဆောင်ရွက်ချ ရိုတာကွိုင်၏ ဂရောင်းဆားကစ်ကို အဆက်ဖြတ်ပေးလိုက်သည်။

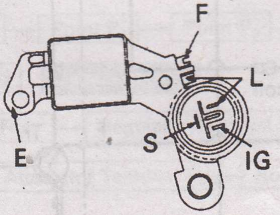
# WITH B-TYPE IC REGULATOR (B - ပုံစံအိုင်စီရက်ဂူလေတာ)

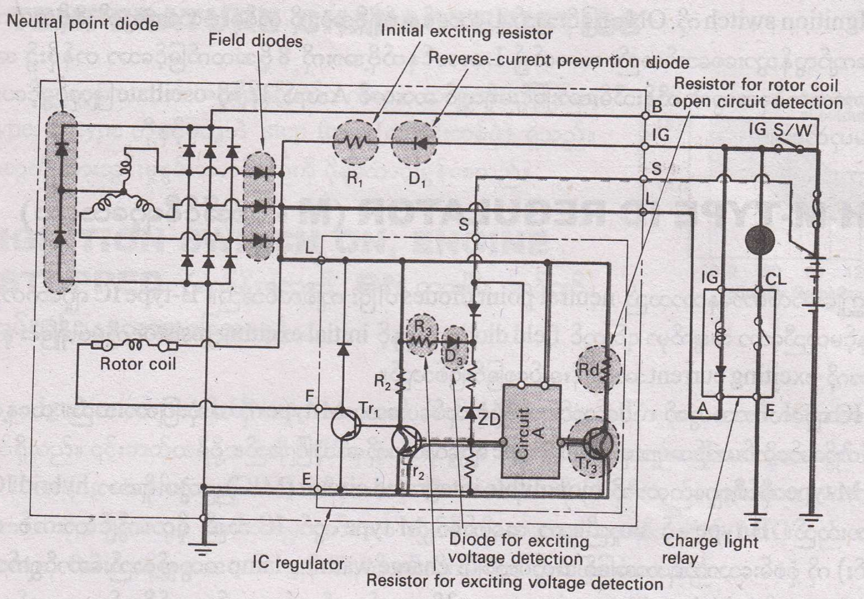
ဤပုံစံသည် neutral point diode များပါရှိသော field diodes exciting အော်လ်တာနေတာ ဖြစ်ပြီး ၎င်းတွင် A type ကို ပိုမိုကောင်းမွန်အောင် ပြုလုပ်ထားသော B type အိုင်စီရက်ဂူလေတာပါရှိသည်။ ch light relay အတွက် အများအားဖြင့် အသုံးပြုသော open/ close point type (အဖွင့်/ အပိတ်) ပွိုင့်ပုံစံကို အသုံးပြု

B type အိုင်စီရက်ဂူလေတာကို A-type အိုင်စီရက်ဂူလေတာဆားကစ်အပေါ် အခြေပြုထုတ်လုပ်ထားသော် ၎င်းတို့နှစ်မျိုး၌ အောက်ပါမတူညီမှုများရှိနေသည်။

- A-type တွင် အော်လ်တာနေတာ၏ B တာမင်နယ်မှ ဗို့အားကို စုံစမ်းရယူပြီး B-type တွင် ဘ တာမင်နယ်မှ ဗို့အားကိုစုံစမ်းသည်။ ထို့အပြင် B type တွင် တာမင်နယ် (L) ရှိ ဗို့အား (exc voltage) ကို စုံစမ်းနိုင်ရန်အတွက် ရီစစ္စတာ ($R_3$) နှင့် ဒိုင်အုပ် ($D_3$) တို့ကို ထပ်ပေါင်းထည့်ထား
- ထို့အပြင်ရိုတာကွိုင်ဆားကစ်ပွင့်နေခြင်း (open ဖြစ်ခြင်း) ကို စုံစမ်းရန် B type တွင် ရီစစ္စတာ ကို ထပ်မံပေါင်းထည့်တပ်ဆင်ထားသည်။








## Functions of Circuit A (ဆားကစ် A ၏လုပ်ဆောင်ချက်များ)

a. initial excitement (အစပြုလျှပ်စီးစီးစေခြင်း) ပြုလုပ်နေစဉ်အတွင်း အစပြုစီးဆင်းစေသော လျှပ်စီးအား လျော့နည်းသွားမှုမှ ကာကွယ်နိုင်ရန် Rd ကို ဖြတ်စီးသောလျှပ်စီးကို ရပ်တန့်စေရမည်ဖြစ်၍ ၎င်းအတွက် $Tr_3$ ကို ဆားကစ် A က OFF ပြုလုပ်ပေးထားသည်။

b. L တာမင်နယ်ရှိ ဗို့အား 8 ဗို့ထက်ပိုသောအခါ ဆားကစ် A သည် Rd ကို ဖြတ်စီးသော လျှပ်စီးကို လျော့နည်းစေရန် $Tr_3$ ကို ဖွင့်လိုက်ပိတ်လိုက် (oscillate) ပြုလုပ်ပေးသည်။

c. L တာမင်နယ်ရှိ ဗို့အား 8 ဗို့အောက်သို့ရောက်သွားသောအခါ ဆားကစ် A သည် $Tr_3$ ကို အမြဲတမ်း (ON) နေစေပြီး L တာမင်နယ်၏ဗို့အားကို 8 ဗို့ထက်လျော့နည်းစေရန်ပြုလုပ်ပေးသည်။
ဤတွင် A တာမင်နယ်ရှိ ဗို့အားနိမ့်ကျပြီး charge light relay ကိုအလုပ်လုပ်စေ၍ charge warning lamp (အားသွင်းအချက်ပြမီးလုံး) ကို လင်းစေသည်။
အကယ်၍ ရိုတာကွိုင်ဆားကစ်တွင် ပါဝါထုတ်လုပ်နေစဉ်အတွင်း ဖွင့် (open) နေပါက L တာမင်နယ်ရှိ ဗို့အားကို $R_1$ နှင့် Rd တို့မှ ခွဲယူသွား၍ 3 ဗို့ခန့်ဖြစ်လာသည်။
$R_1 = 19\ \Omega$, $Rd = 5.4\ \Omega$

d. ပါဝါထုတ်လုပ်နေစဉ်အတွင်း တာမင်နယ် S တွင် အဝင်ဗို့အား (input) မရှိတော့သောအခါ (ဘက်ထရီဗို့အားဆင်ဆာဆားကစ် open ဖြစ်သောအခါ) ဆားကစ် A သည် $Tr_2$ သို့ ON စစ်ဂနယ်လ်ပေးပို့သည်။
ထိုအခါ L တာမင်နယ် ဗို့အားသည် နိမ့်ကျသွားပြီး အထက်ဖော်ပြပါနံပါတ် C တွင် ဖြစ်ပေါ်သကဲ့သို့ပင် charge warning lamp ကို လင်းစေသည်။

e. Ignition switch ကို ON စေခြင်းသည် L တာမင်နယ်ရှိဗို့အားကို တစ်ခဏတာအတွက် 8 ဗို့အထက် ကျော်လွန်သွားစေသော်လည်း အကယ်၍ L တာမင်နယ်ဗို့အားကို 8 ဗို့အထက်မြင့်သော တန်ဖိုး၌ အချိန်ကာလတစ်ခုအတွက် ထိန်းသိမ်းထားခြင်းမရှိလျှင် ဆားကစ် A သည် $Tr_3$ ကို oscillate ပြုလုပ်ခွင့်ပေးမည် မဟုတ်ချေ။

## WITH M-TYPE IC REGULATOR (M - ပုံစံအိုင်စီရဂူလေတာ)

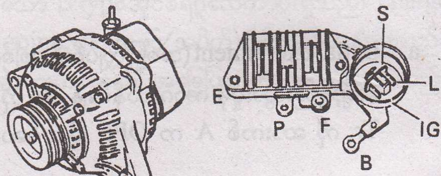
ဤအော်လ်တာနေတာသည် neutral point diodes ပါပြီး ကျစ်လစ်သည်။ B-type IC ရဂူလေတာပါရှိသော ပုံစံနှင့်မတူညီသော အချက်မှာ ၎င်းတွင် field diode သုံးခုနှင့် initial exciting resistor တို့မပါရှိခြင်း နှင့် IC ရဂူလေတာကို exciting current အားထိန်းချုပ်စေခြင်းဖြစ်သည်။

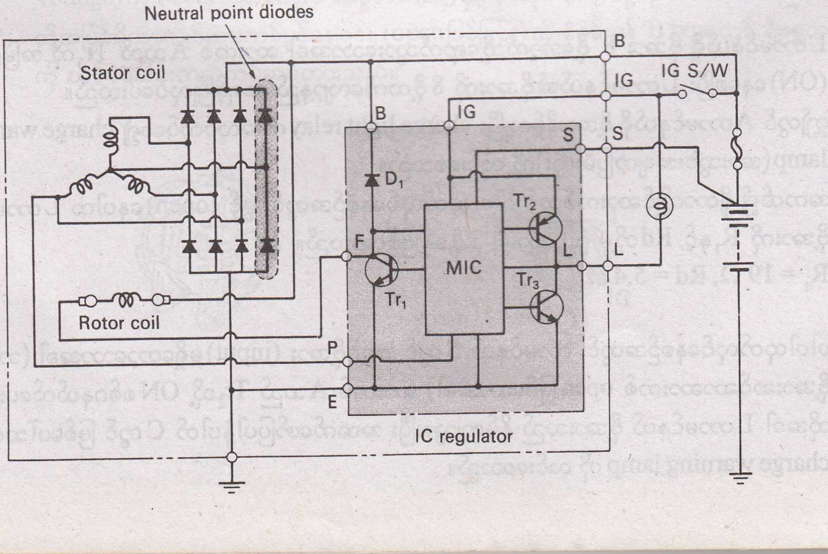
IC ရဂူလေတာအတွက် လုပ်ဆောင်ချက်မျိုးစုံ လုပ်ပေးသော M-type ကို အသုံးပြုထားသည်။ ယနေ့ခေတ်ပေါ်တိုယိုတာမော်တော်ယာဉ်အများစုတွင် M-type ရဂူလေတာကို အသုံးပြုသည်။

M type အိုင်စီရဂူလေတာကို monolithic integrated circuit (MIC) ပူးတွဲပါရှိသော hybrid IC ဖြင့် ဖွဲ့စည်းထားသည်။ B type နှင့် မတူညီသော အချက်မှာ M type တွင် IC သည် ရိုတာကွိုင်ဆားကစ် open (ပွင့်နေခြင်း) ကို စုံစမ်းသောကိရိယာအဖြစ် အလုပ်လုပ်ပြီး charge warning lamp အတွက်လည်းဆောင်ရွက်သည်။ field diode များနှင့် initial exciting resistor များမပါရှိတော့၍ စနစ်တွင်အတော်အတန်ရိုးရှင်းသွားသည်။

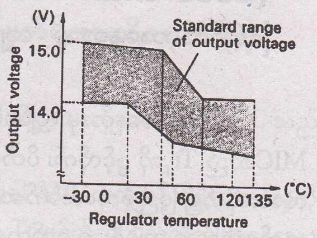
M type IC ရဂူလေတာတွင် အောက်ပါချို့ယွင်းချက်များထဲမှ တစ်ခုခုချို့ယွင်းပါက IC ရဂူလေတာသည် charge warning lamp ကို လင်းစေသည်။

- ရိုတာကွိုင်ဆားကစ်တွင် open ဖြစ်လျှင်
- ရဂူလေတာဆင်ဆာ (S-တာမင်နယ်) ဆားကစ် open ဖြစ်လျှင်
- တာမင်နယ်ရှိဗို့အား 13 V အောက်သို့ရောက်ရှိလျှင်



## 1. TEMPERATURE CHARACTERISTICS



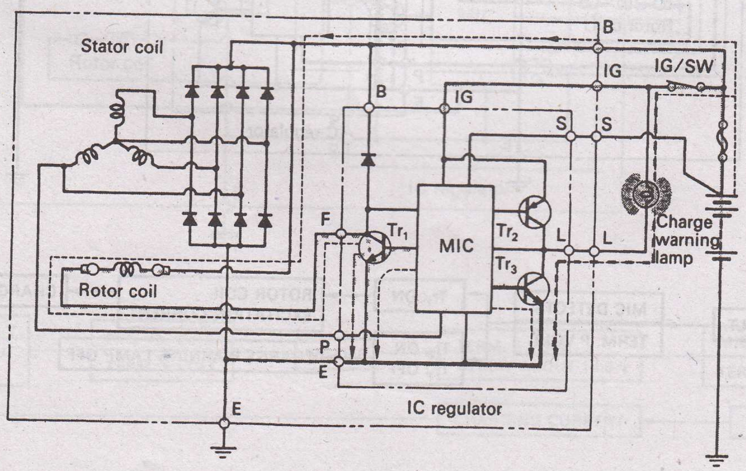

ဤရဂူလေတာ၏ အပူချိန်နှင့်ပတ်သက်သော လက္ခဏာသွင်ပြင်မှာ A type, B type တို့နှင့်မတူဘဲ step form (လှေခါးထစ်ပုံ) ရှိသည်။ ထို့အတွက် အားသွင်းမှုစွမ်းဆောင်ရည်ကို ပိုမိုကောင်းမွန်စေသည်။

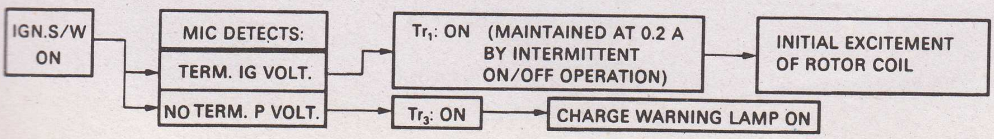
## 2. IGNITION SWITCH ON, ENGINE STOPPED (စက်နှိုးခလုတ် ON ထားပြီး အင်ဂျင်ရပ်တန့်နေသောအခြေအနေ)

Ignition swith ကို ON လိုက်သောအခါ ဘက်ထရီဗို့အားသည် IC ရဂူလေတာ၏ IG တာမင်နယ်သို့ ရောက်ရှိသည်။ ၎င်းဘက်ထရီဗို့အားကို MIC မှ စုံစမ်းရယူပြီး $Tr_1$ ကို ON စေသည်။ ထိုအခါ ရိုတာကွိုင်သို့ဖြတ်စီးသော Exciting current သည် ဘက်ထရီမှတဆင့် B တာမင်နယ်ကို ဖြတ်စီးသည်။ ignition switch (ON) ထားသော ထိုအချိန်အတွင် ဘက်ထရီမှထုတ်သော လျှပ်စီးကို လျော့နည်းစေရန်အတွက် MIC သည် exciting current ကို 0.2 A ခန့်မျှ သေးငယ်စေရန် $Tr_1$ ကို ဖွင့်လိုက်၊ ပိတ်လိုက်ပြုလုပ်ပေးသည်။

### CHARGE WARNING LAMP

လျှပ်စစ်ထုတ်လုပ်မှုမရှိသေး၍ တာမင်နယ် P ရှိဗို့အားမှာ သုည (0) ဖြစ်သည်ကို MIC မှ စုံစမ်းရယူပြီး $Tr_2$ ကို OFF စေကာ $Tr_3$ ကို ON စေသည်။ ထိုအခါ မီးလုံးကို ဖြတ်လာသောဘက်ထရီလျှပ်စီးသည် $Tr_3$ မှ ဂရောင်းသို့ရောက်ရှိကာ မီးလင်းစေသည်။



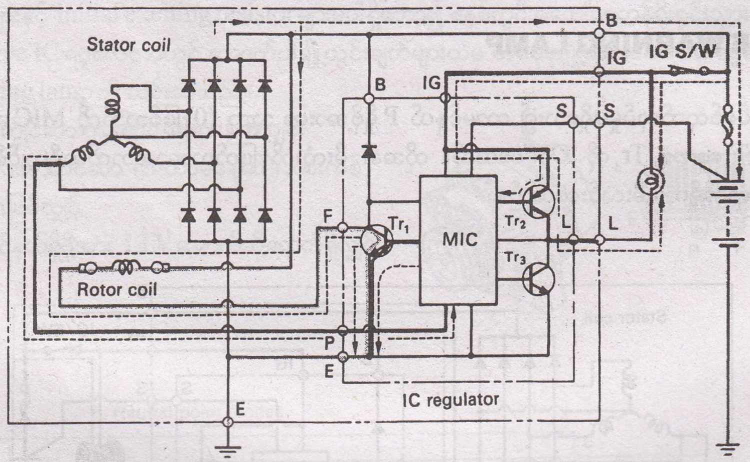
## 3. GENERATION OF CURRENT BY ALTERNATOR (Less than standard voltage)

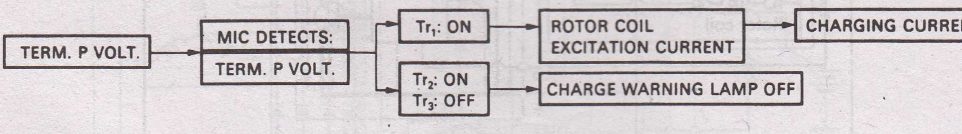
[အော်လ်တာနေတာမှ လျှပ်စစ်ထုတ်သောအခြေအနေ (သတ်မှတ်ဗို့အားထက်လျော့နည်း)

အော်လ်တာနေတာမှ လျှပ်စစ်စတင်ထုတ်သောအခါ P တာမင်နယ်ရှိ ဗို့အားမှာ မြင့်တက်လာသည်။ ထိုအ
MIC သည် $Tr_1$ ကို ဖွင့်လိုက်၊ ပိတ်လိုက်ပြုလုပ်ပေးသောအခြေအနေမှ အမြဲတမ်း ON သောအခြေအနေသို့ ပြေ
လဲပေးလိုက်၍ ပြည့်စုံလုံလောက်သော လျှပ်စီးကို ဘက်ထရီမှ ရိုတာကွိုင်သို့ ဖြတ်စီးခွင့်ပေးလိုက်သည်။ ထို့ကြေ
ထုတ်လုပ်သော လျှပ်စီးမှာ ရုတ်တရက်ချက်ချင်းမြင့်တက်လာသည်။

## CHARGE WARNING LAMP

P တာမင်နယ်ရှိ ဗို့အားမြင့်တက်လာသောအခါ MIC သည် $Tr_3$ ကို OFF ပြုလုပ်လိုက်ပြီး $Tr_2$ ကို
စေသည်။ ထိုအခါ charge warning lamp ၏ အစနှစ်ဖက်တွင် ဗို့အားခြားနားမှုမရှိတော့ဘဲ မီးလုံးငြိမ်းသွားရသ



# 4. GENERATION OF CURRENT BY ALTERNATOR (Standard Voltage reached)

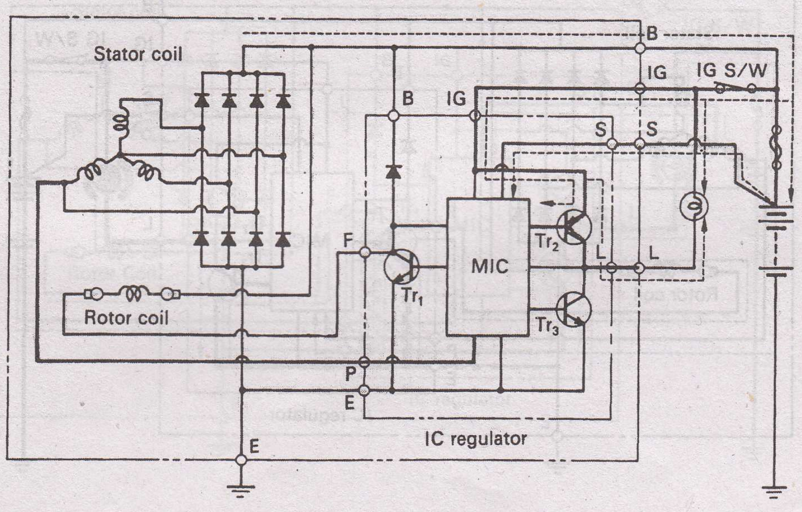
[အော်လ်တာနေတာမှ လျှပ်စစ်ထုတ်သောအခြေအနေ (သတ်မှတ်ဗို့အားသို့ရောက်ရှိ)]

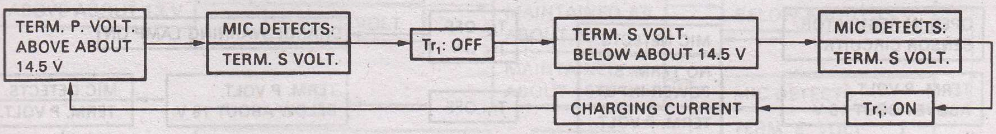
$Tr_1$ ' ON ' လျက်ရှိနေပြီး S တာမင်နယ်ရှိ ဗို့အားသတ်မှတ် တန်ဖိုးသို့ရောက်ရှိသောအခါ MIC သည် $Tr_1$ ကို ' OFF ' ပြုလုပ်လိုက်၏။

S တာမင်နယ်ဗို့အား သတ်မှတ်တန်ဖိုးအောက်သို့ရောက်ရှိသွားသောအခါ MIC သည် ထိုသို့ဗို့ကျဆင်းမှုကို စုံစမ်းရယူပြီး $Tr_1$ ကို တဖန်ပြန်လည် ' ON ' စေသည်။ ထိုကဲ့သို့ ကြိမ်ဖန်များစွာ $Tr_1$ ဖွင့်လိုက်၊ ပိတ်လိုက်ဖြစ်နေသောနည်းဖြင့် S တာမင်နယ်ရှိ ဗို့အားကိုသတ်မှတ်ဗို့အားတွင် ရှိနေစေသည်။

## CHARGE WARNING LAMP

P တာမင်နယ်ရှိ ဗို့အားမှာ မြင့်တက်နေ၍ MIC သည် $Tr_3$ ကို ' OFF ' စေပြီး $Tr_2$ ကို ' ON ' စေသောကြောင့် charge warning lamp ကို မလင်းစေပါ။



## 5. OPEN IN REGULATOR SENSOR (Terminal. S) CIRCUITY

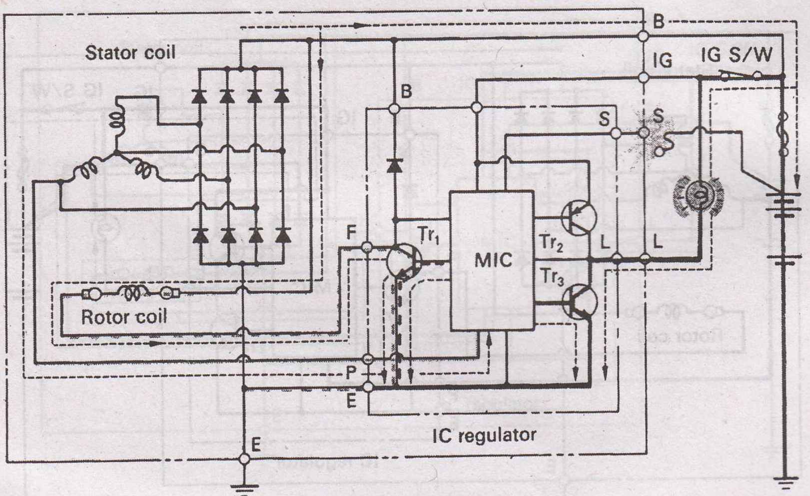
**[ရဂူလေတာဆင်ဆာဆားကစ် (တာမင်နယ်-S) တွင် open ဖြစ်သောအခြေအနေ]**

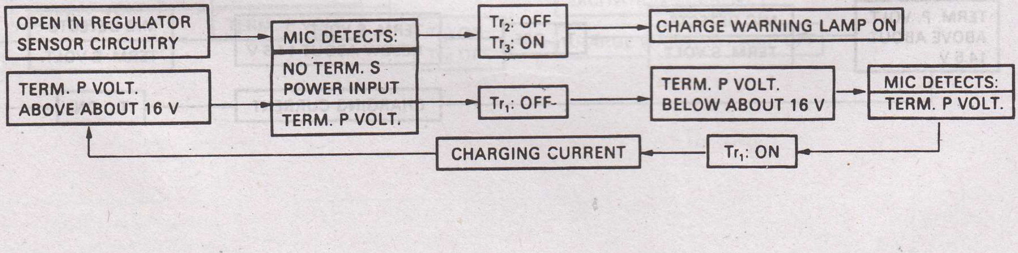
အော်လ်တာနေတာလည်နေစဉ် ရဂူလေတာဆင်ဆာဆားကစ်တွင် open (အဆက်ပြတ်) ဖြစ်ပါက MIC သည် S တာမင်နယ်မှ input မပို့ပေးတော့သည်ကို စုံစမ်းပြီး B တာမင်နယ်ရှိ ဗို့အားကို 13.3 ဗို့မှ 16.3 V အတွင်းရှိနေစေရန် $Tr_1$ ကို ON လိုက် OFF လိုက်ဖြစ်စေသည်။

ဤနည်းဖြင့် အထွက်ဗို့အားကို ပုံမှန်မဟုတ်သော မြင့်တက်မှုမှ ကာကွယ်ပေးသောကြောင့် အော်လ်တာနေတာ၊ အိုင်စီရဂူလေတာနှင့် အခြားသောလျှပ်စစ်ပစ္စည်းများကို ပျက်စီးမှုမှ ကာကွယ်ပေးသည်။

## CHARGE WARNING LAMP

MIC သည် 'S' တာမင်နယ်မှ Input မရရှိသောအခါ $Tr_2$ ကို 'OFF' စေပြီး $Tr_3$ ကို 'ON' စေသည်။ ထိုအခါ charge warning lamp ကိုလင်းစေသည်။



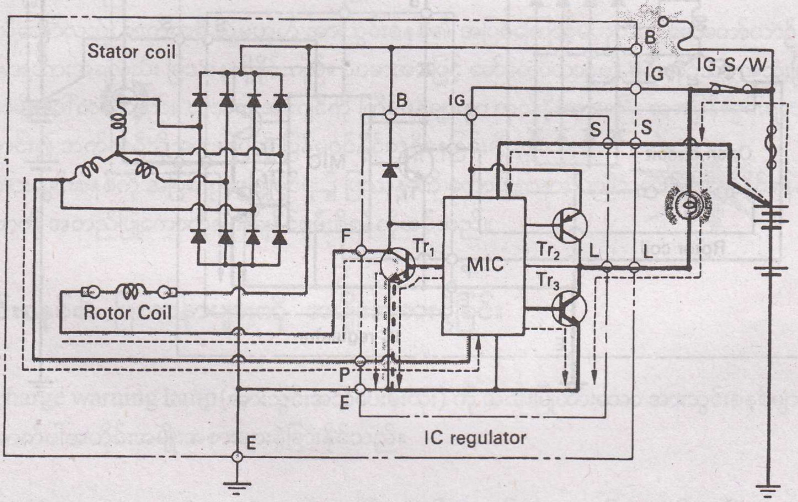



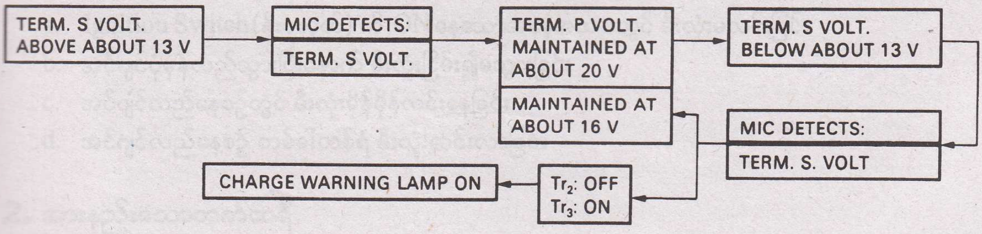
## 6. OPEN IN ALTERNATOR TERMINAL B CIRCUITRY
### (အော်လ်တာနေတာ၏ B တာမင်နယ်တွင် ' OPEN ' ဖြစ်သောအခြေအနေ)

ဘက်ထရီသို့ အားသွင်းမှုမရှိတော့၍ MIC သည် P တာမင်နယ်ရှိ ဗို့အားတွင် အခြေခံ၍ $Tr_1$ ကို ON နှင့် OFF ပြုလုပ်စေပြီး B တာမင်နယ်ရှိ ဗို့အားကို 20 V တွင် ထိန်းထားပေးသည်။ ဤနည်းဖြင့် အထွက်ဗို့အားကို ပုံမှန်မဟုတ်သော မြင့်တက်ခြင်းမှ ကာကွယ်ပြီး အော်လ်တာနေတာနှင့် IC ရဂူလေတာတို့ကို ပျက်စီးမှုမှကာကွယ်ပေးသည်။

### CHARGE WARNING LAMP

ဘက်ထရီသို့ အမြဲတမ်းအားသွင်းပေးမှုမရှိလျှင် ဘက်ထရီဗို့အားသည် အချိန်ကြာလာသည်နှင့် ကျဆင်းလာမည် ဖြစ်သည်။ S တာမင်နယ်ရှိ ဗို့အား (ဘက်ထရီဗို့အား) 13 V အောက်သို့ရောက်ရှိသောအခါ ၎င်းကို MIC မှ အာရုံခံပြီး $Tr_2$ ကို ' OFF ' စေပြီး $Tr_3$ ကို ' ON ' စေသည်။ ထိုအခါ charge warning lamp လင်းသည်။



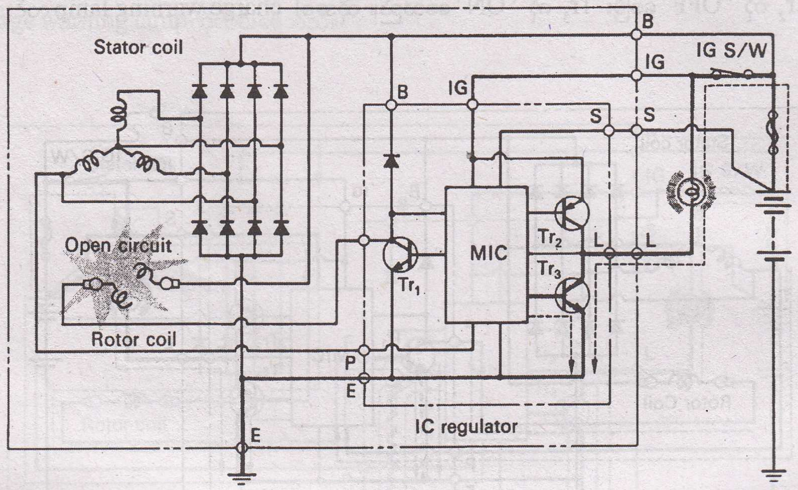



# 7. OPEN IN ROTOR COIL CIRCUITY
## (ရိုတာကွိုင်ဆားကစ်တွင် ' OPEN ' ဖြစ်သောအခါ)

ရိုတာကွိုင်ဆားကစ်တွင် 'OPEN' (အဆက်ပြတ်) ဖြစ်သောအခါ လျှပ်စစ်ထုတ်လုပ်မှု ရပ်တန့်သွားသည်။ ထိုအခါ P တာမင်နယ်ရှိ အထွက်ဗို့အားမှာ သုည (0) ဖြစ်သွားသည်။

## CHARGE WARNING LAMP

လျှပ်စစ်ထုတ်လုပ်မှုရပ်တန့်ပြီး P တာမင်နယ်တွင် သုညဗို့အားဖြစ်သောအခါ ၎င်းအခြေအနေကို MIC က စုံစမ်းရယူပြီး $Tr_2$ ကို 'OFF' စေသည်။ $Tr_3$ ကို 'ON' စေသည်။ ထိုအခါ charge warning lamp လင်းသည်။



# TROUBLE SHOOTING
## (အပြစ်ရှာဖွေပြုပြင်ခြင်း)

ပုံမှန်အားဖြင့် အားသွင်းစနစ်တွင် အပြစ်တစ်စုံတစ်ရာရှိနေသည်ကို ပထမဦးဆုံးသိရှိ သတိထားမိသော သူမှာ charging warning lamp မီးလင်းသည်ကို သိရှိနိုင်သော ယာဉ်မောင်းသူဖြစ်သည်။ ထို့အပြင် ဘက်ထရီတွင် အင်ဂျင်ကို လှည့်နိုင်သောအားမရှိခြင်း၊ ရှေ့မီးကြီးများလင်းအားဖျော့နေခြင်းစသော လက္ခဏာတို့မှလည်း အားသွင်းစနစ် တွင် ပြစ်ချက်ရှိနေကြောင်းသိရှိနိုင်သည်။

မည်သို့ပင်ဆိုစေ၊ အားသွင်းစနစ် (charging system) တွင် ချို့ယွင်းချက်ရှိနေသည်ဟု သံသယရှိသည့် အခါတိုင်းဖြစ်ရသော အကြောင်းရင်းကို မဖြစ်မနေရှာဖွေပြီး ပျက်စီးသောပစ္စည်းကို ပြုပြင်ခြင်း (သို့) အသစ်လဲခြင်း ပြုလုပ်ရမည်ဖြစ်သည်။

အားနည်းသော ဘက်ထရီဖြစ်ရသောအကြောင်းမှာ ဘက်ထရီကိုယ်၌ကပင် မကောင်းသောကြောင့်လည်း ဖြစ်နိုင်သည်။ ဥပမာ မလုံလောက်သော အီလက်ထရိုလိုက် (အက်ဆစ်ရည်) ဖြစ်ခြင်း သို့မဟုတ် ပလိတ်ပြားများ ပျက်စီးနေခြင်းကို ဆိုလိုသည်။ အော်လ်တာနေတာကို မောင်းနှင်ပေးသော ကြိုးတင်းအားပျော့နေပါကလည်း ချော်လည် ၍ အားမဝင်ဖြစ်စေသည်။

သို့သော်လည်း ဘက်ထရီ သို့မဟုတ် အားသွင်းစနစ်၏ အပြစ်ကြောင့်မဟုတ်ဘဲ မော်တော်ယာဉ်ကို အသုံးပြု သော အနေအထားအရလည်း ပြဿနာရှိနိုင်သည်။ ဥပမာအားဖြင့် မော်တော်ယာဉ်ကို ခရီးတိုသာ အသုံးပြုသောအခါ ဤပြဿနာမျိုးပေါ်တတ်သည်။ ထိုအခါ အင်ဂျင်ကို ကြိမ်ဖန်များစွာ လှည့်နှိုးထားရပြီး အားပြန်သွင်းရသော ခရီးတာ မှာ တိုတောင်း၍ ဘက်ထရီသို့အားအပြည့် ပြန်မဝင်နိုင်ဘဲရှိနေခြင်းမျိုးဖြစ်သည်။

အားသွင်းစနစ်ကို အပြစ်ရှာဖွေပြုပြင်ရာ၌ ပြဿနာကို ကောင်းစွာနားလည်သဘောပေါက်နိုင်ရန်နှင့် ၎င်းရောဂါလက္ခဏာကို အတည်ပြုကောက်ချက်ချနိုင်စွမ်းရှိရန်လိုအပ်သည်။

## အားသွင်းစနစ်၏ ပြဿနာများကို အမျိုးအစားခွဲခြင်း

charge warning lamp (အားသွင်းအသိပေးမီးလုံး) ကို အသုံးပြုထားသော အားသွင်းစနစ်များရှိ ပြဿနာ များကို အောက်ပါအတိုင်းအမျိုးအစားများခွဲခြားနိုင်သည်။

## 1. Charge warning lamp ၏ ပုံမှန်မဟုတ်သောလုပ်ဆောင်ချက်

a. Ignition Switch (နှိုးခလုတ်) ကို ON နေသောအနေအထားတွင် မီးလုံးမလင်းခြင်း
b. အင်ဂျင်ပုံမှန်လည်သွားပြီးနောက် မီးလုံးငြိမ်း၍မသွားခြင်း
c. အင်ဂျင်လည်နေစဉ်တွင် မီးလုံးမှိန်မှိန်လင်းနေခြင်း
d. အင်ဂျင်လည်နေစဉ် တစ်ခါတစ်ရံ မီးလုံးလင်းလာခြင်း

## 2. အားနည်းသောဘက်ထရီ

a. အင်ဂျင်ကို စတာ့တာမှ မလှည့်နိုင်ခြင်း
b. မီးသီးကြီး (Head Light) များ မှိန်နေခြင်း

## 3. အားသွင်းလွန်ကဲနေသော ဘက်ထရီ

ဘက်ထရီ၏ လျှပ်လိုက်ရည် လျင်မြန်စွာ ကုန်ခမ်းသွားခြင်း

## 4. ပုံမှန်မဟုတ်သော ဆူညံမှု

a. အော်လ်တာနေတာမှ ပုံမှန်မဟုတ်သော ဆူညံမှုရှိနေခြင်း
b. ရေဒီယိုတွင် လေထုအခြေအနေအရ နှောင့်ယှက်သံ ဆူညံမှုရှိနေခြင်း

# TROUBLE SHOOTING PROCEDURES

## [အပြစ်ရှာဖွေပြုပြင်ပုံအဆင့်ဆင့် (အစီအစဥ်)]

ပြဿနာ၏ ရောဂါလက္ခဏာကို သေချာစွာကောက်ချက်ချသတ်မှတ်ပြီးလျှင် အကြောင်းအရင်းကို ဆုံးဖြ သတ်မှတ်ရမည်ဖြစ်သည်။ အမျိုးမျိုးသော နည်းလမ်းများစွာအနက်မှ အမြန်နိုင်ဆုံးနှင့် အတိကျဆုံးနည်းလမ်း အသုံးပြုသင့်သည်။ ဤသို့ပြုရာတွင် သက်ဆိုင်ရာအပြစ်ရှိသော ဧရိယာကို စစ်ဆေးရာ၌ မှန်ကန်သော အစီအစ ဖြင့် ပြုလုပ်ရန်မှာ လွန်စွာအရေးကြီးပါသည်။

ဥပမာ ချို့ယွင်းချက်လက္ခဏာဖြစ်စေသော အကြောင်းကို သတ်မှတ်နိုင်ရန် အောက်ပါအဓိကအချက်မျ ကို လိုက်နာသင့်သည်။

## 1. Charge Warning Lamp ၏ လုပ်ဆောင်ချက်ပုံမှန် မဟုတ်ခြင်း

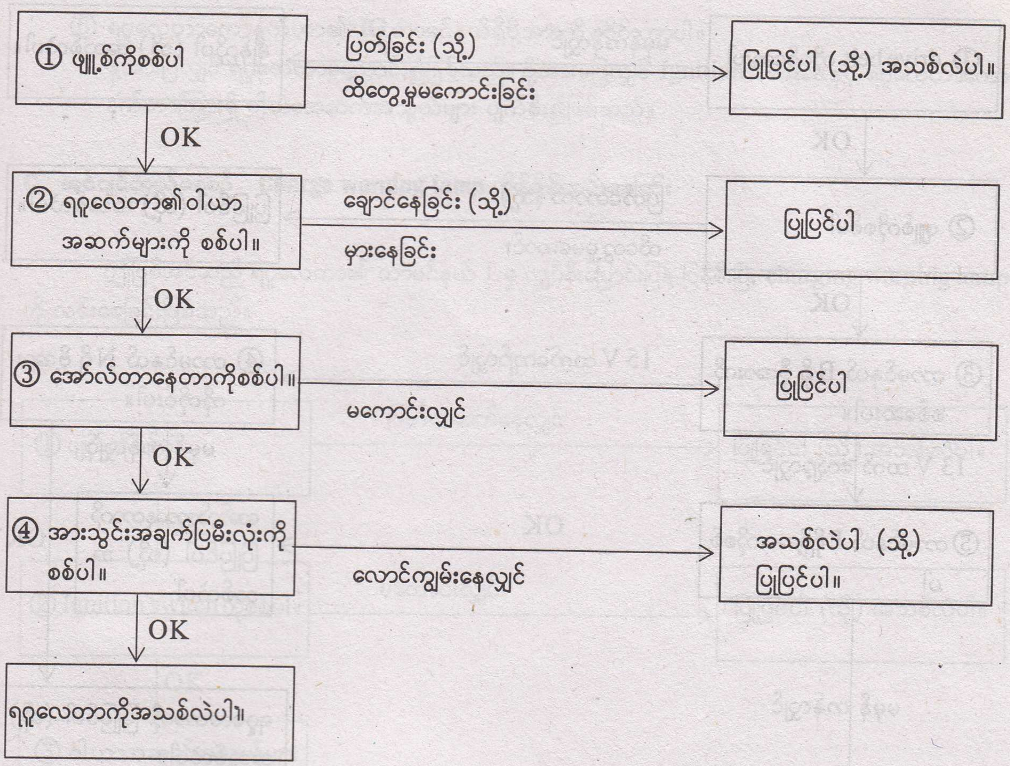
### a. Ignition switch ကို ON သောအခါ charging warning lamp မီးမထင်းခြင်း

① အားသွင်းအချက်ပြမီးလုံးဆားကစ်တွင် ဖျူ့စ်ပြတ်နေခြင်း သို့မဟုတ် မကောင်းသောထိတွေ့မှုရှိနေခြင်းတို့ စစ်ဆေးပါ။

② ရဂူလေတာ၏ ဝါယာအဆက်များ ချောင်နေခြင်း၊ မှားယွင်းနေခြင်းတို့ကို စစ်ဆေးပါ။

③ အော်လ်တာနေတာရှိ Positive diode (အပေါင်းဒိုင်အုပ်) များတွင် ရှော့ဆားကစ်ရှိမရှိစစ်ပါ။
အကယ်၍ အော်လ်တာနေတာ၏ Three pin connection (သုံးပင်အဆက်) ကို ဖြုတ်လိုက်သည့်အခါ လင်းသည်ဆိုပါက ဒိုင်အုပ်များတွင် ရှော့ဆားကစ်ရှိနေ၍ဖြစ်သည်။ (positive diode တစ်လုံးထဲသာ ဆားကစ် ဖြစ်နေသည့်တိုင် ဘက်ထရီလျှပ်စီးသည် တာမင်နယ် B မှ N သို့ မကောင်းသောဒိုင်အုပ်မှတစ်ဆ စီးဝင်သည်။ ၎င်းလျှပ်စီးသည် ဗို့အားရီလေးကို အလုပ်လုပ်စေပြီး moving point ကို ဆွဲယူခြင်းဖြစ်စေ မီးလုံးမထွန်းလင်းနိုင် ချေ။

④ အားသွင်းမှု အချက်ပြမီးလုံးကောင်း၊ မကောင်းစစ်ဆေးပါ။
ရဂူလေတာကို ဆက်သွယ်လျက်နှင့် တာမင်နယ် L ကို ဂရောင်းချလိုက်ပါ။ အားသွင်းအချက်ပြမီးလင်းပါ ရဂူလေတာမကောင်း၍ဖြစ်သည်။ အကယ်၍ အားသွင်းအချက်ပြမီးမလင်းပါက မီးသီးကျွမ်းခြင်း သို့မဟု ဝါယာအဆက်အသွယ်များ ချို့ယွင်း၍ဖြစ်သည်။




**NOTE**

ယာဉ်မော်ဒယ်အပေါ်တွင်မူတည်ပြီး ဝါယာအဆက်အသွယ်များ၏ အစီအစဉ်မှာ ကွာခြားမှုရှိနိုင်သော်လည်း Ignition Switch နှင့် ရဂူလေတာကြားရှိ အဆက်အသွယ်အားလုံးကို စစ်ဆေးကြည့်ရမည်ဖြစ်သည်။

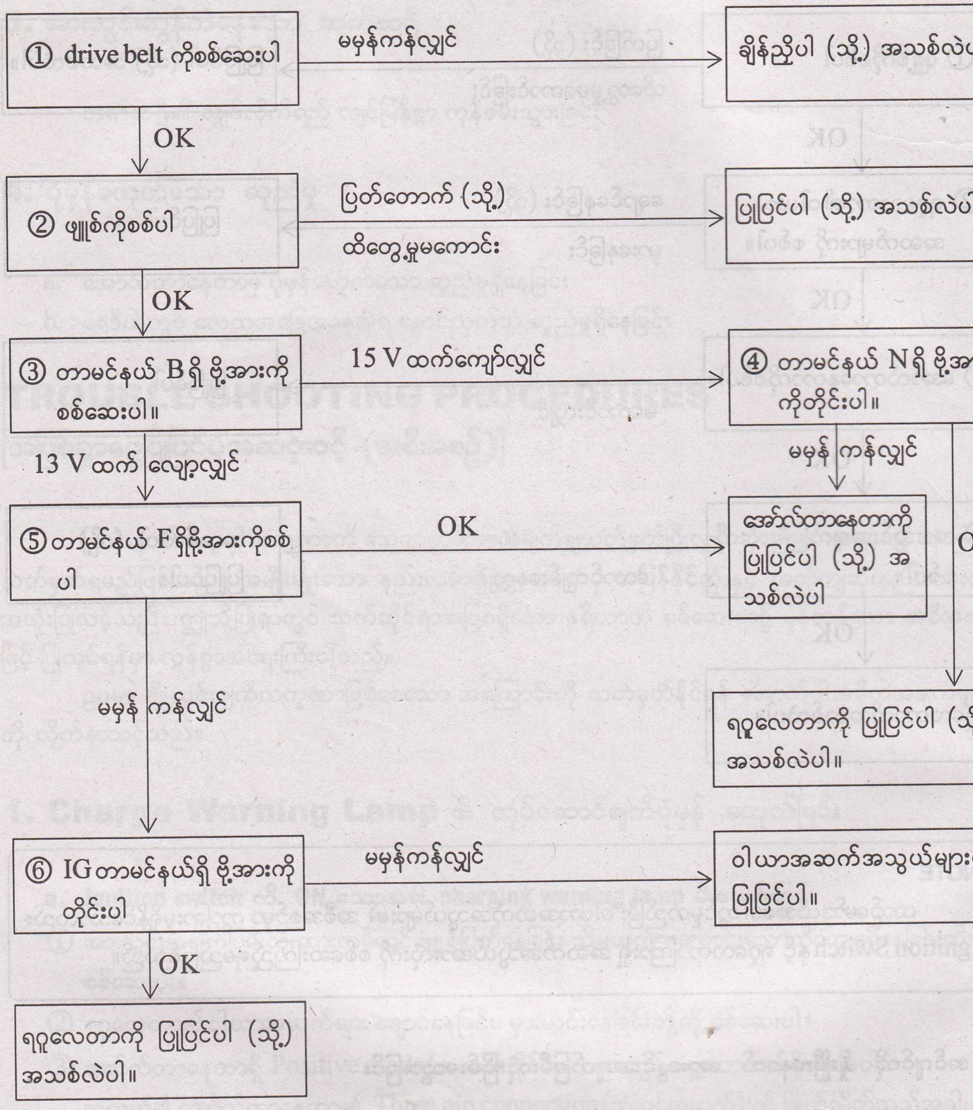
**b. အင်ဂျင်ကို နှိုးပြီးနောက် အားသွင်းအချက်ပြမီးလုံးငြိမ်းမသွားခြင်း**

ဤချို့ယွင်းချက် လက္ခဏာမှာ အော်လ်တာနေတာမှ လျှပ်စစ်မထုတ်ပေးခြင်း သို့မဟုတ် အားသွင်းမှုလွန်ကဲခြင်းကို ညွှန်းဆိုသည်။

① drive belt (ရာဘာပတ်ကြိုး) ကို ပျက်စီးမှုနှင့်ချော်လည်ခြင်းမရှိရန် စစ်ဆေးပါ။

② IG ဖျူ့စ်ပြတ်တောက်နေခြင်း၊ ထိတွေ့မှုမကောင်းခြင်း မဖြစ်စေရန်စစ်ဆေးပါ။

③ အော်လ်တာနေတာ၏ တာမင်နယ် B ရှိ အထွက်ဗို့အားကို စစ်ပါ။
ဗို့အားမှာ သတ်မှတ်ထားသော (13.8 - 14.8 V) ထက်နည်းနေလျှင် အော်လ်တာနေတာမှ လျှပ်စစ်မထုတ်၍ဖြစ်သည်။ အကယ်၍ သတ်မှတ်ဗို့အားထက်ကျော်လွန်နေလျှင် အော်လ်တာနေတာ over charging (အားသွင်းမှုလွန်ကဲခြင်း) ဖြစ်နေသည်။




ဗို့အားရီလေးအလုပ်မလုပ်လျှင် ဗို့ရဂူလေတာမှ ဗို့အားကို ထိန်းချုပ်မှုမလုပ်ပေးသောကြောင့် ဘက်ထ over charging ဖြစ်စေသည်။

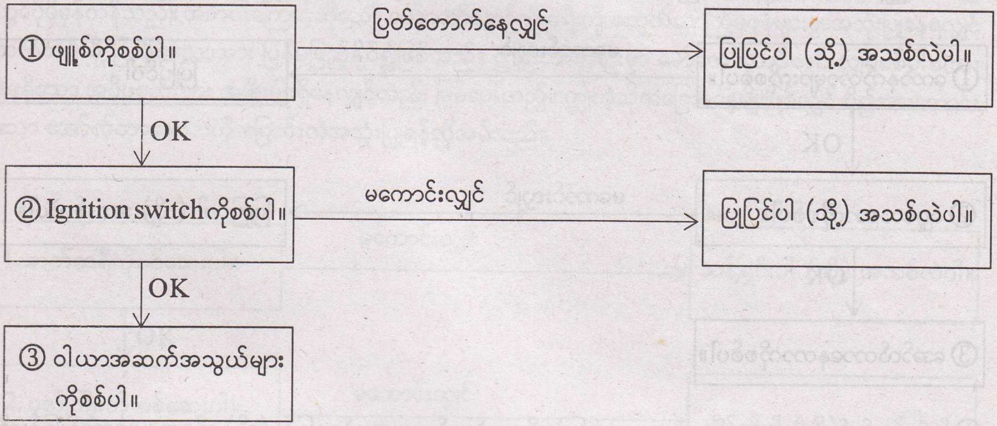
④ ရဂူလေတာကော်နက်တာရှိ တာမင်နယ် N ရှိ neutral volt ကို တိုင်းတာပါ။
ဗို့အားရှိလျှင် ရဂူလေတာဗို့ရီလေးတွင် ကွိုင်ပြတ်နေသည်။ ဗို့အားမရှိလျှင် အော်လ်တာနေတာ၏ neu circuit (နျူထရယ်ဆားကစ်) တွင် open ဖြစ်နေသည်။

⑤ ရဂူလေတာကော်နက်တာရှိ တာမင်နယ် F ၏ ဗို့အားကို တိုင်းတာပါ။
ဗို့အားပြလျှင် ရိုတာကွိုင် ပြတ်တောက်နေခြင်း (သို့) အော်လ်တာနေတာ၏ ဘရတ်ရှ်ကွန်တက်ချို့ယွင်း ရှိနေခြင်းကြောင့်ဖြစ်သည်။ ဗို့အားမပြလျှင် IG တာမင်နယ်ရှိ ဗို့အားကို တိုင်းတာပါ။

⑥ ရဂူလေတာကော်နက်တာ၏ IG တာမင်နယ်ရှိဗို့အားကို တိုင်းတာပါ။
မို့အားပြလျှင် ရဂူလေတာမကောင်း၍ဖြစ်သည်။ ဗို့အားမပြလျှင် Ignition Switch နှင့် ရဂူလေတာကော်နက်တာကြားရှိ ဝါယာအဆက်အသွယ်များ ပျက်စီး၍ဖြစ်သည်။

**C. အင်ဂျင်လည်နေစဉ် Charge warning lamp မှိန်မှိန်လင်းနေခြင်း**

ဤဖြစ်အင်သည် ရဂူလေတာ၏ တာမင်နယ် L မှ လျှပ်စီးပြောင်းပြန် ပြန်စီးပြီး charging warning lamp ကို လင်းစေခြင်းဖြစ်သည်။




① အားသွင်းအချက်ပေးမီးလုံးဆားကစ်ရှိ ဖျူ့စ်ပြတ်နေခြင်း (သို့) ထိတွေ့မှုမကောင်းခြင်းတို့ကို စစ်ဆေးပါ။
- ဖျူ့စ်သည် charge warning lamp ဆားကစ်အတွက်သာမကဘဲ အခြားသော လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများကိုလည်းအကာအကွယ်ပေးသည်။ Ignition Switch ကို ON လိုက်သောအခါ လျှပ်စီးသည် အဆိုပါပစ္စည်းများထံသို့စီးဆင်းသည်။ အကယ်၍ ၎င်းဖျူ့စ်ပြတ်နေခြင်း (သို့) ထိတွေ့မှုမကောင်းခြင်း ဖြစ်နေပါက လျှပ်စီးသည် Ignition Switch မှ တစ်ဆင့် စီးဆင်းမှုမရှိတော့ချေ။ သို့သော်လည်း အော်လ်တာနေတာမှ လျှပ်စစ်ထုတ်နေသောအခါ ဗို့အားရှိလေသည် အလုပ်လုပ်ပြီး လျှပ်စီးသည် L တာမင်နယ်မှ ပွိုင့်များနှင့် charge warning lamp ကို ဖြတ်စီးပြီး လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများဆီသို့ ရောက်ရှိသည်။ ထိုအခါ အားသွင်းအချက်ပေးမီးလုံးကို မှိန်မှိန်လင်းစေသည်။ မြင့်သောအင်ဂျင်လည်နှုန်းတွင် ပိုမိုမြင့်လာသောဗို့အားကြောင့် မီးလင်းအားပိုကောင်းလာမည်ဖြစ်သည်။

② Ignition Switch (နှိုးခလုတ်) ၏ Internal resistance (အတွင်းခုခံမှု) ကို စစ်ဆေးပါ။
- နှိုးခလုတ်ကို 'ON' လျက်နှင့် နှိုးခလုတ်ဝါယာအဆက်ကို ဖြုတ်က ကော်နက်တာရှိ AM တာမင်နယ်နှင့် IG တို့အကြားရှိ ခုခံမှုတန်ဖိုးကို တိုင်းပါ။ နှိုးခလုတ်၌ အထိအတွေ့ခုခံမှုတန်ဖိုးများနေလျှင် ဖျူ့စ်သို့ သက်ရောက်မည့်ဗို့အားကို လျော့နည်းစေမည်ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် ဖျူ့စ်ပြတ်သွားသည်နှင့် တာမင်နယ် L မှ လျှပ်စီးသည် ပြောင်းပြန်ပြန်စီးလာပြီး အားသွင်းအချက်ပြမီးလုံးကို ခပ်မှိန်မှိန်လင်းစေပါသည်။

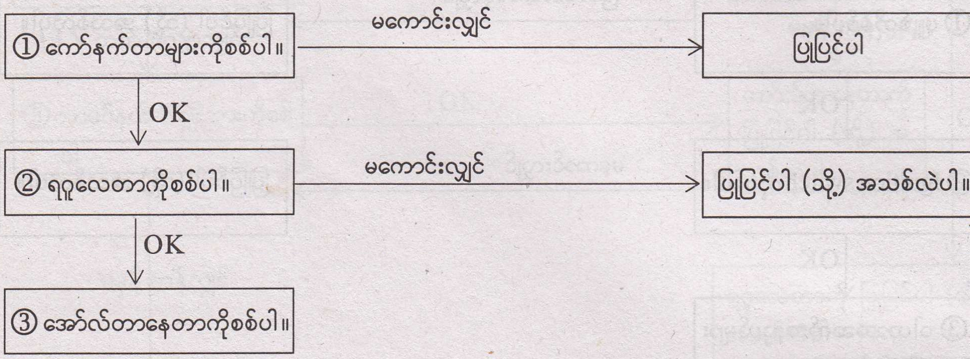
③ ဝါယာအဆက်အသွယ်တစ်ခုစီရှိ မကောင်းသောထိတွေ့မှုများကို စစ်ဆေးပါ။

◆ ဘက်ထရီနှင့် charge warning lamp fuse အကြားရှိ ဗို့အားကို ကော်နက်တာအဆက်တိုင်းတွင် လိုက်တိုင်းပါ။ အကယ်၍ ဗို့အားမှာ ပုံမှန်မဟုတ်ဘဲ နိမ့်ကျလျက်ရှိပါက ထိတွေ့မှုမကောင်း၍ဖြစ်သည

Ignition Switch တွင် ပိုမိုသော ခုခံမှုရှိနေသောအခါမှာကဲ့သို့ ဝါယာအဆက်အသွယ်များတွ ခုခံမှုများစွာရှိနေလျှင်လည်း ဗို့အားကျဆင်းမှုဖြစ်ကာ L တာမင်နယ်မှ ပြောင်းပြန်ပြန်စီးပြီး အားသွင် အချက်ပေးမီးလုံးကို လင်းစေမည်ဖြစ်သည်။

**d. အင်ဂျင်လည်နေစဉ် charge lamp တစ်ခါတစ်ရံလင်းလာခြင်း**

ဤသဘောလက္ခဏာသည် တစ်ခါတရံအော်လတာနေတာမှ လျှပ်စစ်မထွက်ခြင်းကို ပြဆိုသည်။




① အော်လ်တာနေတာနှင့် ရဂူလေတာအကြားရှိ ကော်နက်တာ ချောင်နေခြင်း (သို့) ထိတွေ့မှုမကောင်းခြင်း မဖြစ်စေရန် စစ်ဆေးပါ။

◆ အော်လ်တာနေတာနှင့် ရဂူလေတာတို့အကြားရှိ ကော်နက်တာကို အသာအယာပုတ်ကြည့်ပါ။ ထိုအ အားသွင်းမီးလုံးလင်းလာလျှင် ကော်နက်တာထိတွေ့မှုမကောင်း၍ ဖြစ်သည်။ တုန်ခါမှုကြောင့် ကေ နက်တာ၊ တာမင်နယ်များ ထိတွေ့မှုမကောင်းခြင်းဖြစ်နေလျှင် တာမင်နယ်များသို့သွားသော လျှပ်စီး ထိတစ်ချက်၊ မထိတစ်ချက်ဖြစ်ပြီး အော်လ်တာနေတာမှ လျှပ်စစ်မထုတ်လုပ်နိုင်၍ မီးလုံးလင်းလာမ ဖြစ်သည်။

② ရဂူလေတာ၏ ပွိုင့်တစ်ခုစီရှိ ထိတွေ့မှု အခြေကို စစ်ဆေးပြီး တာမင်နယ်တစ်ခုစီကြားရှိ ခုခံမှုကိုစစ်ဆေးပ

◆ တာမင်နယ်တစ်ခုစီကြားရှိ ခုခံမှုတန်ဖိုးကို သက်ဆိုင်ရာပြုပြင်နည်းလက်စွဲစာအုပ်ပါ အစီအစဉ်အတို တိုင်းတာပါ။ သီးခြားအနေဖြင့် high-speed point နှင့် resistor တို့၏ အခြေအနေကို စစ်ဆေးပ

③ ဘရတ်ရှ် (Brushes) များ၏ ထိတွေ့မှုအခြေအနေကို စစ်ပါ။

◆ ပြုပြင်နည်းလက်စွဲစာအုပ်ပါ နည်းစဉ်အတိုင်း အော်လ်တာနေတာကို ဖြုတ်၍ ဘရတ်ရှ်များ၏ ပွန်းစ မှုအခြေအနေနှင့် slip rings (စလစ်ပ်ရင်း) များ၏ ထိတွေ့မှုအခြေအနေကို စစ်ဆေးပါ။

အကယ်၍ ဘရတ်ရှ်များသည် ခွင့်ပြုသည့် ပမာဏထက် ပိုမိုပွန်းစားနေပါက စပရင်တွန်းကန်အာ ပျော့လာသောကြောင့် ထိတွေ့မှုကို အားနည်းစေသည်။ ထိုကဲ့သို့ဖြစ်လျှင် ရိုတာကွိုင်သို့စီးသော ဖီးလ် လျှပ်စီးမှာ ပြတ်တောင်းပြတ်တောင်းဖြစ်ပြီး အော်လ်တာနေတာမှ လျှပ်စစ်မထုတ်နိုင်တော့၍ အားသွ အချက်ပြမီးလုံးကို လင်းစေခြင်းဖြစ်သည်။

## 2. Weak (discharge) Battery (ဘက်ထရီအားနည်းခြင်း)

ဤပြဿနာမှာ အော်လ်တာနေတာမှ ဘက်ထရီသို့ အားပြန်သွင်းရန် လုံလောက်သော လျှပ်စစ်မထုတ်နိုင်သော အခါ ဖြစ်လေ့ရှိသည်။ ထိုအခါ အင်ဂျင်ကို နှိုးမော်တာဖြင့် မလှည့်နိုင်တော့ချေ။ ထို့အပြင် ရှေ့မီးကြီးများ၏ လင်းအား လည်းမှိန်နေမည်ဖြစ်သည်။ သို့သော်လည်း အော်လ်တာနေတာမှ အနည်းငယ်သောလျှပ်စီးကို ထုတ်လုပ်လျက်ရှိနေ၍ အင်ဂျင်ကိုလှည့်နှိုးပြီးသွားချိန်တွင် အားသွင်းအချက်ပေးမီးလုံးမှာ ငြိမ်းသွားမည်ဖြစ်သည်။

အော်လ်တာနေတာမှ လုံလောက်သော လျှပ်စီးမထွက်ရှိရသော အကြောင်းအရင်းများစွာရှိသည့်အားလျော်စွာ သင့်တော်သော အပြစ်ရှာဖွေပြုပြင်မှု အစီအစဉ်ကို အသုံးပြုရန်အရေးကြီးသည်။ ပထမဦးစွာ စုံစမ်းမှုပြုရမည့်အချက်မှာ ယာဉ်ကို သုံးစွဲပုံအလေ့အထဖြစ်သည်။ အော်လ်တာနေတာဘက်ထရီသို့ အားအပြည့်ပြန်ဖြည့်စွမ်းနိုင်ရန် ယာဉ်ကို လုံလောက်သော အချိန်အတိုင်းအတာတစ်ခုဖြင့် အဆက်မပြတ်မောင်းနှင်ပေးရန်လိုသည်။ ဤအချက်မှာ ညအခါမျိုးတွင်ပိုမိုမှန်ကန်သည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် မော်တော်ယာဉ်ကို ခရီးတိုအတွက်သာကြိမ်ဖန်များစွာအသုံးပြုနေရလျှင် ဘက်ထရီသို့ ပြည့်စုံသောအား ပြန်မဖြည့်နိုင်၍ဖြစ်သည်။ ဤပြဿနာမျိုးမှာ မော်တော်ယာဉ်တွင် လျှပ်စစ်ပါဝါသုံးစွဲမှုရှိသော အပိုပစ္စည်းများ အမျိုးမျိုးရှိနေလျှင်လည်း ဖြစ်ပေါ်သည်။ ဤကဲ့သို့အခြေအနေမျိုးဖြစ်လျှင် ပို၍အားကောင်းသော အော်လ်တာနေတာကို ပြောင်းလဲအသုံးပြုရန် လိုအပ်သည်။

1. ဘက်ထရီကိုစစ်ဆေးပါ။ → မကောင်းလျှင် → သန့်ရှင်းပါ (သို့) အသစ်လဲပါ။
↓ OK
2. ပူလီကြိုးကို စစ်ဆေးပါ။ → မကောင်းလျှင် → ချိန်ညှိပါ (သို့) အသစ်လဲပါ။
↓ OK
3. ရဂူလေတာကိုစစ်ပါ။ → မကောင်းလျှင် → ချိန်ညှိပါ (သို့) အသစ်လဲပါ။
↓ OK
4. အော်လ်တာနေတာကို စစ်ဆေးပါ။

① ဘက်ထရီအခြေအနေကို စစ်ဆေးပါ။

- ဘက်ထရီငုတ်များတွင် ညစ်ပတ်နေခြင်းနှင့် ပွန်းစားနေခြင်းတို့ကို စစ်ဆေးပါ။ လိုအပ်ပါက လျှပ်လိုက်ရည် (electrolyte) ထပ်ဖြည့်ပေးပါ။
  (ဘက်ထရီတာမင်နယ်များတွင် ညစ်ပတ်နေခြင်း၊ ချေးစားနေခြင်းသည် လျှပ်စီးကို ခုခံမှုဖြစ်စေသည်။ ဘက်ထရီဟောင်းလွန်းလျှင်လည်း ပလိတ်ပြားများ ပျက်စီး၍ အားမနေဘဲရှိသည်။ ထိုအခါ ဘက်ထရီ အသစ်လဲလှယ်ရမည်။)

② ပူလီကြိုး (drive belt) တင်းအားကိုစစ်ဆေးပါ။

◆ အော်လ်တာနေတာကို မောင်းနှင်သော ပူလီကြိုးကို သင့်လျော်သောတင်းအားရှိစေရန်စစ်ဆေးပါ။ (ပူလီကြိုးချော်၍လည်လျှင် အော်လ်တာနေတာအပတ်ရည်ပြည့်မလည်နိုင်၍ လုံလောက်သော အာ မထုတ်ပေးနိုင်ချေ။ မှန်ကန်သော ကြိုးတင်းအားရှိသည့်တိုင် ကြိုး၏မျက်နှာများပွန်းစားပျက်စီးနေ ဖြစ်လျှင် ချော်လည်ခြင်းဖြစ်စေသည်။ ထိုအခါ ပူလီကြိုးအသစ်လဲရမည်ဖြစ်သည်။

③ ရဂူလေတာရှိ စံသတ်မှတ်ဗို့အားကိုစစ်ပါ။ (အော်လ်တာနေတာ အထွက်ဗို့အား)

◆ အော်လ်တာနေတာ၏ B တာမင်နယ်ရှိ ဗို့အားသတ်မှတ်ချက်အတွင်းရှိ၊ မရှိတိုင်းတာပါ။ ('ယာဉ် ပေါ်၌ စစ်ဆေးခြင်း' ကိုကြည့်ပါ။)

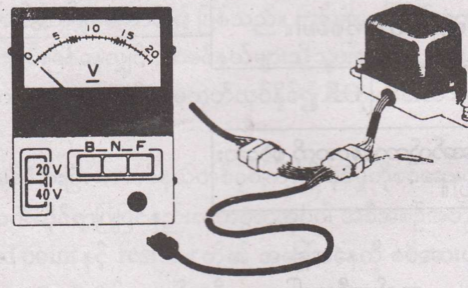
(အကယ်၍ အော်လ်တာနေတာ၏ အထွက်ဗို့အားမှာ သတ်မှတ်ချက်ထက်နိမ့်ပါက ဘက်ထရီသို့ အားသွင်းပေးရန် လုံလောက်သောဗို့အားမရှိချေ။ ပုံမှန်အခြေအနေများတွင် ဘက်ထရီဗို့အားမှာ အနေ ဆုံး 13 V ခန့်ရှိရာ Standard voltage (စံသတ်မှတ်ဗို့အား) မှာ ၎င်း 13 V ထက်မများလျှင်ဘ ထရီသို့ လျှပ်စစ်စီးနိုင်မည်မဟုတ်ချေ။ ထို့အပြင် output volt အလွန်နိမ့်ကျနေလျှင် ရှေ့မီးကြီးမျ အပြည့်အဝမလင်းနိုင်ဘဲမှိန်နေမည်ဖြစ်သည်။

④ အော်လ်တာနေတာမှထွက်သော လျှပ်စီးကိုစစ်ဆေးပါ။

◆ အော်လ်တာနေတာမှ ထွက်သောလျှပ်စီးကို သတ်မှတ်ချက်အတွင်းရှိမရှိစစ်ပါ။ ('ယာဉ်ပေါ်တွင် စစ်ဆေ ခြင်း' အခန်းတွင်ကြည့်ပါ။)

(အော်လ်တာနေတာတွင် DC သို့ ပြောင်းရန် ဒိုင်အုပ်များကို အသုံးပြုသည်။ ၎င်းဒိုင်အုပ်များ ရှေ (သို့) အဆက်ပြတ်နေလျှင် စတေတာကွိုင်မှ ထုတ်ပေးသော လျှပ်စီးအားလုံးဘက်ထရီသို့ မရောက ရှိနိုင်တော့ချေ။

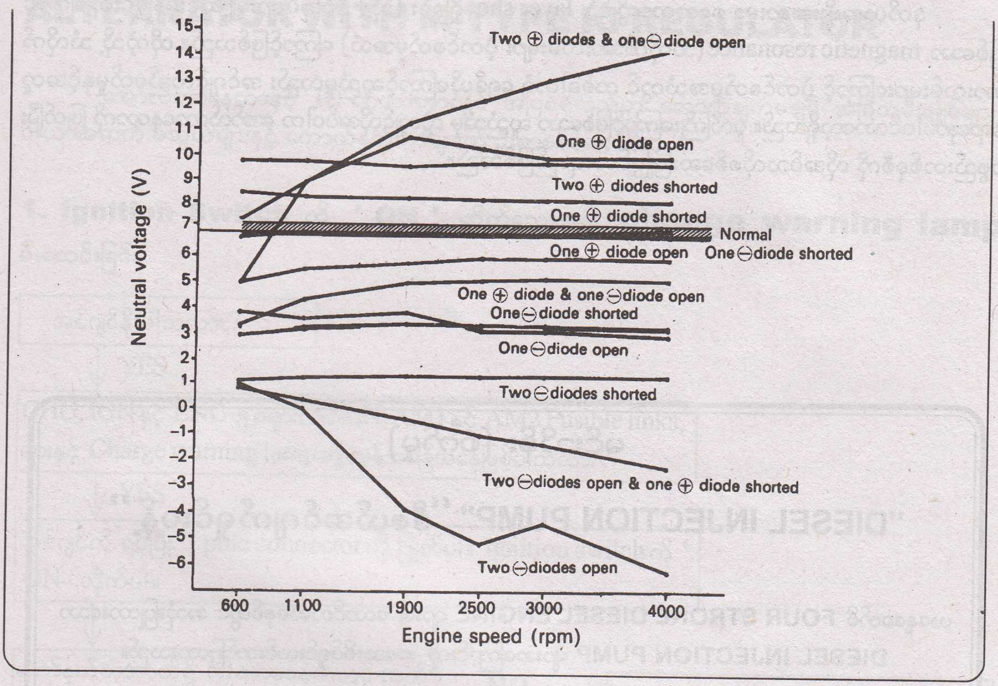
**REFERENCE**



ALTERNATOR CHECKER

အော်လ်တာနေတာ၏ အထွက်ဗို့အားနှင့် နျူ ထရယ်ဗို့အားတို့ကို ရိုးရိုးဗို့မီတာနှင့် တိုင်း၍ရနိုင်သော် လည်း ၎င်းကို TOYOTA Alternator Checker (SST-090810001) ဖြင့် ပိုမိုလျင်မြန်လွယ်ကူစွာ တိုင်းယူနိုင်သည်။ ၎င်းစစ်ဆေးကိရိယာဖြင့် တာမင်နယ် F ရှိ ဗို့အားကို တိုင်းခြင်းဖြင့် ရဂူလေတာကို စစ်ဆေး နိုင်သည်။

အကယ်၍ ဒိုင်အုပ်များတွင် ပြဿနာမရှိပါ က N ဗို့ (နျူထရယ်ဗို့) တန်ဖိုးသည် အထွက်ဗို့အား၏ တစ်ဝက်ခန့်ရှိသည်။ ထိုသို့မဟုတ်ပါက ပြဿနာသည် ဒိုင်အုပ်တွင်ရှိနေ၍ဖြစ်သည်။ ဒိုင်အုပ်များအတွင်း ope (သို့) short ဖြစ်နေခြင်းနှင့် neutral voltage တို့အကြားရှိ ဆက်စပ်မှုကို တစ်ဖက်ပါဂရပ်တွင်ပြထားသည်။




## 3. Overcharged Battery (လွန်ကဲသော ဘက်ထရီအားသွင်းမှု)

ဘက်ထရီသို့ လွန်ကဲသောအားသွင်းမှုဖြစ်နေသည်ကို ဘက်ထရီသို့ electrolyte (လျှပ်လိုက်ရည်) မကြာခဏထပ်ဖြည့်နေရခြင်းဖြင့် သိရှိနိုင်သည်။ အင်ဂျင်လည်ပတ်နှုန်းပြောင်းလဲသွားတိုင်း ရှေ့မီးကြီးများ၏ အလင်းအားပြောင်းလဲသွားခြင်းဖြင့်လည်းသိရှိနိုင်သည်။ ဤပြဿနာမှာ ရဂူလေတာ၏ သတ်မှတ်ဗို့အား (အော်လ်တာနေတာ၏ အထွက်ဗို့အား) သတ်မှတ်ချက်ထက် ကျော်လွန်သောကြောင့်ဖြစ်သည်။ အော်လ်တာနေတာမှ သတ်မှတ်ဗို့အားထက် ကျော်လွန်စွာထုတ်ပေးလျှင် ဘက်ထရီမှာပူလာပြီး အက်ဆစ်ရည် လျှင်မြန်စွာခမ်းခြောက်ခြင်းဖြစ်သည်။

ထို့အပြင် အင်ဂျင်လည်ပတ်နှုန်း မြင့်မားသောအခါ ပိုသောလျှပ်စီးသည် မီးကြီးများသို့ ရောက်ရှိသောကြောင့် မီးကြီးများ ပိုမိုလင်းလာခြင်းဖြစ်သည်။ ထိုသို့စီးဆင်းမှု လွန်ကဲခြင်းဖြစ်လျှင် မီးသီးများကျွမ်းလောင်နိုင်သည်။

ဤပြဿနာကို ဖြေရှင်းရန်မှာ အော်လ်တာနေတာ၏ အထွက်ဗို့အားကို တိုင်းတာစစ်ဆေးခြင်းနှင့် ရဂူလေတာကို စစ်ဆေး၊ ချိန်ညှိခြင်းတို့ဖြစ်သည်။ 'မော်တော်ယာဉ်ပေါ်တွင်စစ်ဆေးခြင်း' ၌ ကြည့်ပါ။

## 4. Abnormal Noise (ပုံမှန်မဟုတ်သောဆူညံမှုများ)

ဘက်ထရီအားသွင်းစနစ်ရှိ ပုံမှန်မဟုတ်သော ဆူညံမှုများကို အော်လ်တာနေတာမှ အစပြုသည်။ ဆူညံမှုပုံစံနှစ်မျိုးရှိပြီး ၎င်းတို့ကို ရှာဖွေပြုပြင်ခြင်းမပြုမီ ကွဲကွဲပြားပြားသိအောင်ပြုလုပ်ရမည်ဖြစ်သည်။

ပထမဆူညံသံမှာ စက်မှုပိုင်းဆိုင်ရာ ဆူညံသံဖြစ်ပြီး အော်လ်တာနေတာရှိ ပူလီကြိုးချောင်ခြင်း၊ (သို့) ပွန်းစားခြင်း (သို့) အော်လ်တာနေတာ၏ ဘယ်ရင်များပျက်စီးနေခြင်းကြောင့်ဖြစ်သည်။

ဒုတိယအမျိုးအစားမှာ စတေတာကွိုင်၌ layer shot ရှိခြင်း (သို့) ဒိုင်အုပ်များချို့ယွင်းနေခြင်းတို့ကြောင့်ဖြစ်သော magnetic resonance (သံလိုက်အားလမ်းများ ပဲ့တင်ခတ်မှုအသံ) ကြောင့်ဖြစ်သည်။ ထိုကဲ့သို့ သံလိုက်အားလမ်းများကြောင့် ပဲ့တင်ခတ်မှုအသံတွင် တစ်ခါတရံ ရေဒီယိုကြောင့်ဆူညံမှုလည်း အင်ဂျင်လည်ပတ်မှုနှင့်အတူ ရောနှောပါဝင်လာလေ့ရှိသည်။ ပူလီကြိုးကြောင့်ဖြစ်သော ဆူညံသံမှ လွဲလျှင်လိုအပ်ပါက အော်လ်တာနေတာကို ဖြုတ်ပြီး ပစ္စည်းတစ်ခုစီကို လိုအပ်သလိုစစ်ဆေးပြုပြင်ပေးရမည်ဖြစ်သည်။


## မင်းသိန်း (စက်မှု)

## "DIESEL INJECTION PUMP" "ဒီဇယ်အင်ဂျက်ရှင်းပန့်"

ယနေ့ခေတ်မီ FOUR STROKE DIESEL ENGINE များ၏ လောင်စာဆီစနစ်တွင် အသုံးပြုထားသော DIESEL INJECTION PUMP များအကြောင်းကို အသေးစိပ်ရှင်းလင်းတင်ပြထားသည်။

**DIESEL INJECTION PUMP ၏**

- ✪ အမျိုးအစား (VE-type, IN-line type)
- ✪ တည်ဆောက်ပုံ
- ✪ အလုပ်လုပ်ပုံ
- ✪ ဖွဲ့စည်းပါဝင်ထားသော ပစ္စည်းအစိတ်အပိုင်း တစ်ခုစီ၏ တည်ဆောက်ပုံနှင့် အလုပ်လုပ်ပုံ အခြေခံသဘောတရားများ
- ✪ VE - type Governor အကြောင်း (Detail)
- ✪ IN - line type pump Governor အကြောင်း (Detail)
- ✪ VE - pump overhaul
- ✪ Inspection (စစ်ဆေးခြင်း), Troubleshooting (အပြစ်ရှာဖွေခြင်း), Adjusting (ချိန်ညှိခြင်း)

# ALTERNATOR WITH M-TYPE IC REGULATOR

အော်လ်တာနေတာနှင့် IC ရဂုလေတာတွင် အပြစ်ရှိသည်ဟု ကောက်ချက်မချမီ အမြဲတမ်းဖျူစ်များ၊ ဝါယာအဆက်အသွယ်များနှင့် ကောက်နက်တာများကို ဦးစွာစစ်ဆေးပါ။

## 1. Ignition Switch ကို ' ON ' လိုက်သောအခါ change warning lamp မီးမလင်းခြင်း

အင်ဂျင်နိုးပါသလား?

↓ YES

CHG, IGN နှင့် ENG ဖျူ့စ်များ၊ MAIN, AM1 နှင့် AM2 Fusible links, များနှင့် Charge warning lamp တို့ပုံမှန်အခြေအနေဖြစ်ပါသလား?

↓ YES

အင်ဂျင်ကို ရပ်ပြီး 3 pole connector ကို ဖြုတ်ပါ။ Ignition switch ကို ' ON ' လိုက်ပါ။

↓

ကော်နက်တာဘက်ရှိ IG တာမင်နယ်တွင် ဘက်ထရီဗို့အားရှိပါသလား?

→ NO → ဝါယာအဆက်အသွယ်ကြိုးများတွင် အပြစ်ရှိ

↓ YES

အထက်ပါအခြေအနေ၌ ကော်နက်တာ၏ L တာမင်နယ်ကို ဂရောင်းချပါ။

↓

အားသွင်းမီးလုံးလင်းလာပါသလား?

→ NO → ဝါယာကြိုးများ (သို့) မီးလုံးတွင် ချို့ယွင်းချက်ရှိ။

↓ YES

3 pole ကော်နက်တာကို ပြန်ဆက်ပါ။

↓

နှိုးခလုတ်ကို OFF ပြုလုပ်ပြီး ပြန်လည် 'ON' ကာ 3 pole ကော်နက်တာကို လှုပ်ကြည့်ပါ။

↓

မီးလုံးလင်းလက်သွားပါသလား?

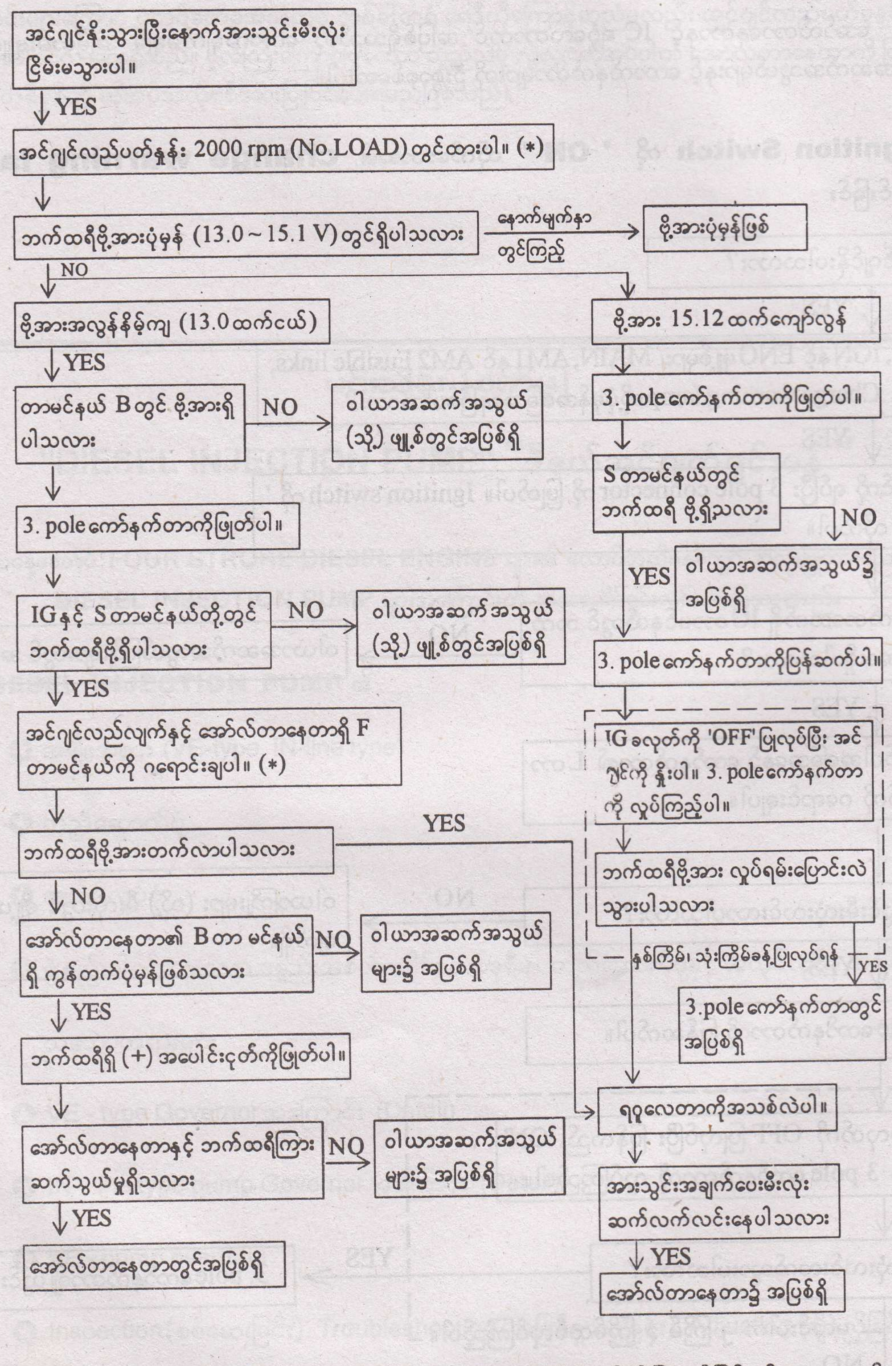
→ YES → 3. pole ကော်နက်တာချို့ယွင်း

မလင်းပါက ၂ ကြိမ် ၃ ကြိမ်ထပ်လုပ်ကြည့်ပါ။

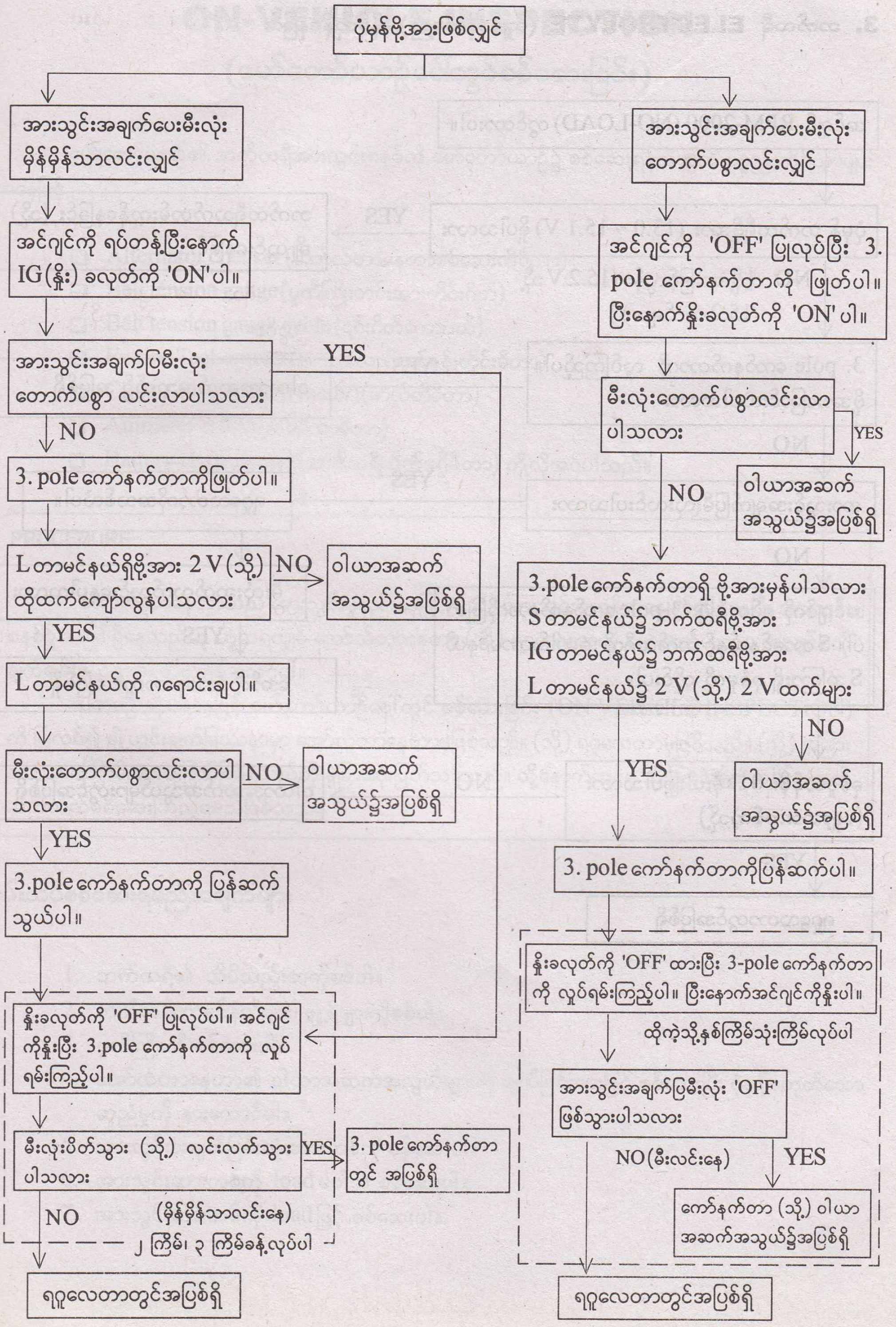
↓ NO

ရဂုလေတာချို့ယွင်း၍

**2.** အင်ဂျင်နိုးသွားပြီး အားသွင်းအချက်ပြ မီးလုံးငြိမ်းမသွားခြင်း




(*) = ဗို့အားအတက်အကျ ပြောင်းလဲမှုတန်ဖိုးများလာလိမ့်မည်ဖြစ်၍ ထိုသို့ပြုလုပ်ခြင်းကို ၃၀ စက္ကန့်ထက်ပို၍ မကြာသင့်ပါ။ အကယ်၍ 20 V ထက်ကျော်လွန်လာပါက စမ်းသပ်မှုကို ချက်ချင်းရပ်တန့်လိုက်ပါ။


ပုံမှန်ဗို့အားဖြစ်လျှင်
အားသွင်းအချက်ပေးမီးလုံး မှိန်မှိန်သာလင်းလျှင်
အင်ဂျင်ကို ရပ်တန့်ပြီးနောက် IG(နှိုး) ခလုတ်ကို 'ON' ပါ။
အားသွင်းအချက်ပြမီးလုံး တောက်ပစွာ လင်းလာပါသလား
YES
NO
3. pole ကော်နက်တာကိုဖြုတ်ပါ။
L တာမင်နယ်ရှိဗို့အား 2 V (သို့) ထိုထက်ကျော်လွန်ပါသလား
NO
ဝါယာအဆက် အသွယ်၌အပြစ်ရှိ
YES
L တာမင်နယ်ကို ဂရောင်းချပါ။
မီးလုံးတောက်ပစွာလင်းလာပါသလား
NO
ဝါယာအဆက် အသွယ်၌အပြစ်ရှိ
YES
3.pole ကော်နက်တာကို ပြန်ဆက်သွယ်ပါ။
နှိုးခလုတ်ကို 'OFF' ပြုလုပ်ပါ။ အင်ဂျင်ကိုနှိုးပြီး 3.pole ကော်နက်တာကို လျှပ်ရမ်းကြည့်ပါ။
မီးလုံးပိတ်သွား (သို့) လင်းလက်သွားပါသလား
YES
3. pole ကော်နက်တာတွင် အပြစ်ရှိ
NO
(မှိန်မှိန်သာလင်းနေ)
၂ ကြိမ်၊ ၃ ကြိမ်ခန့်လုပ်ပါ
ရဂူလေတာတွင်အပြစ်ရှိ
အားသွင်းအချက်ပေးမီးလုံး တောက်ပစွာလင်းလျှင်
အင်ဂျင်ကို 'OFF' ပြုလုပ်ပြီး 3. pole ကော်နက်တာကို ဖြုတ်ပါ။ ပြီးနောက်နှိုးခလုတ်ကို 'ON' ပါ။
မီးလုံးတောက်ပစွာလင်းလာပါသလား
YES
ဝါယာအဆက် အသွယ်၌အပြစ်ရှိ
NO
3.pole ကော်နက်တာရှိ ဗို့အားမှန်ပါသလား
S တာမင်နယ်၌ ဘက်ထရီဗို့အား
IG တာမင်နယ်၌ ဘက်ထရီဗို့အား
L တာမင်နယ်၌ 2 V (သို့) 2 V ထက်များ
NO
ဝါယာအဆက် အသွယ်၌အပြစ်ရှိ
YES
3. pole ကော်နက်တာကိုပြန်ဆက်ပါ။
နှိုးခလုတ်ကို 'OFF' ထားပြီး 3-pole ကော်နက်တာကို လှုပ်ရမ်းကြည့်ပါ။ ပြီးနောက်အင်ဂျင်ကိုနှိုးပါ။
ထိုကဲ့သို့နှစ်ကြိမ်သုံးကြိမ်လုပ်ပါ
အားသွင်းအချက်ပြမီးလုံး 'OFF' ဖြစ်သွားပါသလား
NO(မီးလင်းနေ)
YES
ကော်နက်တာ (သို့) ဝါယာအဆက်အသွယ်၌အပြစ်ရှိ
ရဂူလေတာတွင်အပြစ်ရှိ

## 3. ဘက်ထရီ **ELECTROLYTE** (လျှပ်ထိုက်ရည်) ပိုမိုကုန်နေခြင်း

အင်ဂျင် RPM-2000 (NO-LOAD) တွင်ထားပါ။

↓

ပုံမှန် ဘက်ထရီဗို့အား (13.0 ~ 15.1 V) ရှိပါသလား — YES → ဘက်ထရီသက်တမ်းကုန်နေခြင်း (သို့) ချို့ယွင်းနေခြင်း

↓ NO [ဗို့အားမြင့်လွန်း (15.2 V သို့ 15.2 ထက်များ)]

3. pole ကော်နက်တာကို လှုပ်ကြည့်ပါ။ ဗို့အားပြောင်းလဲပါသလား — YES → ဝါယာအဆက်အသွယ်၌ အပြစ်ရှိ

↓ NO

အားသွင်းအချက်ပြမီးလုံးလင်းပါသလား — YES → ရဂူလေတာကိုအသစ်လဲပါ။ → မီးလုံးဆက်လက်လင်းနေပါသလား — YES → အော်လ်တာနေတာတွင်အပြစ်ရှိ

↓ NO

အင်ဂျင်ကို ရပ်တန့်ပြီး 3-pole ကော်နက်တာကိုဖြုတ်ပါ။ S တာမင်နယ်နှင့် ဘက်ထရီကို အပေါင်းတာမင်နယ် S အကြားရှိ ခုခံမှုကို တိုင်းပါ။

↓

ခုခံမှုတန်ဖိုး 0 Ω နီးပါးပြပါသလား (ရှော့ဆားကစ်ကဲ့သို့) — NO → ဝါယာအဆက်အသွယ်များတွင်အပြစ်ရှိ

↓ YES

ရဂူလေတာတွင်အပြစ်ရှိ

# ON-VEHICLE INSPECTION

## (မော်တော်ယာဉ်ပေါ်တွင်စစ်ဆေးခြင်း)

မော်တော်ယာဉ်၏ ဘက်ထရီအားသွင်းစနစ်ကို မော်တော်ယာဉ်၌ စစ်ဆေးရန်အတွက် ပစ္စည်းကိရိယာများ အနေဖြင့်

- ❑ Alternator checker (အော်လ်တာနေတာစစ်ဆေးကိရိယာ)
- ❑ Belt tension gauge (ပူလီကြိုးတင်းအားတိုင်းဂိတ်)
- ❑ Belt tension gauge cable (၎င်းဂိတ်ကေဘယ်)
- ❑ Engine Tachometer (အင်ဂျင်လည်ပတ်နှုန်းတိုင်းမီတာ)
- ❑ Circuit Tester (Multi meter) (မာလ်တီမီတာ)
- ❑ Ammeter (50A) (အမ်ပီယာမီတာ)
- ❑ Battery Hydrometer (ဘက်ထရီဟိုက်ဒရိုမီတာ) တို့လိုအပ်ပါသည်။

**PROCEDURE**

အော်လ်တာနေတာသည် အားသွင်းမှုနည်းနေခြင်း (သို့) အားသွင်းမှုလွန်ကဲနေခြင်းဖြစ်နေပြီး အားသွင်းစနစ်၌ အပြစ်ရှိနေသည်ဟု ယူဆရလျှင် အော်လ်တာနေတာ (သို့) ရဂူလေတာကို မော်တော်ယာဉ်မှ အလျင်စလို ချက်ချင်းဖယ်ရှားဖြုတ်ယူရန် မသင့်ပါ။

ပထမဦးဆုံးအနေဖြင့် မော်တော်ယာဉ်ပေါ်တွင် စစ်ဆေးခြင်း (ON VEHICLE INSPECTION) ကို ပြုလုပ်၍ ချို့ယွင်းချက်ပြဿနာမှာ အော်လ်တာနေတာမှဖြစ်သည်။ (သို့) ရဂူလေတာမှဖြစ်သည်။ (သို့) အခြားသော အကြောင်းများကြောင့်ဖြစ်ရသည်ကို ခွဲခြားဆုံးဖြတ်သင့်သည်။ ထို့နောက်တွင်မှ သီးခြားအစိတ်အပိုင်းများကို ဆက်လက်စစ်ဆေးကြည့်ရမည်ဖြစ်သည်။

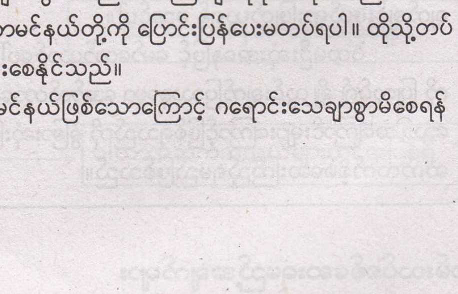
### စမ်းသပ်စစ်ဆေးရမည့်အချက်များ

1. ဘက်ထရီ၏ သိပ်သည်းဆကိုစစ်ပါ။
2. ဘက်ထရီတာမင်နယ်များ၊ ဖျူ့စ်များကိုစစ်ပါ။
3. ပူလီကြိုးကို စစ်ဆေးပါ။
4. အော်လ်တာနေတာ၏ ဝါယာအဆက်အသွယ်များကို မျက်မြင်အားဖြင့် စစ်ဆေးပြီး ပုံမှန်မဟုတ်သော ဆူညံမှုကို နားထောင်ပါ။
5. အားသွင်းအချက်ပြမီးလုံးဆားကစ်ကို စစ်ဆေးပါ။
6. အားသွင်းဆားကစ်ကို load မပါဘဲ စစ်ဆေးပါ။
7. အားသွင်းဆားကစ်ကို load ဖြင့် စစ်ဆေးပါ။

## အားသွင်းစနစ်ကို ကိုင်တွယ်ဆောင်ရွက်နေစဉ်အတွင်း သတိပြုရမည့် အချက်များ

1. ဘက်ထရီအဖိုငုတ်နှင့် အမငုတ်မမှားရန် သတိပြုပါ။
2. အော်လ်တာနေတာ၏ B တာမင်နယ်သို့ ဘက်ထရီဗို့အားအမြဲတမ်းသက်ရောက်လျက်ရှိ၍ B တာမင်နယ်ကို မည်သည့်အခါမျှ ဂရောင်းမချပါနှင့်။
3. ဘက်ထရီကို အမြန်အားသွင်းခြင်းပြုလုပ်လျှင် ဒိုင်အုပ်များကို ပျက်စီးစေနိုင်သည်။ အမြန်အားသွင်းစက် (quick charger) ကို အသုံးပြုနေစဉ်အတွင်း ဘက်ထရီကေဘယ်လ်များကို ဖြုတ်ထားရန်ဂရုပြုပါ။
4. မော်တော်ယာဉ်ကို ရေဖြင့်ဆေးကြောစဉ် အော်လ်တာနေတာနှင့် အခြားလျှပ်စစ်ပစ္စည်းများပေါ်သို့ ရေမကျ /မစိုစေရန် ဂရုစိုက်ပါ။
5. အော်လ်တာနေတာရှိ B တာမင်နယ်ကို ဖြုတ်ထားပြီး အင်ဂျင်ကိုလှည့်နိုးခြင်းမပြုလုပ်ပါနှင့်။ ထိုသို့ပြုလုပ်လိုက်လျှင် ဗို့အားထိန်းချုပ်မှုမရှိသောကြောင့် နျူထရယ်ပွိုင့်ဗို့အား (N တာမင်နယ်ဗို့အား) မှာ မြင့်တက်လာနိုင်ပြီး ရီလေးကွိုင်ကို ပျက်စီးစေမည်ဖြစ်သည်။ B တာမင်နယ်ကို ဖြုတ်ထားလျှင် F တာမင်နယ်သို့ ဆက်သောဝါယာ (အော်လ်တာနေတာကော်နက်တာ) ကိုလည်း ဖြုတ်ထားရမည်ဖြစ်သည်။
6. အော်လ်တာနေတာနှင့် ရဂူလေတာကို သေချာစွာဂရောင်းချထားပါ။ အကယ်၍သေချာစွာ ဂရောင်းချမထားလျှင် အားသွင်းမှုလွန်ကဲခြင်း၊ မီးလုံးများမှိတ်တုတ်၊ မှိတ်တုတ်ဖြစ်ခြင်း၊ အမ်မီတာညွှန်တံ တကက်လိုက်ကျလိုက်ဖြစ်ခြင်း၊ စသည်တို့ဖြစ်စေသည်။
7. ချို့ယွင်းမှုကို ကာကွယ်ရန်အတွက် F တာမင်နယ်သို့ ကွန်ဒင်ဆာတပ်ဆင်ခြင်းလုံးဝမပြုလုပ်သင့်ပါ။ ထိုသို့ပြုလုပ်ပါက ရဂူလေတာ၏ ကွန်တက်ပွိုင့်များတွင် အညစ်အကြေးများစုပုံလာနိုင်သည်။
8. မည်သည့်အကြောင်းနှင့်မျှ F တာမင်နယ်နှင့် G တာမင်နယ်တို့ကို ပြောင်းပြန်ပေးမတပ်ရပါ။ ထိုသို့တပ်ပါက ဝါယာအဆက်အသွယ်များကို လောင်ကျွမ်းစေနိုင်သည်။
9. IC ရဂူလေတာ၏ အိမ်ခွံမှာ ဂရောင်းချသောတာမင်နယ်ဖြစ်သောကြောင့် ဂရောင်းသေချာစွာမိစေရန် ဘိုလ်တိုင်များကို သေချာစွာတင်းကြပ်ရမည်။

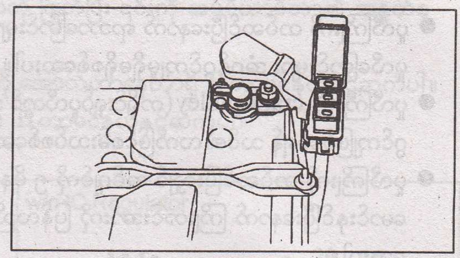
### 1. ဘက်ထရီ သိပ်သည်းဆကိုစစ်ပါ။




(a) ဘက်ထရီအခန်းတစ်ခုစီအတွင်းရှိ သိပ်သည်းဆကို စစ်ဆေးပါ။
စံသတ်မှတ်သိပ်သည်းဆမှာ–
အားအပြည့်ဖြစ်လျှင် အပူချိန် 20ºC (68ºF) ၌ = 1.25 ~ 1.27

(b) ဘက်ထရီအခန်းတစ်ခုစီရှိ အရည်ပမာဏကို စစ်ဆေးပါ။ လိုအပ်ပါက ပေါင်းခံရည်ထပ်ဖြည့်ပါ။

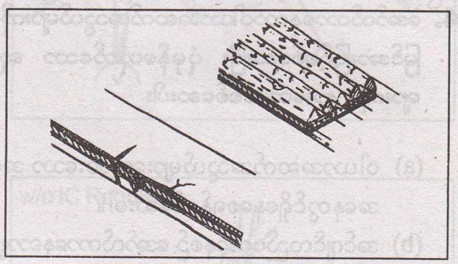
**2. ဘက်ထရီငုတ်များနှင့် ဖျူ့စ်ခုံများကို စစ်ပါ။**



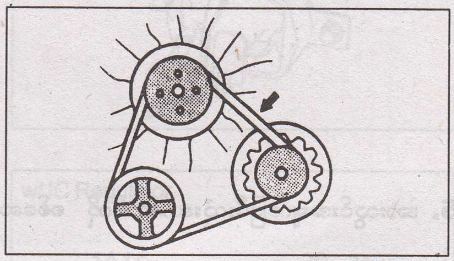
(a) ဘက်ထရီတာမင်နယ်များ ချောင်မနေစေရန်နှင့် အက်ဆစ်စားနေခြင်းတို့မရှိရန်စစ်ဆေးပါ။

(b) ဖျူ့စ်ခုံများနှင့် ဖျူ့စ်များဆက်သွယ်ထိတွေ့မှု ကောင်းစေရန် စစ်ဆေးပါ။

**3. ပူလီကြိုး (Drive Belt) ကို စစ်ဆေးပါ။**



(a) ပူလီကြိုးကို မျက်မြင်အားဖြင့် ပူလီကြိုးရှိ core (အလယ်မှအမာခံကြိုး) ၏ အထက်နှင့်အောက်ရှိ ရာဘာများကွဲအက်နေခြင်းမရှိစေရန်၊ ရာဘာမြောင်းများ ကွဲအက်ပျက်စီးမှုမရှိစေရန်၊ ပွန်းစားပျက်စီးနေခြင်းမရှိစေရန် စစ်ဆေးပြီး လိုအပ်ပါက ပူလီကြိုးအသစ်လဲရမည်။



(b) ပုံတွင်ညွှန်ပြထားသည့်နေရာသို့ 10 kg ရှိသော အားဖြင့် တွန်းဖိပြီး ပူလီကြိုး၏ deflection(ကွေးညွှတ်မှုအတိုင်းအတာ) ကိုစစ်ဆေးပါ။

**ကွေးညွှတ်မှုအတိုင်းအတာသတ်မှတ်ချက်**

ကြိုးအသစ် 5-7 mm (0.20 – 0.28 in)

ကြိုးအဟောင်း 7-8 mm (0.28 – 0.31 in)

လိုအပ်ပါက ကြိုးတင်းအားကို ချိန်ညှိယူပါ။

**REFERENCE**

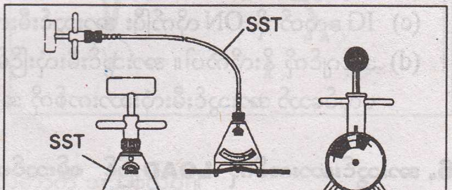
SST (Special service tools) ကို အသုံးပြု၍လည်း ပူလီကြိုးတင်းအားကို စမ်းသပ်နိုင်သည်။

ပူလီကြိုးတင်းအား

ကြိုးအသစ် 53-73 kg

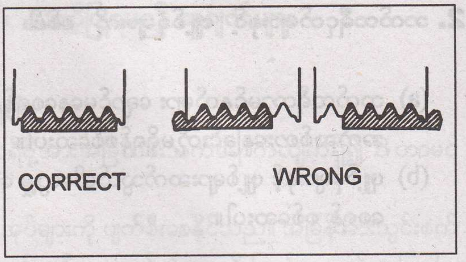
ကြိုးအဟောင်း 26-46 kg

လိုအပ်လျှင် ပူလီကြိုးတင်းအားကို ချိန်ညှိယူပါ။



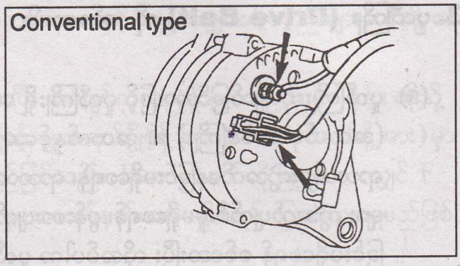

**NOTE**

- ကြိုးအသစ် (New Belt) ဆိုသည် အင်ဂျင်၌ ၅ မိနစ်ထက်လျော့သော အချိန်ဖြင့်လည်ပတ်ထားသော ကြိုးကို ဆိုလိုသည်။
- ကြိုးဟောင်း (USED BELT) ဆိုသည်မှာ အင်ဂျင်၌ ၅ မိနစ်ထက်ပိုသော အချိန်ဖြင့်လည်ပတ်ထားသော ကြိုးကိုခေါ်သည်။



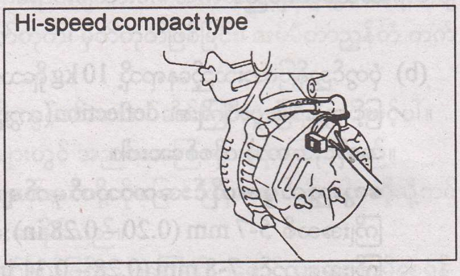

- ပူလီကြိုးကို တပ်ဆင်ပြီးနောက် ရာဘာမြောင်းများနှင့် ပူလီမြောင်းများ အံဝင်ဂွင်ကျမှုရှိမရှိစစ်ဆေးပါ။
- ပူလီကြိုးကို crank pulley (ကရိုင်းရှပ်ပူလီတွင် အံဝင်ဂွင်ကျဖြစ်စေရန် သင်၏လက်ဖြင့်စမ်းသပ်စစ်ဆေးပါ။
- ပူလီကြိုးကို တပ်ဆင်ပြီးလျှင် အင်ဂျင်ကို ၅ မိနစ်ခန့် မောင်းနှင်ပြီးနောက် ကြိုးတင်းအားကို ပြန်လည်စစ်ဆေးပါ။

**4. အော်လ်တာနေတာဝါယာအဆက်အသွယ်များကို မျက်မြင်အားဖြင့်စစ်ဆေးပြီး ပုံမှန်မဟုတ်သော ဆူညံသံများကို နားထောင်စစ်ဆေးပါ။**




(a) ဝါယာအဆက်အသွယ်များကောင်းသော အခြေအနေတွင်ရှိနေစေရန်စစ်ဆေးပါ။

(b) အင်ဂျင်လည်ပတ်နေစဉ် အော်လ်တာနေတာမှ ပုံမှန်မဟုတ်သောဆူညံမှုများမရှိစေရန် စစ်ဆေးပါ။




**5. အားသွင်းအချက်ပြမီးလုံးဆားကစ်ကို စစ်ဆေးပါ။**

(a) အင်ဂျင်ကို ပူနွေးလာအောင်လည်စေပြီးနောက် ရပ်လိုက်ပါ။

(b) အပိုပစ္စည်းကိရိယာအားလုံးကို OFF ပြုလုပ်ပါ။

(c) IG ခလုတ်ကို ON လိုက်ပြီး အားသွင်းမီးလုံးလင်းလာသည်ကို စစ်ဆေးပါ။

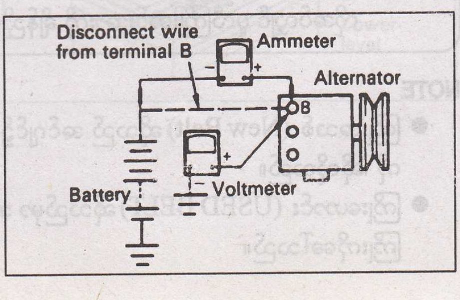
(d) အင်ဂျင်ကို နှိုးလိုက်ပါ။ အားသွင်းမီးလုံးငြိမ်းသွားခြင်းကို စစ်ဆေးပါ။ သတ်မှတ်ထားသလို မီးလုံးအလုပ်မလုပ်သော် အားသွင်းမီးလုံးဆားကစ်ကို အပြစ်ရှာဖွေပြုပြင်ပါ။

**6. အားသွင်းဆားကစ်ကို LOAD ဖြင့် စမ်းသပ်စစ်ဆေးပါ။**

**NOTE :**

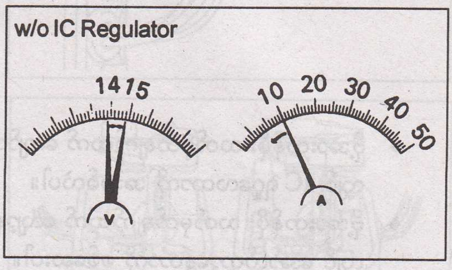
အကယ်၍ ဘက်ထရီ၊ အော်လ်တာနေတာ (tester) စမ်းသပ်ကိရိယာရရှိနိုင်ပါက tester ကို ထုတ်လုပ်သူ တို့၏ ညွှန်ကြားချက်အတိုင်းဆက်သွယ်တပ်ဆင်ပါ။

(a) tester မရရှိနိုင်လျှင် ဗို့မီတာနှင့် အမ်ပီယာမီတာတို့ကို အားသွင်းဆားကစ်တွင် အောက်ပါအဆင့်များအတိုင်း ဆက်သွယ်တပ်ဆင်ပါ။



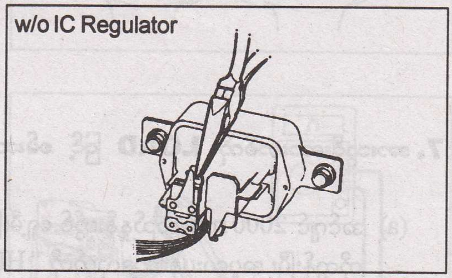
- အော်လ်တာနေတာ၏ တာမင်နယ် B မှ ဝါယာကို ဖြုတ်ပြီး ၎င်းကို အမ်ပီယာမီတာ၏ အနုတ်စ (negative probe) နှင့်ဆက်ပါ။
- အမ်မီတာ၏ အပေါင်းစ (positive probe) ကို အော်လ်တာနေတာရှိ B တာမင်နယ်နှင့်ဆက်ပါ။
- ဗို့မီတာ၏ အပေါင်းစကို အော်လ်တာနေတာ၏ B တာမင်နယ်နှင့်ဆက်ပါ။
- ဗို့မီတာ၏ အနုတ်စကို ground နှင့်ဆက်ပါ။

(b) အားသွင်းဆားကစ်ကို အောက်ပါအတိုင်းစစ်ဆေးပါ။ အင်ဂျင်ကို အနေးလည်ရာမှ 2000 rpm သို့ လည်စေပြီး အမ်မီတာနှင့် ဗို့မီတာတို့မှပြသော တန်ဖိုးများကိုစစ်ပါ။



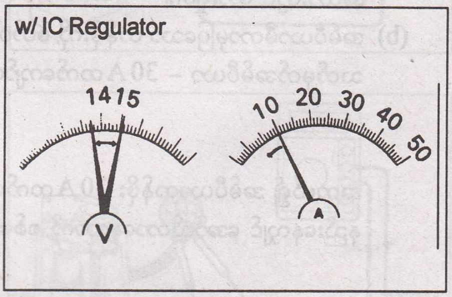

**IC ရဂူလေတာမဟုတ်လျှင်**

သတ်မှတ်အမ်ပီယာ – 10 A ထက်လျော့နည်း
သတ်မှတ်ဗို့အား – 13.8 – 14.8 V at 25ºC (77ºF)



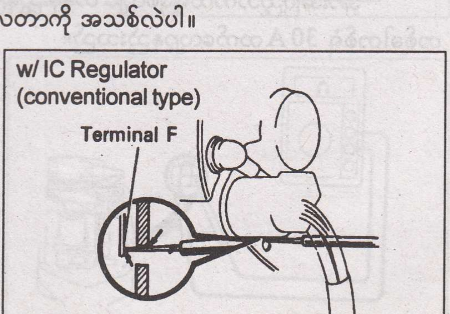

ဗို့အားတန်ဖိုး သတ်မှတ်ချက်အတွင်းမရှိလျှင် ရဂူလေတာကို ချိန်ညှိပါ။ (သို့) အသစ်လဲပါ။

**IC ရဂူလေတာဖြစ်လျှင်**

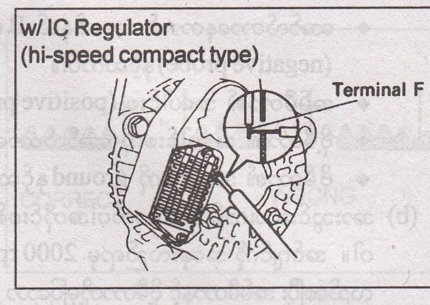


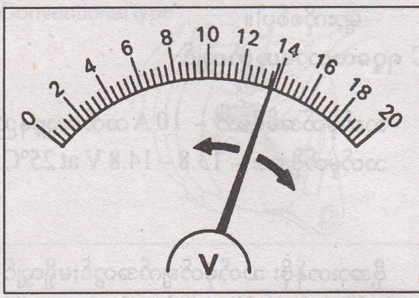

သတ်မှတ်အမ်ပီယာ – 10 A ထက်လျော့နည်း
သတ်မှတ်ဗို့အား
ရိုးရိုးပုံစံဖြစ်လျှင်
13.8 – 14.4 V at 25ºC (77ºF)
မြန်နှုန်းမြင့်ကျစ်လစ်ပုံစံဖြစ်လျှင်
13.9 – 15.1 V at 25ºC (77ºF)
13.4 – 14.4 V at 115ºC (239ºF)
ဗို့အားတန်ဖိုး သတ်မှတ်ချက်အတွင်းမရှိပါက IC ရဂူလေတာကို အသစ်လဲပါ။

ဗို့အားတန်ဖိုးမှာ သတ်မှတ်တန်ဖိုးထက် လျော့နည်းနေလျှင် IC ရဂူလေတာနှင့် အော်လ်တာနေတာကို အောက်ပါ အတိုင်းစစ်ဆေးပါ။

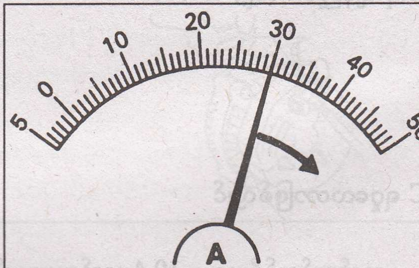



- တာမင်နယ် F ကို ပုံပါအတိုင်းဂရောင်းချလျက်နှင့် အင်ဂျင်ကို နှိုးပြီးတာမင်နယ် B ရှိ ဗို့အားကိုဖတ်ပါ။



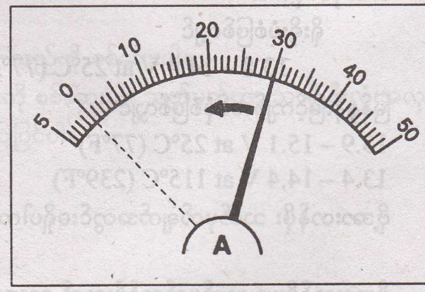

- ◆ မို့အားတန်ဖိုး သတ်မှတ်ချက်ထက် ကျော်လွန်နေလျှင် IC ရဂူလေတာကို အသစ်လဲပါ။
- ◆ မို့အားတန်ဖိုး သတ်မှတ်ချက်ထက် လျော့နည်းနေလျှင် အော်လ်တာနေတာကို စစ်ဆေးပါ။




**7. အားသွင်းဆားကစ်ကို LOAD ဖြင့် စမ်းသပ်ပါ။**

(a) အင်ဂျင် 2000 rpm လည်နှုန်းတွင် ရှေ့မီးကြီးများကိုထွန်းပြီး အပူပေးပန်ကာခလုတ်ကို " HI " အနေအထားတွင် ထားရှိပါ။

(b) အမ်ပီယာမီတာမှပြသော တန်ဖိုးကို ဖတ်ပါ။
သတ်မှတ်အမ်ပီယာ – 30 A ထက်ကျော်လွန်




အကယ်၍ အမ်ပီယာတန်ဖိုး 30 A ထက်လျော့နည်းနေလျှင် အော်လ်တာနေတာကို စစ်ဆေးပါ။

**NOTE :**

အားအပြည့်ဘက်ထရီဖြစ်လျှင် တန်ဖိုးညွှန်ပြမှုသည် တစ်ခါတစ်ရံ 30 A ထက်လျော့နည်းသည်။