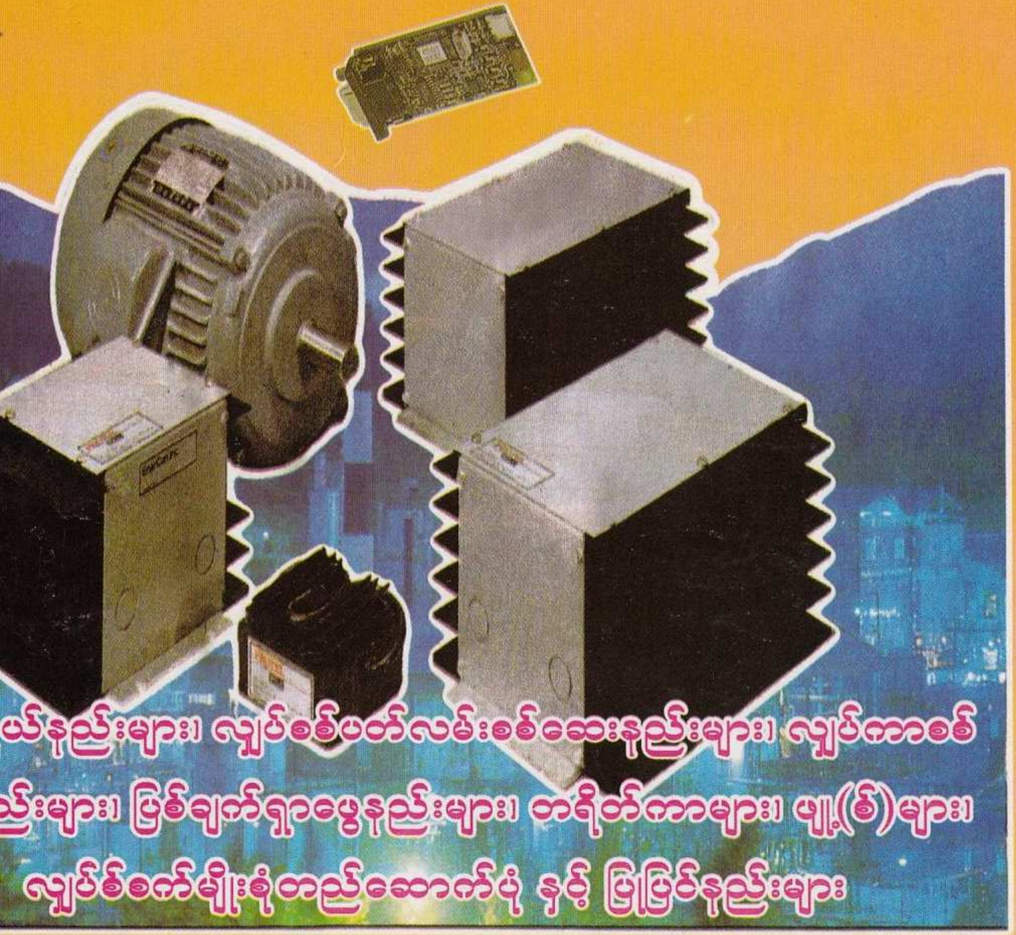


ဦးကိုကိုလေး B.Sc.(Q),B.Sc(Hons:)P

လျှပ်စစ်အင်ဂျင်နီယာလက်စွဲ
လုပ်ငန်းခွင်သုံး ၂လက်တွေ့ ပြစ်ချက်ရှာဖွေနည်း

Fault Finding Techniqres

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

ဦးကိုကိုလေး (B.Sc(Q), B.Sc (Hons) Physics)

လျှပ်စစ်ပြုပြင်နည်းအတတ်ပညာ

စာအုပ်တန်ဖိုး	—	၂၀၀၀/ ကျပ်
ထုတ်ဝေသည့်	—	၂၀၁၃ ခုနှစ်၊ ဩဂုတ်လ
ပုံနှိပ်ခြင်း	—	ပထမအကြိမ်
အုပ်ရေ	—	၅၀၀
ထုတ်ဝေသူ	—	ဦးကိုကိုလေး (ဟိန်းစာပေ) (မြဲ-၀၃၇၆၁) အမှတ်(၅၁)၊ ၁၆၅ လမ်း၊ တာမွေမြို့နယ်၊ ရန်ကုန်။
မျက်နှာဖုံးနှင့်အတွင်း	—	ကောင်းစံပုံနှိပ်တိုက်၊ ဒေါ်ဗိုလ်ကျင်ယုံ
စာသားပုံနှိပ်သူ	—	(မြဲ-၀၃၇၆၁) ၂၇၉/ခ၊ ၄၀-လမ်း၊ ရန်ကုန်။

ထုတ်ဝေသည့်စာအုပ်ကတ်တလောက်အညွှန်း (C.I.P)

ဦးကိုကိုလေး ၅၃၇

လျှပ်စစ်ပြုပြင်နည်းအတတ်ပညာ

ရူပါစတားစာပေ - ၂၀၁၃

စာ - ၁၂၀၊ အလျား (၁၈.၅ စင်တီ × အနံ ၂၀.၅ စင်တီ)

မာတိကာ

အခန်း(၁)

လျှပ်စစ်စနစ်များ၊ အန္တရာယ်ကင်းစေခြင်းနှင့် ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းနည်းများ

(Electrical Systems, Safety and Maintenance

၁။ လျှပ်စစ်ခံစနစ် (Electrical System) ၂

၂။ လျှပ်စစ်ပတ်လမ်းပုံများ (Electrical Diagrams) ၅

၃။ လျှပ်စစ်အန္တရာယ်ကင်းစေခြင်း (Electrical Safety) ၉

၄။ လျှပ်စစ်ရှော့ (Electric Shock) ၁၁

၅။ လျှပ်ကာခုခံမှု (Insulation Resistance) ၁၃

၆။ ပတ်လမ်းစစ်ဆေးနည်း (Circuit Testing) ၁၆

၇။ လျှပ်ကာစစ်ဆေးနည်း (Insulation Testing) ၁၇

၈။ အဆက်အသွယ်ပြတ်တောက်မှု ရှိ/မရှိ စစ်ဆေးနည်း (Continuity Testing) ၂၀

၉။ မာလတီမီတာများ (Multimeters) ၂၂

၁၀။ ဒိုင်အုတ်စစ်ဆေးနည်းများ (Diode Tests) ၂၇

၁၁။ လျှပ်စီးတိုင်းညှပ်မီတာ (Current Clamp Meter) ၂၉

၁၂။ အပူကြိုးစစ်ဆေးကိရိယာ (Live-Line Tester) ၃၀

၁၃။ လျှပ်စစ်ပိုင်းဆိုင်ရာ အထွေထွေပြုပြင်ထိန်းသိမ်းနည်း (General Electrical Maintenance) ၃၂

၁၄။ ပြစ်ချက်ရှာဖွေနည်း (Fault Finding) ၃၄

အခန်း(၂)

လျှပ်စစ်ဓာတ်အားဖြန့်ဝေခြင်း (Electrical Distribution)

၁။ ပါဝါဖြန့်ဝေစနစ် (Power Distribution System) ၃၅

၂။ အဓိကထောက်ပံ့ပိုင်း (Main Supply) ၃၆

၃။ အရေးပေါ်ဓာတ်အားထောက်ပံ့ပိုင်း (Emergency Supply) ၃၉

၄။ လျှပ်ကာဖုံးနှင့်မြေစိုက်နယူထရယ်စနစ်များ (Insulated and Earthed Neutral System) ၄၀

၅။ မြေစိုက်ပြစ်ချက်များ (Significance of Earth Faults) ၄၃

၆။ ဖြန့်ဝေဘရိတ်ကာများ (Distribution Breaker) ၅၀

၇။ ထရန်စဖော်မာများ (Transformers) ၅၃

၈။ ကရိယာသုံးထရန်စဖော်မာများ (Instrument Transformers) ၅၆

၉။ ပတ်လမ်းကာကွယ်ခြင်း (Circuit Protection) ၅၉

၁၀။ ပြစ်ချက်ရှိသောပတ်လမ်း (Fault Circuit) ၆၀

၁၁။ လွန်ကဲလျှပ်စီးအကာအကွယ် (Over current protection) ၆၂

၁၂။ ဖျူ့(စ်)ဖြင့်ကာကွယ်ခြင်း (Fuse Protection) ၆၆

၁၃။ ဗို့အားနိမ့်အကာအကွယ် (Under voltage protection) ၆၈

၁၄။ လျှပ်စစ်ကေဘယ်များ (Electric Cablesd) ၆၉

အခန်း(၃)

ဂျင်နရေတာများနှင့် မိန်းဆားကစ်ဘရိတ်ကာများ

(Generators and Main Circuit Breaker)

၁။ ဂျင်နရေတာတည်ဆောက်ပုံနှင့် အအေးခံပုံ
(Generator Construction and Cooling ၇၂

၂။ လှုံ့ဆော်နည်းများ (Excitation Methods) ၇၈

၃။ အေစီဂျင်နရေတာတွင် အသုံးပြုထားသော လည်ပတ်ဒိုင်အုတ်များ
(The Rotating Diode) ၈၀

၄။ အလိုအလျောက် ဗို့အားထိန်းချုပ်ခြင်း
(Automatic Voltage Regulation) ၈၃

၅။ အရေးပေါ်သုံးဂျင်နရေတာများ (Emergency Generator) ၈၆

အခန်း(၄)

မော်တာများနှင့်စတတ်တာများ (Motors and Starters)

၁။ နိဒါန်း (Introduction) ၈၇

၂။ မော်တာတည်ဆောက်ပုံ (Motor Construction) ၈၈

၃။ မော်တာအကာအကွယ်အဖုံးများနှင့် လုပ်ဆောင်နည်းများ
(Enclosures and Ratings) ၉၀

၄။ ထိန်းချုပ်ကိရိယာများ (Control Equipments) ၉၄

၅။ မော်တာလည်နှုန်းထိန်းခြင်း (Speed Control) ၉၆

အခန်း(၁)

လျှပ်စစ်စံနစ်များ၊ အန္တရာယ်ကင်းစေခြင်းနှင့် ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းနည်းများ

Electrical systems, safety and Maintenace

လျှပ်စစ်ပညာဆိုတာ အတော်လေးကျယ်ပြန့်ပါတယ်၊ နက်နဲပါတယ်၊ ၁၉ရာစုမှ ယခု ၂၁ ရာစုအထိ စဉ်ဆက်မပြတ်တိုးတက်နေသော အတတ်ပညာနည်းပညာတစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။ အီလက်ထရွန်းနစ်ပညာရဲ့ တိုးတက်ပြောင်းလဲမှုက ပိုပြီးဆိုးပါတယ်၊ ကျွန်တော်တို့ ကျောင်းသားဘဝ (၁၉၈၆) ခုနှစ်မှာ အီလက်ထရွန်းနစ်ပညာတက်၊ တစ်ယောက်အနေနဲ့ ဆက်လက်ကြိုးစားခြင်းမပြုပါက၊ ယနေ့ အချိန်မှာ နည်းပညာနဲ့ အတော်လေးဝေးနေပြီး၊ ခေတ်နောက်ကျသူ ဖြစ်နေပြီဖြစ်ပါတယ်။ ၁၉၆၀ လောက်မှ ပါရဂူဘွဲ့ကြီးတွေအမေရိကန်ကယူလာတဲ့ ကျွန်တော်တို့ ဆရာကြီးတွေတောင်မှ ၁၉၈၆ မှာ ခေတ်မီအီလက်ထရွန်းနစ်နည်းပညာနဲ့ အလှမ်းဝေးသွားပြီဖြစ်ပါတယ်၊ ပိုဆိုးတာက ၁၉၅၀ ပြည့်လွန်မှာ ထူးချွန်တဲ့ အီလက်ထရွန်းနစ်ဆရာကြီးဟာ ကျွန်တော်တို့ကို မီးလုံးထဲက အီလက်ထရွန်အကြောင်းတွေကို ဒုက္ခခံပြီး သင်နေတယ်၊ ကျွန်တော်တို့က လုံးဝစိတ်မဝင်စားတော့ဘူး၊ ၁၉၆၀ ပြည့် နှစ်ကာလ ကတည်းက မီးလုံး (Tube) တွေကို အသုံးမပြုတော့ဘူးဆိုတာ ဆရာကြီး သိထားသင့်ပါတယ်။ ခေတ်ကာလနဲ့ အံမဝင်တော့တဲ့ နည်းပညာကို စွန့်လွှတ်ပြီး နည်းပညာအသစ်နောက်ကို လိုက်သင့်သော်လည်း မလိုက်ခဲ့တော့၊ ခပ်ပေါပေါကြီးဖြစ်နေတယ်၊ ဒီလိုမဖြစ်စေဖို့၊ စာရေးဆရာကြီး (Dennis T.Hall) ရဲ့ အကြိမ်မတူတဲ့ စာအုပ်တစ်အုပ်တည်းအဖြစ် ရှေ့မီနောက်မီ ခေတ်မီစွာဖြင့် လေ့လာနိုင်ဖို့ကြိုးစားတင်ပြထားပါတယ်၊ လျှပ်စစ်ပညာရှင်များအားလုံးအတွက် အတိုင်းအတာတစ်ခုအထိ အကျိုးရှိစေမှာ ဖြစ်ပါတယ်။

(၁) လျှပ်စစ်စံနစ် (Electrical system)

စက်ရုံများတွင်ဖြစ်စေ၊ ဟိုတယ်ကြီးများ၊ ကုန်တိုက်ကြီးများတွင်ဖြစ်စေ၊ ပင်လယ်ကူးသင်္ဘောကြီးများတွင်ဖြစ်စေ၊ အရွယ်အစား၊ အကြီးအသေးအလိုက်၊ စက်မျိုးစုံအသုံးပြုရလေသည်။ အများအားဖြင့် ပန်ကာများ၊ မော်တာများ၊ ကွန်ပရက်ဆာများ၊ ပန့်များ၊ မီးလုံး၊ မီးချောင်းမျိုးစုံ၊ မီးဖိုများ၊ အပူပေးကိရိယာများ၊ လေအေးပေးစက်များကို အသုံးပြုရလေသည်။ ထိုအခါ လိုအပ်ချက် အနေအထား ပေါ်မူတည်ပြီး ပါဝါသုံးစွဲမှု အနည်းအများကွာခြားမှု ရှိတတ်လေသည်။ စက်ငယ်လေးများအတွက် လျှပ်စစ်ပါဝါ လိုအပ်ချက် နည်းသော်လည်း၊ စက်ကြီးများအတွက် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားလိုအပ်ချက်မှာ မြင့်မားလေရာ၊ လျှပ်စစ်အန္တရာယ်ကြီးမားလေသည်။ ထို့ကြောင့် လုံလောက်သော အကာအကွယ်ပစ္စည်း (Protection Equipment) များ အသုံးပြုပေးရတယ်။ သို့မှသာ လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများကို စိတ်ချလက်ချအသုံးပြုနိုင်ပေမည်။ နေအိမ်များ၊ မြို့တွင်းရပ်ကွက်အတွင်းမှ အလုပ်ရုံ၊ စက်ရုံငယ်လေးများတွင် ပါဝါလိုင်းမှ အေစီလျှပ်စစ်ကို ရရှိသည်။ ကြီးမားသော စက်ရုံ အလုပ်ရုံကြီးများ၊ လူနေရပ်ကွက်၊ မြို့ရွာနှင့် ဝေးသော တောရပ်ဒေသများမှ စက်ရုံကြီးများအတွက် အေစီ လျှပ်စစ်ကို၊ အေစီလျှပ်ထုတ်စက် (Alternater) မှ ထုတ်ယူရရှိလေသည်။ ပင်လယ်ကူး သင်္ဘောကြီးများတွင်လည်း၊ အေစီလျှပ်ထုတ်စက်များမှ အေစီလျှပ်စစ်ရရှိသည်။ အသုံးများသော အေစီဗို့အားတန်ဖိုးများမှာ (100 V, 60 Hz, 120 V, 60 Hz) နှင့် (220 V, 50 Hz) တို့ဖြစ်ကြသည်။ ကြိမ်နှုန်း (Hz) တန်ဖိုးကွဲပြားမှုသည် မော်တာများအတွက်သာ အကျိုးသက်ရောက်သည်။ အပူပေးသော မီးဖိုများ၊ အပူပေး ကိရိယာ (Heater) များတွင် အကျိုးသက်ရောက်မှု မရှိပေ။

ကျွန်တော်တို့ နိုင်ငံကဲ့သို့ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား လုံလောက်မှုမရှိသော နိုင်ငံများအတွက် အဓိက ပါဝါ (Main Power) ကို သာ အားကိုးခြင်းမပြုဘဲ၊ အရေးပေါ်ဂျင်နရေတာ (Emergency Generatars) ကိုလည်း အဆင်သင့်တပ်ဆင်ပေးထားရသည်။ သို့မှသာ အေစီဓာတ်အား ပြတ်တောက်သွားချိန်တွင် အချိန်မဆိုင်းဘဲ ဓာတ်အားရရှိမည်ဖြစ်သည်။ အရံမီးစက်မှ ထုတ်ပေးသော လျှပ်စစ်ဓာတ်အားကို အဓိက ဆွစ်ဘုတ် (The main switch-board) ထဲသို့ ပေးသွင်းထားရသည်။ ထိုမှတဆင့် လျှပ်စစ်ဝန်များ (Electrical Loads) သို့ ပေးသွင်းနေသော အဓိကပါဝါ ပြတ်တောက် ချိန်တွင် အရေးပေါ်လျှပ်ထုတ်စက်နှင့် အရေးပေါ်ဆွိဘုတ် (emergency switch board) တို့က လျှပ်စစ်ဝန်ကို ဆက်လက်ထမ်းဆောင်ရမည်ဖြစ်သောကြောင့်၊ အင်အားကြီးမားဖို့လိုအပ်သည်။

နေအိမ်သုံးအတွက် ဓာတ်ဆီအင်ဂျင်ဖြင့် မောင်းသော မီးစက်ငယ်များကို အသုံးပြုပါက လုံလောက်သော်လည်း စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံ၊ ကုန်တိုက်ကြီးများနှင့် ပင်လယ်ကူးသင်္ဘောကြီးများအတွက် ဒီဇယ်အင်ဂျင်ကြီးများဖြင့် မောင်းနှင်သော မီးစက်ကြီးများကို အသုံးပြုဖို့ လိုအပ်သည်။ ပုံ (၁-၁) တွင် ခေတ်မီပင်လယ်ကူး သင်္ဘော ကြီးတစ်စီးအတွက် လျှပ်စစ်ပါဝါစံနစ်ကိုဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံကို လေ့လာသော အခါ အဓိကဂျင်နရေတာကြီးလေးခုကို အသုံးပြုထားပြီး အဓိကဂျင်နရေတာကြီးများ ချွတ်ယွင်းချိန်တွင် အစားထိုးရန်အတွက် အရေးပေါ်ဂျင်နရေတာ (Emergency Generator) တစ်ခုအသုံးပြုထားသည်။ သင်္ဘောလျှပ်စစ်စံနစ်သည် စက်ရုံလျှပ်စစ်စံနစ်နှင့် ဆင်တူသော်ကြောင့် ဖော်ပြခြင်းဖြစ်သည်။ စက်ရုံများတွင်လည်း သင်္ဘောကြီးများကဲ့သို့ မော်တာကြီးများ၊ ကွန်ပရက်ဆာကြီးများ၊ ပန့်စက်ကြီး များကို တြိအသွင် (440 V, 60 Hz)

ဖြင့် အသုံးပြုထားပြီး လေအေးပေးစက်၊ ရေခဲသေတ္တာ၊ မီးလုံး၊ မီးချောင်းနှင့် ရုပ်မြင်သံကြားစက်များကို ဧကအသွင် (220 V, 60 Hz) ဖြင့် အသုံးပြုထားသောကြောင့် ဖြစ်သည်။

စက်ရုံအရွယ်အစားအကြီးအသေးပမာဏအပေါ် အခြေခံပြီး အသုံးပြုရမည်။ ဂျင်နရေတာအရွယ်အစားကို ဆုံးဖြတ်ရလေသည်။ ကြီးမားသော ခရီးသည်တင် သင်္ဘောကြီးများ (Large Passenger Ships) အတွက် (10 MW) ထက်ပိုများသော မီးစက်လေးခု အထိလိုအပ်လေသည်။ သို့သော် အရွယ်အစားကို အခြေခံပြီး နှိုင်းယှဉ်ပါက၊ အရွယ်အစားတူ ကုန်သင်္ဘော (Cargo Ship) အတွက် (350 KW) မှ (1000 KW) မီးစက်ငယ်နှစ်လုံးကို အသုံးပြုပါက။ မီးထွန်းခြင်း၊ ဝန်ချီစက်များ (Winches or Crames) အသုံးပြုခြင်းအတွက်လုံလောက်လေသည်။

အရေးပေါ် ဂျင်နရေတာအဖြစ် ကမ်းရိုးတန်းသွားသင်္ဘောများအတွက် (10 KW) ဆယ်ကီလိုဝပ် ဂျင်နရေတာ တစ်လုံးတပ်ဆင်ထားပါက၊ လုံလောက်သည်။ သို့သော် ကုန်တင်သင်္ဘောကြီးများအတွက် (300 KW) သုံးရာကီလိုဝပ်ထက်ပိုများသော ဂျင်နရေတာလိုအပ်သည်။

လုပ်ငန်းအနေအထားအရ၊ ဗို့အားနိမ့်နှင့် ဗို့အားမြင့်လိုအပ်ချက်များ ရှိလာသည်။ ဗြိတိသျှ စံချိန်သတ်မှတ်ချက် (BS) နှင့် နိုင်ငံတကာလျှပ်စစ်ကော်မရှင်သတ်မှတ်ချက် (IEC) အရ သတ်မှတ်ထားသည်မှာ ဗို့အားနိမ့် (Low Voltage) တန်ဖိုးကို ငါးဆယ်ဗို့ အေစီ (50 V.a.c) ဟု သတ်မှတ်ထားပြီး၊ ဗို့အားမြင့်ကို တစ်ထောင်ဗို့အေစီ (1000 V.a.c) ဟု သတ်မှတ်ထားသည်။

အကယ်၍ စက်ရုံအတွင်း ဧကအသွင်ဗို့အားနိမ့်ထုတ်စက်မရှိပါက ဗို့

အားမြင့် (440 V) ကို၊ ဧကအသွင် အေစီထရန်စဖော်မာ (Single-Phase a.c tramsforma) ခံပြီးနောက် 110 V နှင့် 220 V များပြောင်းပြီး အသုံးပြုရလေသည်။

အပေါ့စား၊ အငယ်စား လျှပ်စစ်စက်များ ဖြစ်ကြသော လွန်ဖောက်စက်များ၊ ကျောက်စက်များ၊ ဝက်အူရိုက်သွင်းစက်များအတွက် အသုံးပြုသော ဗို့အားလိုအပ်ချက်မှာ (55 V) မှ (24 V) မျှသာ လိုအပ်သောကြောင့် ဗို့အားလျှော့ချထရန်စဖော်မာ အသုံးပြုပြီး ဗို့အားကိုလျှော့ချပေးရလေသည်။

နေအိမ်သုံးအတွက်၊ အေစီသာမက၊ ဒီစီ (12 V) နှင့် (24 V) ကို လည်း အသုံးပြုနိုင်လေသည်။

---

(၂) လျှပ်စစ်ပတ်လမ်းပုံများ (Electrical Diagrams)

လျှပ်စစ်ပညာကိုလေ့လာသော လျှပ်စစ်အင်ဂျင်နီယာများသည် ငါးနှစ်ခန့်နေ့စဉ် ရက်ဆက်ဒုက္ခခံပြီး လျှပ်စစ်ပညာကို သင်ယူကြရပေသည်။ ထို့ကြောင့် လျှပ်စစ်စာအုပ်လေး တစ်အုပ်မျှ ဝယ်ဖတ်၊ လေ့လာရုံမျှဖြင့် လျှပ်စစ်ပညာရှင်ကြီးအဆင့်တော့ ဘယ်လိုမှ မရောက်နိုင်ပေ။ မည်မျှအတွေ့အကြုံရှိပါစေ၊ ဘေးတွေ့နိုင်ပါသည်။ သီအိုရီမရှိပါက အကန်းနှင့်တူလေသည်။ ပီနံအိတ်စက်ရုံတွင် စာရေးသူအမှုထမ်း ခဲ့စဉ် ကာလတွင် ပုဂ္ဂလိက ကုမ္ပဏီပိုင် စက်ရုံဖြစ်လေရာ၊ ဘွဲ့လက်မှတ်ကို အရေးမထားလုပ်ငန်းကျွမ်းကျင်သူကိုလည်း ဂရုမစိုက်ပေ၊ ဆွေမျိုးတော်စပ်သူနှင့် ဟိတ်ဟန်ထုတ်ပြီး ၊ ဒါရိုက်တာအဖွဲ့ဝင်များလေးစားအားထားရအောင် အပြောကောင်းသူများ နေရာကောင်းရလေသည်။

သွေးသားတော်စပ်သော တရုတ်ကြီးတစ်ယောက်ကို လျှပ်စစ်တာဝန်ခံနေရာပေးထားသည်။ အသက်အစိတ်လောက်ကတည်းက မီးပြင်လာသူဖြစ်ရာ၊

လက်တွေ့ပညာပိုင်း ကျွမ်းကျင်ပါသည်။ မြန်မာစာရေးတတ်၊ ဖတ်တတ်ရုံမျှသာ ဖြစ်လေရာ စက်ရုံလျှပ်စစ်ပတ်လမ်းများကို ဘာမျှနားမလည်ပေ။ ထို့ကြောင့် ဘာဖြစ်ဖြစ်ရမ်းပြင်သည်။ ဧကအသွင် (Single Plase) နှင့် တြိအသွင် (Three Phase) များကို ဘာမျှခွဲခြား နားလည်ခြင်းမရှိ။ စက်ရုံ စတင်လည်ပတ်ချိန်ဖြစ်လေရာ၊ စက်ရုံတည်ဆောက်မှု တာ ဝန်ခံများက မကြာခဏလာရောက်ကူညီနေ၍ အခက်အခဲတော့မကြုံပေ။ နောင်တွင် ဘယ်လိုစခန်းသွားသည်တော့ မသိ၊ ပညာရှင်ကို ပညာရှင်လို ဆက်ဆံရ ကောင်းမွန်းမသိတဲ့ အရပ်မှာ မနေသင့်တဲ့အတွက် အမြန်ဆုံးစွန့်ခွာခဲ့ပါတယ်။ သူ့ကို လျှပ်စစ်ပညာသင်ပေးသော်လည်း သူက လက်တွေ့ဘဲတတ်ပြီး စာတွေ့မှာ သုညဖြစ်လေရာ တိုးတက်လာခြင်းမရှိပေ။

ကျွန်တော်ဆိုလိုတာက လူငယ်တွေ မပျင်းပါနဲ့၊ ပတ်လမ်းပုံလေ့လာ တတ်ပြီး၊ ကိုယ်ပိုင်ရေးဆွဲတတ်ဖို့ ကြိုးစားပါ၊ အဲဒီအဆင့်ရောက်မှ လျှပ်စစ်ပညာရှင်ဖြစ်မှာပါ။ အများအားဖြင့် ပတ်လမ်းပုံ ရေးဆွဲရာတွင် နည်းသုံးခုအနက်မှ နှစ်သက်ရာနည်းကို အသုံးပြုနိုင်လေသည်။ ၄င်းတို့မှာ

(၁) ဘလောက်ပုံ (Block Diagram)

(၂) စံနစ်ပုံ (System Diagram) နှင့်

(၃) ပတ်လမ်းပုံ (Circuit diagram) တို့ဖြစ်ကြသည်။

လျှပ်စစ်ပတ်လမ်းပုံများကိုရေးဆွဲခြင်း၊ ဖတ်နိုင်ခြင်းပြုလုပ်နိုင်မှသာ စက်ရုံကြီးများ၊ ပင်လယ်ကူး သင်္ဘောကြီးများတွင်၊ ပြစ်ချက်ရှာဖွေခြင်းကို၊ အလွယ်တကူပြုလုပ်နိုင်မည်ဖြစ်သည်။

ပတ်လမ်းအတွင်းမှ အဓိကအပိုင်းကြီးများကိုသာ အလွယ်တကူရေးဆွဲဖော်ပြလိုသော စံနစ်အတွင်းမှ အစိတ်အပိုင်းကြီးများကိုသာ ဖော်ပြပြီး၊ ၄င်းတို့

ဆက်သွယ်လုပ်ဆောင်ပုံ အနေအထားကိုဖော်ပြပေးရသည်။ ပုံ (၁-၂) တွင် လွန်ကဲ လျှပ်စီးကို ဖြတ်တောက်ပေးသော ရီလေးပတ်လမ်းအတွက် ပုံ (a) ၌ ဘလောက်ပုံကိုဖော်ပြထားပြီး၊ ပုံ (b) ၌ ပတ်လမ်းပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။

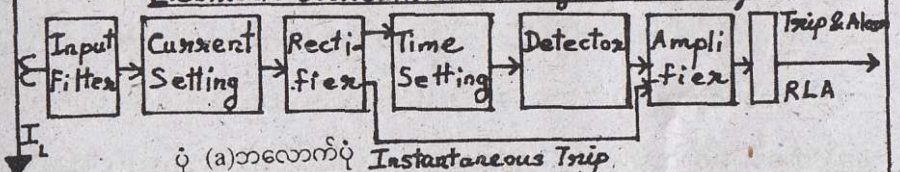
ဘလောက်ပုံကိုလေ့လာသော် (၁) အဝင်လိုင်းစစ် (Input filter) (၂) လျှပ်စီးချိန်ညှိအပိုင်း (Current Setting) (၃) လျှပ်စီးပြင် (Rectifier) (၄) အချိန်ကို ချိန်ညှိပေးသော အပိုင်း (Time Setting)၊ (၅) ဒီတက်တာ (Detector) နှင့် (၆) ချဲ့စက် (Amplifier) တို့ဖြစ်ကြသည်။ ချဲ့စက်မှ ထွက်သော အချက်ပြကို သတိပေး ကိရိယာ (Alarm) သို့ပို့ပေးရလေသည်။

ပုံ (b) တွင် အဝင်လိုင်း စစ်အဖြစ် (R-c) လိုင်းစစ်ကို ဖော်ပြထားပါသည်။ လျှပ်စီးချိန်ညှိအပိုင်းတွင် လျှပ်ခံရှင် (R-2) ကိုဖော်ပြထားပါသည်။ လျှပ်စီးပြင်ဒိုင်အုတ်ကိုလည်း ဖော်ပြထားပါသည်။ အချိန်ကိုညှိသော အပိုင်းအတွက် (R-5) လျှပ်ခံရှင်ကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ဒီတက်တာဒိုင်အုတ်ကိုဖော်ပြထားပြီး ချဲ့စက်အပိုင်းတွင် အိုင်စီအကြိုချဲ့စက်နှင့် ထရန်စစ္စတာအထွက်ချဲ့စက်တို့ကို ဖော်ပြထားပါသည်။ နှိုင်းယှဉ်ပြီး လေ့လာပါက ကောင်းစွာသဘောပေါက်နိုင်ပါသည်။

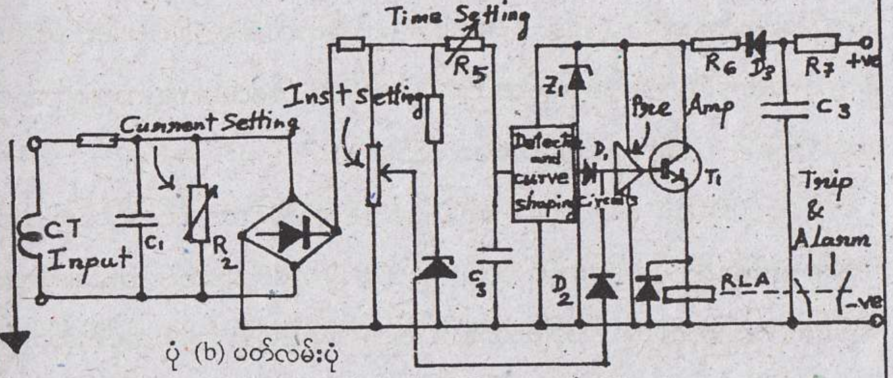
ပုံ (၁-၃) တွင် ပါဝါစံနစ်အတွက် စံနစ်ပတ်လမ်းပုံစံကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံ (၁-၄) တွင် ပါဝါနှင့် ထိန်းချုပ်ပတ်လမ်းပုံ (Power and contral circuit diagram) ကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံတွင် မော်တာစတက်တာ (Moter starter) ကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံတွင် ရီလေး၏ အဓိက ကွန်တက်များ (Moring Contncts) ၏ လုပ်ဆောင်ပုံ အနေအထားကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ကွိုင်အစား၊ ကွန်တက်များကို အသုံးပြုပြီး နံပတ်များနှင့် အက္ခရာများဖြင့်ဖော်ပြထားလေသည်။

ပုံ (၁-၂)

“Electronic Overcurrent Relay (Block Diagram)”



ပုံ (a) ဘလောက်ပုံ Instantaneous Trip

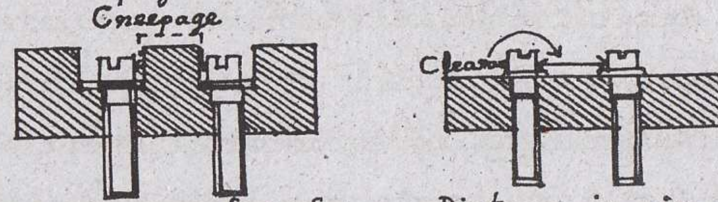


ပုံ (b) ပတ်လမ်းပုံ

“Electronic Overcurrent Relay Circuit Diagram”

Fig(1.2) Block and circuit diagrams.

Fig(1.3) Creepage and clearance distance.



Distance across surface of insulating material

Distance in air

ပတ်လမ်းပုံကိုကြည့်လိုက်သည်နှင့် ပါဝင်သော အစိတ်အပိုင်းများ ဆက်စပ်လုပ်ဆောင်ပုံ အနေအထားကို သဘောပေါက်ထားရမည်။ ခလုတ်နှိပ်လိုက်သည်နှင့် မော်တာများစတင်လည်ပတ်ရမည်ဖြစ်သည်။ ခလုတ်နှိပ်လိုက်သော်လည်း စတင်လည်ပတ်လုပ်ဆောင်ခြင်းမရှိပါက၊ ခက်ခဲစွာ ကြိုးစားလေ့လာစစ်ဆေးရမည့် အစား ပတ်လမ်းပုံကို ကြည့်ပြီး ဖြစ်ချက်ရှိနိုင်သော အစိတ်အပိုင်းကို ခန့်မှန်းနိုင်ပါက အလွယ်တကူပြုပြင်နိုင်မည်ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် ပတ်လမ်းပုံ (Circuit Diagram) သည် ဖြစ်ချက်ရှာဖွေခြင်း လုပ်ငန်း (Fault finding) အတွက် အရေးပါသော ကိရိယာတစ်ခု (an essential tool) ဖြစ်သည်။

ဝါယာပတ်လမ်းပုံ (Wiring Diagram) ကိုလေ့လာခြင်းဖြင့် အဖွဲ့အစည်းအတွင်းပါဝင်သော အစိတ်အပိုင်းများ အသေးစိတ်ဆက်သွယ်ပုံ အနေအထားကို သိရသောကြောင့်၊ ဝါယာအဆက်အသွယ်လမ်းကြောင်း တစ်လျှောက်ဖြစ်ချက်ရှာဖွေခြင်းကို အလွယ်တကူ ပြုလုပ်နိုင်လေသည်။ ထို့အပြင် အစိတ်အပိုင်းများ၏ တည်နေရာနှင့် တပ်ဆင်ထားပုံ အနေအထားကိုလည်း သိနိုင်သောကြောင့် ဖြစ်ချက်ရှာဖွေရာ၌ မျဉ်းကြောင်းအထူနှင့်အပါးခွဲခြားရေးဆွဲခြင်းဖြင့်၊ ပါဝါပတ်လမ်းနှင့် ထိန်းချုပ်ပတ်လမ်းများကို ကွဲပြားစွာတွေ့ရလေသည်။ ပုံ (၁-၅) တွင် ပါဝါနှင့် ထိန်းချုပ်ဝါယာ ပတ်လမ်းတို့ကို အသေးစိတ်ဖော်ပြထားပါသည်။ ဝါယာပတ်လမ်းရေးဆွဲသောအခါ၊ လက်ဝဲဖက်မှ လက်ယာဖက်သို့ ရေးဆွဲသွားရမည်။ အချို့သော ပတ်လမ်းပုံများကို အပေါ်ဖက်မှ အောက်ဖက်သို့ ရေးဆွဲရသည်။

အဆင့် (Stage) များ ရေးဆွဲသောအခါ လက်ဝဲဖက်မှ လက်ယာဖက်သို့ ရေးဆွဲသွားရသည်။ ကွန်တက်နှင့် တန်းဆက်အစိတ်အပိုင်းများရေးဆွဲသောအခါ၊ မျဉ်းဖြောင့်ဖြင့်ရေးဆွဲဖော်ပြရမည်။

ပြိုင်ဆက်အနေအထားရှိသော ကွန်တက်များနှင့် အစိတ်အပိုင်းများကို ပြိုင်ဆက်အနေအထားပေါ်လွင်စေရန်အတွက် အဆင့်တူ- အပြိုင်အနေအထား ပေါ်လွင်အောင်ရေးဆွဲရမည်။ (Bus-box voltage) ဖြင့် လုပ်ဆောင်သော အစိတ်အပိုင်းများကို အလျားလိုက်အနေအထားအတိုင်းစီကာဆင့်ကာ ရေးဆွဲသွားရမည်။ ကွန်တက်များရေးဆွဲသောအခါ ပွင့် အနေအထားနှင့် ပိတ်အနေအထားတို့ကို ကွဲပြားအောင် ရေးဆွဲရမည်။

ယခုဖော်ပြခဲ့သော ပတ်လမ်းပုံများ အပြင်၊ ရုပ်ပုံဖြင့် သရုပ်ဖော်ရေးဆွဲသော (Pictrial View) ပတ်လမ်းပုံလည်း ရေးဆွဲတတ်သည်။ သို့သော်လည်း၊ အများအားဖြင့် ရေးဆွဲလေ့သိပ်မရှိပေ။

(၃) လျှပ်စစ်အန္တရာယ်ကင်းစေခြင်း (Electrical Safety)

စွမ်းအားသုံးစွဲမှုများလေ၊ လျှပ်စစ်အန္တရာယ်ကြီးမားလေဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် စံချိန်မီ အစိတ်အပိုင်းများကို အသုံးပြုပြီး၊ စံနစ်တကျ တပ်ဆင်ပေးဖို့လိုအပ်သည်။ လျှပ်စစ်ပညာသင်များ အနေဖြင့် လျှပ်စစ်အန္တရာယ်ကို အသေးစိတ်လေ့လာသင်ယူပြီးမှ၊ လက်တွေ့လုပ်ငန်းခွင် ဝင်သင့်သည်၊ အထူးသဖြင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်လိုက်ခြင်း (Electric Shock) နှင့် မီးလောင်ခြင်းများမှာ လွန်စွာ အန္တရာယ်ကြီးသည်။

လျှပ်စစ်စက်များ တည်ဆောက်ခြင်း၊ တပ်ဆင်ခြင်း၊ မောင်းနှင်ခြင်း၊ အသုံးပြုခြင်း၊ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းခြင်းများနှင့် ပတ်သက်ပြီး၊ လျှပ်စစ်ဥပဒေ၌ အသေးစိတ်ဖော်ပြထားလေရာ၊ အတိအကျလိုက်နာကျင့်သုံးခြင်းဖြင့် အောင်မြင်မှုရမည်။ ဘေးအန္တရာယ်ကင်းမည်ဖြစ်သည်။ (BS) (IEC) နှင့် (IEE) တို့မှ ထုတ်

ပြန်ထားသော သတ်မှတ်စည်းမျဉ်း ဥပဒေများကို အတိအကျလိုက်နာပါက ဘေးအန္တရာယ်ကင်းမည်ဖြစ်သည်။ လိုက်နာသင့်သော် အချက်များမှာ

(၁) မိမိအသုံးပြုမည့် လျှပ်စစ်စက်၊ လျှပ်စစ်စံနစ်နှင့် ပတ်သက်ပြီး အသေးစိတ် သိထားရမည်။ ပတ်လမ်းပုံများကို အသေးစိတ်လေ့လာရမည်။ ခလုတ်များ၏ အနေအထားနှင့် အကာအကွယ်ကိရိယာများကို အသေးစိတ်သိထားရမည်။ သို့မှသာ ပြစ်ချက်ဖြစ်ပေါ်သည်နှင့် ချက်ချင်းပြုပြင်နိုင်မည်ဖြစ်သည်။ စက်ရုံတွင် တာဝန်ယူရသော လျှပ်စစ်ပညာရှင်သည် စက်ရုံ၏ လျှပ်စစ်စက်များအားလုံးမှ သုံးစွဲသော ဓာတ်အားပမာဏစုစုပေါင်းကို သိထားရမည်။ သုံးစွဲသော အမြင့်ဆုံးဗို့အားနှင့် အမြင့်ဆုံး လျှပ်စစ်တန်ဖိုးများကို သိထားဖို့လိုအပ်သည်။

ပတ်လမ်းပုံကို အသေးစိတ်သိရှိလေ့လာထားပြီး ဖြစ်ရမည်။ အကာအကွယ်ကိရိယာများ၏ တပ်ဆင်ပုံနှင့် လုပ်ဆောင်နိုင်သော စွမ်းအားများကို သိထားရမည်။ သို့မှသာ ပြစ်ချက်တစ်စုံတစ်ရာဖြစ်ပေါ်လာပါက၊ မည်သည့် အစိတ်အပိုင်းမှ ဖြစ်ပေါ်လာပြီး မည်မျှအန္တရာယ်ကြီးမားကြောင်း ချက်ခြင်းဆုံးဖြတ်နိုင်သည်။ အန္တရာယ်နည်းပါက၊ သွေးအေးအေးဖြင့် ပြုပြင်ဆောင်ရွက်နိုင်မည်ဖြစ်သော် လည်း အန္တရာယ်များပါက စိတ်အေးလက်အေးဆောင်ရွက်နိုင်မည်မဟုတ်တော့ပေ၊ ကတိုက်ကရိုက်ဖြစ်သလို၊ ကြုံသလို ဆောင်ရွက်ရတော့မည်ဖြစ်သည်။

လျှပ်စစ်စက်များကို စတင်မောင်းနှင်သုံးစွဲခြင်း မပြုမီ မူလီများကို တင်းကျပ်ပေးရမည်။ အဖုံးများကို လုံခြုံတင်းကျပ်စွာ ပိတ်ထားခြင်းရှိမရှိ၊ ဖျူ့(စ်) များ၊ ဆားကစ်ဘရိတ်ကာများ၏ အနေအထားများကို အသေးစိတ်လေ့လာထားရမည်။ အားလုံး စိတ်ချရပြီဟု ဆုံးဖြတ်မှသာ စက်များကို စတင်မောင်းရမည်ဖြစ်သည်။

စက်များချွတ်ယွင်းမှုကြောင့် ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းဖို့လိုအပ်သောအခါ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား အဆက်အသွယ်ကို ကြိုတင်ဖြတ်တောက်ပေးထားဖို့လိုအပ်သည်။ ဖျူး(စ်) များကို စံနစ်တကျဖြုတ်ထားပြီးမှ ကိုင်တွယ်စစ်ဆေးခြင်းပြုလုပ်သင့်သည်။ ကိုင်တွယ်ခြင်းမပြုမီ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား မရှိကြောင်း၊ သေချာစေရန်အတွက် ဗို့အားစစ်ဆေးကိရိယာ (Voltage Tester) ကို အသုံးပြုပြီး စစ်ဆေးရမည်။

လည်ပတ်နေသော အစိတ်အပိုင်းများ (Rotating Parts) ဓာတ်အားရှိသော ဝါယာများ (Live Conductors) ကို မည်သည့်နည်းနှင့်မျှ ထိတွေ့ကိုင်တွယ်ခြင်း မပြုရပေ။

စက်များကို ဝန်ပိုအနေအထား (Overload) အခြေအနေတွေ့ရပါက အမြန်ဆုံး ရပ်လိုက်ရမည်၊ ဝန်ပိုအနေအထားဖြင့် စက်ကို မောင်းနှင်ပါက များစွာ ထိခိုက်ပျက်ဆီးစေသောကြောင့်ဖြစ်သည်။ ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက် (Short Circuit) များဖြစ်ပေါ်ပါက အမြန်ဆုံး ဖယ်ရှားရမည်။

(၄) လျှပ်စစ်ရှော့ (Electric Shock)

လျှပ်စစ်နှင့် မကင်းနိုင်သူတိုင်းသည် တစ်ကြိမ်ကြိမ်တွင် လျှပ်စစ်ရှော့ဖြစ်ခြင်းကို ကြုံတွေ့ဖူးကြမည်ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် ဓာတ်လိုက်သူများအတွက် ပြုစုနည်းကို ကောင်းစွာ တတ်မြောက်ဖို့ လိုအပ်သည်။ အကောင်းဆုံးမှာ စက်ရုံအလုပ်ရုံအတွင်း လျှပ်စစ်အန္တရာယ်များသောနေရာများတွင် လျှပ်စစ်အန္တရာယ်ဖော်ကြသော သတိပေးချက်ပြများ ကပ်ထားပေးဖို့လိုသည်။

ရှော့လျှပ်စီး (Shock Current) ၏ တန်ဖိုးသည် (15 µ A.a.c) ရှိပါက

အေစီ၊ ဒီစီ ဖြစ်စေ၊ လူကို ဒုက္ခပေးနိုင်သည်။ ရှော့လျှပ်စီး၏ ပမာဏသည် ပေးသွင်း ဗို့အားနှင့် ခန္ဓာကိုယ်၏ ခုခံမှု (Body Resistance) တို့အပေါ် မှီခိုလေသည်။ အထူးသတိပေးထားရမည်။ အချက်မှာ ဓာတ်လိုက် (ရှော့ဗို့အား) ဗို့အားပမာဏများလေ၊ ခန္ဓာကိုယ်၏ ခုခံမှုများလေဖြစ်မလာဘဲ၊ နည်းလေဖြစ်သွားသောကြောင့် ပိုပြီးအန္တရာယ်များလာလေသည်။ ဓာတ်လိုက်ဗို့အားမြင့်လေ ကိုယ်ခန္ဓာကို ဖြတ် စီးသော လျှပ်စီးပမာဏလည်း များလေ၊ နှလုံးကို ဖျက်ဆီးနိုင်စွမ်းများလေ ဖြစ်သည်။

ခန္ဓာကိုယ်၏ ခုခံမှု (Body Resistance) သည် လူပုဂ္ဂိုလ်၏ ကျန်းမာရေး၊ ထိတွေ့သော ဓာတ်ကြိုး၏ အရွယ်အစား၊ ထိတွေ့သော အတိုင်းအတာ ကိုယ်ခန္ဓာ အရေပြား၏ စိုစွတ်မှု အတိုင်းအတာများကို အခြေခံလေသည်။ ကျန်းမာရေး ကောင်းမွန်ပြီး အရေပြားစိုစွတ်မှု မရှိသူ (ရေစိုခြင်း၊ ချွေးများစိုနေခြင်း) ၏ ခန္ဓာကိုယ်ခုခံမှု တန်ဖိုး (Typical day full-contact body resistance) သည် (၂၅) ဗို့တွင် ငါးထောင်အုမ်း (5000 - at 25 V) ရှိပြီး၊ (250 V) တွင် (2000 µΩ) မျှသာရှိလေသည်။ ဗို့အားဆယ်ဆမြင့်ချိန်တွင် ခုခံမှုမှာ ၂၅ ရာခိုင်နှုန်း မျှသာရှိတော့သည်။

ဗို့အား ၂၅ ဗို့တွင် ရှော့လျှပ်စီးတန်ဖိုးသည် ၅ မီလီအမ်ပီယာမျှသာရှိသော်လည်း ဗို့အားတန်ဖိုး ၂၅၀ ဗို့တွင် လျှပ်စီးတန်ဖိုးသည် ၁၂၅ မီလီအမ်ပီယာအထိ မြင့်တက်လာလေသည်။

လက်တွေ့သုတေသနပြုမှုကြောင့် သိရသည်မှာ 60 V အောက်နိမ့်သော ဗို့အား တန်ဖိုးသည် ဓာတ်လိုက်မှုကို စိုးစိုးဝါးဝါးမဖြစ်စေနိုင်ကြောင်း သိရလေသည်။ ထို့ကြောင့် လက်သုံးလျှပ်စစ်ကိရိယာများ (Portable Tools) ကို (60 V)

နှင့်အသုံးပြုနိုင်ရန် ဒီဇိုင်းပြုလုပ်ထားသည်။ ထို့ကြောင့် အဝင်လျှပ်စီးဧကအသွင် 110 V ကို၊ အထူးပြုလုပ်ထားသော ထရန်စဖော်မာ (Special Step down isolating transformer) ခံပြီး အသုံးပြုကြလေသည်။ လက်ကိုင်မီး (Hand Lamp) များကိုလည်း 60 V နှင့် အသုံးပြုနိုင်ရန်စီစဉ်ထားသည်။ ထရန်စဖော်မာ၏ တစ်ဆင့်ခံ ကွိုင်အရစ်ပတ်ကို ဗဟိုအနုတ်ထုတ်ပြီး မြေစိုက်နှင့် ဆက်သွယ်ပေးထားသည်။ ထို့ကြောင့် ရှော့ဖြစ်ပါက အမြင့်ဆုံးဗို့အားသည် (55 V.a.c) မျှသာ ရှိလေရာ၊ လူကို အသက်အန္တရာယ်မပေးနိုင်တော့ပေ။

စက်ရုံ အတွင်း လျှပ်စစ်ဓာတ်လိုက်မှုဖြစ်ပေါ်ပါက ရှေးဦးသူနာပြုနည်းဖြင့် ပြုစုရမည်။

(၅) လျှပ်ကာခုခံမှု (Insulation Resistane)

အားလုံးသော လျှပ်စစ်ကိရိယာများတွင် လျှပ်ကာများရှိကြသည်။ လျှပ်ကာ၏ တာဝန်မှာလျှပ်စီးကြောင်းကို သတ်မှတ်ပတ်လမ်းအတွင်း အပူကြိုးများ (Live Wires) မှ စီးဆင်းစေသည်။ အန္တရာယ်ပေးနိုင်သော လျှပ်စီးကြောင်းကို လျှပ်ကူးဝါယာအတွင်းမှ ဘေးအန္တရာယ်ကင်းစွာဖြင့် စီးဆင်းသွားစေရန်အတွက် လျှပ်ကာ၏ ခုခံမှုအင်အားသည် မဂ္ဂါအုမ်း (Mega Ohm, MΩ) အဆင့် အထိမြင့်မားဖို့ လိုအပ်သည်။ လျှပ်ကာခုခံမှုတန်ဖိုး တိုင်းတာသောအခါ လျှပ်ကူးဝါယာများနှင့် မြေစိုက်ပြားကို တိုင်းတာပေးဖို့လိုသည်။

လျှပ်ကာခုခံမှုသည် အသုံးပြုထားသော လျှပ်ကာပစ္စည်း၏ ခုခံမှုသတ္တိကိုသာ အခြေခံသည်မဟုတ်ပေ၊ လျှပ်ကာမျက်နှာပြင်ပေါ်၌ စွန်းထင်နေသော အညစ်အကြေးများ၏ စိုစွတ်မှုများ၊ ချောဆီများပေးမှုနှင့် ရေငွေ့များရှိမှု အတိုင်း

အတာကိုလည်းအခြေခံလေသည်။ အချို့သော အညစ်အကြေးများသည် လျှပ်ကာ၏ ခုခံမှုသတ္တိကို အင်အားလျော့နည်းစေသည်။

ပုံကိုလေ့လာသောအခါ ပုံ (A) တွင် အညစ်အကြေးများသည် လျှပ်ကာမှုကို အဟန့်အတားဖြစ်စေကြောင်းတွေ့ရမည်။ ပုံ (B) ကိုလေ့လာသောအခါ လေ-လျှပ်ကာရှိခြင်းကြောင့်၊ ခုခံမှုပိုများစေကြောင်း တွေ့နိုင်သည်။ ထို့ကြောင့် စက်ကိရိယာကြီးများကို အစဉ်အမြဲသန့်ရှင်းပေးနေပါက လျှပ်ကာခုခံမှုတန်ဖိုးအစဉ်မြင့်တက်နေကြောင်း တွေ့ရမည်ဖြစ်သည်။

လျှပ်ကာများသည် သတ္တုများကို ပျက်စီးစေသော အရာများမှာ မြင့်မားသောအပူချိန်နှင့် စိုထိုင်းဆ၊ စက်မှုအင်အား၊ တုန်ခါမှု၊ ဓာတုပစ္စည်းများ၊ ချောဆီများ၊ အညစ်အကြေးများ၊ မြင့်မားသော လျှပ်စစ်ဒဏ်အားများနှင့် အသုံးပြုချိန်အတိုင်းအတာ သက်တမ်းကြာရှည်ခြင်းများက ပျက်ဆီးစေခြင်းဖြစ်ပေါ်စေသည်။

အသုံးများသော လျှပ်ကာများမှာ ပိုးချည်၊ ဝါချည်၊ စက္ကူနှင့်လကြေးတို့ဖြစ်ကြသည်။ ၄င်းတို့ကို အခြောက်အတိုင်းအသုံးပြုလေ့မရှိပေ၊ ဗားနစ်များ၊ ရေစင်များ (Resins) စိမ်ထားပြီး အလိုရှိသော ပုံစံပြုလုပ်ပြီး ကောင်းစွာအပူပေး၊ အခြောက်ခံပြီးမှ အသုံးပြုကြလေသည်။

လကြေး (Mica)၊ ဖန်ချည်မျှင် (Glass Fibre) တို့ထက်ပိုကောင်းသော ပလက်စတစ်လျှပ်ကာများစွာ ပေါ်ပေါက်နေပြီဖြစ်သည်။ သို့သော် (P.V.C) မှာ ဈေးပေါပြီး လျှပ်ကာဂုဏ်သတ္တိအလွန်ကောင်းသောကြောင့် ၄င်းကို လျှပ်ကာအဖြစ် အသုံးများသည်။ ဝါယာမျိုးစုံထုတ်လုပ်နည်းများ သိလိုပါက၊ စာရေးသူရေးသားထုတ်ဝေမည့် လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများထုတ်လုပ်မှုအတတ်ပညာစာအုပ်ကို

ဝယ်ယူလေ့လာပါဟု အကြံပေးလိုပါသည်။

သို့သော် အားလုံးသော လျှပ်ကာများသည် အပူချိန် ၁၀၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ထက်ပိုပြီး ခံနိုင်စွမ်းမရှိပေ၊ ဝန်လျှပ်စီးသယ်ဆောင်ရသောအခါ၊ အားလုံးသော လျှပ်စစ်အစိတ်အပိုင်းများအပူချိန်မြင့်တက်တတ်လေသည်။ ထိုအခါမျိုးတွင် အအေးခံလေသည်၊ ထိရောက်စွာဟန့်တားပေးနိုင်စွမ်းမရှိတော့ပေ၊ ထို့ကြောင့် လျှပ်စစ်စက်များ တည်ဆောက်ထားသောအခါ အပူချိန် 45 ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်အထိ၊ ခံနိုင်ဖို့ ဒီဇိုင်းပြုလုပ်ထားရသည်။ (စ)သို့မှသာ အခန်းအပူချိန်ထက်ပိုမြင့်သော အပူချိန်ကို အတိုင်းတာတစ်ခုအထိ၊ ခံနိုင်စွမ်းရှိမည်ဖြစ်သည်။ အပူချိန် ခံနိုင်မှုအတိုင်းအတာကို အခြေခံပြီး လျှပ်ကာများကို အမျိုးအစား ၆ မျိုးခွဲခြားနိုင်သည်။ ၎င်းတို့မှာ (A,E,B,F,H) နှင့် (C) တို့ဖြစ်ကြသည်။ ၎င်းတို့၏ ခံနိုင်သော အတိုင်းအတာများမှာ

လျှပ်ကာအမျိုးအစား	A	E	B	F	H	C
Max-Temp	55°C	70°C	80°C	105°C	130°C	>130°C

နှစ်ပေါင်းများစွာကြာသည်အထိ၊ လျှပ်စစ်နယ်ပယ်တွင် အသုံးများခဲ့သော လျှပ်ကာများမှာ A,B, C, နှင့် 0 တို့ဖြစ်ခဲ့ကြသည်။ အိုအမျိုးအစား (Class O) ကို ယခုအခါ ဝိုင် (Y) အမျိုးအစားဟု ပြောင်းလဲခေါ်ဆိုကြလေသည်။ နောက်ပိုင်းအသစ်ပေါ်လာသော လျှပ်ကာများမှာ E,F နှင့် H တို့ဖြစ်ကြသည်။ လျှပ်ကာနှင့်ပတ်သက်ပြီး အသေးစိတ်သတ်မှတ်ချက်များကို (၁၉၅၆) ခုနှစ်တွင် ထုတ်ပြန်ခဲ့သော (BS 2757) ၌ အတိအကျဖော်ပြထားပါသည်။

ဝိုင်အမျိုးအစားလျှပ်ကာ (Classy) တွင်ပါဝင်သော လျှပ်ကာများမှာ ချည်မျှင်၊ ပိုးချည် (Silk) နှင့် စက္ကူတို့ဖြစ်ကြသည်။ အေ အမျိုးအစားလျှပ်ကာ (Class

Ainsulation) တွင် ပါဝင်သော လျှပ်ကာများမှာလည်း ချည်မျှင်၊ ပိုးမျှင် နှင့် စက္ကူတို့ဖြစ်သော်လည်း၊လျှပ်ကာအရည် (dielectric liquid) တစ်မျိုးမျိုးဖြစ်သောချောဆီတစ်မျိုးမျိုးစိမ်ထားသော လျှပ်ကာဖြစ်သည်။ ၎င်းတို့သည် အပူချိန် 55°C အိခံနိုင်ကြသည်။ အီးအဆင့်လျှပ်ကာ (Class Eirsulation) တွင်ပါဝင်သောလျှပ်ကာများမှာ အေအဆင့်လျှပ်ကာများသာဖြစ်သည်။ 70-C ထက်ပို၍ 15-ဒီဂရီပိုများသော အခါတိုင်းတွင် ခုခံမှုစွမ်းအားကျဆင်းမှာ အဆမတန်များပြားလာတတ်လေသည်။

အေအမျိုးအစားနှင့် ဘီအမျိုးအစားလျှပ်ကာတို့၏ လေပူအပူချိန် (Hot-Spot temperatine) တန်ဖိုးမှာ (105) ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်မှ 130 ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်အတွင်းရှိလေသည်။ ထိုအပူချိန်အောက်တွင်ရှိပါက၊ နှစ်ပေါင်းများစွာအသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ အတိအကျဆိုရသော် ၁၅ နှစ်မှ နှစ်ပေါင်း ၂၀ အထိ ဆက်တိုက်အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ သို့သော် ထိုအပူချိန်မှာ ၁၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ပိုမြင့်လေ သက်တမ်းတိုးလေဖြစ်သည်။

---

(၆) ပတ်လမ်းစစ်ဆေးနည်း (Circuit Testing)

လျှပ်စစ်ပတ်လမ်းတစ်ခုကို စစ်ဆေးလိုသော် အဓိကကျသော စစ်ဆေးခြင်းများပြုလုပ်သင့်သည်။ ၎င်းတို့မှာ (၁) လျှပ်ကာခုခံမှု (Insulating Resistance) တန်ဖိုးတိုင်းတာခြင်း၊ အဆက်အသွယ်ပြတ်တောက်မှု ရှိမရှိ၊ ခုခံမှုဖြင့်စစ်ဆေးနည်း (Continuity Resistance) ဖြင့် စစ်ဆေးနည်း၊ ပတ်လမ်းအတွင်းစီးဆင်းနေသော လျှပ်စီးတန်ဖိုးတိုင်းတာစစ်ဆေးနည်း၊ ဗို့အားတန်ဖိုး (Component Resistance) တန်ဖိုးတိုင်းတာခြင်းတို့ကိုပြုလုပ်ပေးဖို့လိုအပ်သည်။ အောက်

ပါဇယားတွင် အဓိကစစ်ဆေးနည်းများ (Main Test) ကိုအသေးစိတ်ဖော်ပြထားပါသည်။

Insulation Resistance (IR)	Using a (megger) Tester (at 500 V for a 440 V Circuit) Donot use amultimeter for this task .
1. Continuity Resistance (Low ohu)	Typically using amultimeter
2. Component Resistance (Ohm or kiloahm)	॥
3. Voltage (a.c or d.c)	॥
4. Curorent	Using a Clamp meter (or multimeter for small curren)

(၇) လျှပ်ကာစစ်ဆေးနည်း (Insulation Testing)

လျှပ်စစ်စက်တစ်ခု၏ ကျန်းမာရေး အခြေအနေကောင်း မကောင်း သိလိုပါက လျှပ်ကာခုခံမှု တန်ဖိုးတိုင်းတာခြင်းပြုလုပ်သည်။ ခုခံမှု တန်ဖိုးတိုင်းတာသော အခါ လျှပ်ကာဖုံးထားသော လျှပ်ကူးဝါယာနှင့် မြေစိုက်အကြား တိုင်းတာ စစ်ဆေးရသည်။ လျှပ်ကူးဝါယာတစ်ခုနှင့် တစ်ခုကြားတွင်လည်း တိုင်းတာစစ်ဆေးလေ့ရှိသည်။

လျှပ်ကာစစ်ဆေးသော ကိရိယာ (Insulation Tester) သည် အလွန်မြင့်သော ခုခံမှု တန်ဖိုးများကို တိုင်းတာနိုင်သော မီတာဖြစ်သည်။ ၄င်းကို မြင့်မားသော ဒီစီဗို့အား (500 Vdc) အထိပေးသွင်းပေးလေ့ရှိသည်။ ထို စမ်းသပ်ဗို့အား

(Test Voltage) ကို ဘတ်ထရီမှ ဖြစ်စေ၊ ဘတ်ထရီနှင့် အီလက်ထရွန်းနစ်ဗို့အားသွင်းကိရိယာ (Electrionic Voltage Charger) နှင့် ဖြစ်စေ၊ ထုတ်ယူနိုင်သည်။ ခေတ်ဟောင်းအမျိုးအစားမဂ္ဂါများတွင် မီတာအတွင်း၌ပါရှိသော ဂျင်နရေတာ ကို လက်လှည့်ကရိုင်းဖြင့် လှည့်ပြီး ထုတ်ယူနိုင်သည်။

နေအိမ်သုံး လျှပ်စစ် (220 V) အတွက် (250 V.d.c) စမ်းသပ်ဗို့အား (Test Voltages) ကို အသုံးပြုပါက လုံလောက်သည်၊ အကယ်၍ စက်ရုံ အလုပ်ရုံများနှင့်သင်္ဘောများကဲ့သို့ (440 V.a.c) အသုံးပြုတော့ စက်များကို စစ်ဆေးရန်လိုသော (500 V.d.c) စမ်သပ်ဗို့အားကို အသုံးပြုဖို့လိုအပ်လေသည်။ အကယ်၍ဗို့အားမြင့် စံနစ်များ (High Voltage Systems) ကို စစ်ဆေးလိုသော် စမ်းသပ်ဗို့အားအဖြစ် (1000 V) မှ (5000 V) အထိ၊ အသုံးပြုပေးဖို့လိုအပ်လေသည်။

လျှပ်ကာစမ်းသပ်စစ်ဆေးကိရိယာများ (Insulation Testers) စုံလင်စွာရှိသော်လည်း၊ မဂ္ဂါ (Magger Tester) ကို ကမ္ဘာသုံးအဖြစ် ကျယ်ပြန့်စွာ အသုံးပြုကြလေသည်။ ပုံ (1-4) တွင် လက်လှည့်မဂ္ဂါ တည်ဆောက်ပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။ အသုံးပြုပုံမှာ စမ်းသပ်တံနှစ်ခုကို ထိကပ်ပြီး၊ ရှော့လုပ်ရန် ခုခံမှု ခလုတ်ကို မဂ္ဂါအုမ်း (MΩ) အဆင့်၌ထားပေးရသည်။ ပြီးနောက် လက်ကိုင် (Handle) ကို လှည့်ပေးရသည်။ အချို့သော မဂ္ဂါများတွင် ပုံ (၁-၅) တွင် ဖော်ပြထားသကဲ့သို့ ခလုတ် (Button or Rockerswitch) အသုံးပြုထားသည်။ ယခုနောက်ဆုံးပေါ် မဂ္ဂါများ၏ တည်ဆောက်ပုံကို ပုံ (၁-၆) ၌ ဖော်ပြထားပါသည်။ ၄င်းသည် ပုံ (၁-၅) တွင် ဖော်ပြထားသော ပုံနှင့် အတူတူပင်ဖြစ်သည်။ ကွာခြားချက်မှာ ပုံ (၁-၅) တွင် အင်နာလော့မီတာဖြစ်သောကြောင့်

စကေးကို မျှားတံဖြင့်ထောက်ပြီးဖော်ပြသည်။ ပုံ (၁-၆) တွင် ဒီဂျစ်တယ်မီတာ အမျိုးအစားဖြစ်ပါက၊ မျှားတံ (Pointer) ကို သုညအုမ်းအမှတ် (OΩ) တွင် ထားပြီး၊ စတင်တိုင်းတာခြင်းပြုလုပ်ရသည်။ သုညအုမ်းအတွက် စမ်းသပ်တံနှစ်ခုကို ထိကပ်ပြီး ရှော့ (Short) ပြုလုပ်ရသည်။ သုညအုမ်းချိန်ကိုက်ပြီးသည်နှင့် တိုင်းတာစစ်ဆေးခြင်းများ စတင်နိုင်ပြီဖြစ်သည်။

တိုင်းတာစစ်ဆေးမည့် လျှပ်စစ်စက်ကို၊ အေစီ၊ ဒီစီဓာတ်အားများပေးသွင်းထားပါက၊ ဓာတ်အားအဆက်အသွယ်ဖြတ်တောက်လိုက်ရမည်။ (The Live Power Supply) ကို ဖြတ်တောက်ပြီးနောက် ခိုအောင်းနေသော အကြွင်းအကျန်လျှပ်စစ်များ ရှိမရှိ စစ်ဆေးရမည်၊ စိတ်ချရသော အခါမှ အလိုရှိသော တိုင်းတာစစ်ဆေးခြင်း စတင်ရမည်။

ခုခံမှု တာခွင်ကို မဂ္ဂါအုမ်းတာခွင် (MΩ) ၌ ထားပေးပြီးနောက်၊ စမ်းသပ်တံနှစ်ခုကို လျှပ်စစ်စက်၏ မြီနမ်နှင့် ဆက်သွယ်ပေးပြီး၊ တိုင်းတာစစ်ဆေးရသည်။ စတင်စစ်ဆေးချိန်တွင် ဓာတ်အားရှိမရှိ (Live or not) ကို စစ်ဆေးဖို့ လိုအပ်သောကြောင့် ခလုတ် (Test Button) ကို မနှိပ်ရပေ။ ပတ်လမ်း၌ ဓာတ်အားလုံးဝမရှိ၊ (The Circuit is dead) ဟု အတည်ပြုနိုင်မှသာ (Test Button) ကို နှိပ်လိုက်ရမည်။

ခုခံမှု တန်ဖိုးနိမ့် အဆက်အသွယ်ဖြတ်တောက်ခြင်းရှိမရှိ (Low resistance Continuity) စစ်ဆေးရန်အတွက် ကိရိယာ၏ ဖရိမ်ပေါ်တွင် ကွဲပြားသော မြေစိုက်အမှတ်နှစ်ခု၌ထောက်ပြီး စစ်ဆေးရမည်။

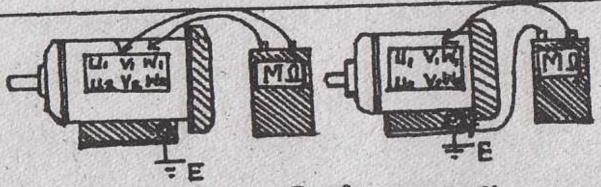
ထြိအသွင် လျှပ်စစ်စက်များ (Three Phase Machines) အတွက် အသွင်တစ်ခုနှင့် တစ်ခုကြား လျှပ်တားခုခံမှု တန်ဖိုးများ (the phase to phase insula-

tion resistance values) ကို တိုင်းတာပြီး မှတ်တမ်းပြုလုပ်ထားရမည်၊ ပုံ (၁-၇) တွင် (IR test) ပြုလုပ်ပုံ အနေအထားကိုဖော်ပြထားပါသည်။

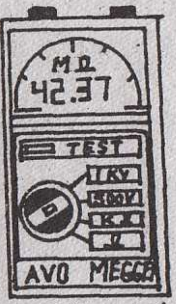
ဤနေရာတွင် အထူးသတိထားရမည့်အချက်မှာ လျှပ်ကာတန်ဖိုးတိုင်းတာခြင်းကို စက်အေးနေသော အချိန်၌သာပြုလုပ်ရမည်။ စက်ပူလာသောအခါ ခုခံမှု တန်ဖိုး ကျဆင်းလာသောကြောင့် မှန်ကန်သော တန်ဖိုးမရနိုင်ပေ၊ သို့သော် ကြီးမားသော လျှပ်စစ်စက်ကြီးများအတွက် အေးသော အချိန်တွင် ခုခံမှုတိုင်းပြီး စက်ပူလာသည်အထိ မောင်းရသည်။ စက်ပူလာချိန်တွင် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားဖြတ်တောက်ပြီး ခုခံမှုတန်ဖိုးတပ်ပြီး တိုင်းတာမှတ်သားထားရသည်။ သို့မှသာ အပူချိန်မြင့်လာပါက၊ အန္တရာယ်ရှိ၊ မရှိသိရမည်ဖြစ်သည်။ လေထုအခြေအနေကြောင့်လည်း ခုခံမှုတန်ဖိုးပြောင်းလဲတတ်လေသည်။

(၈) အဆက်အသွယ်ပြတ်တောက်မှုရှိမရှိ စစ်ဆေးနည်း (Continuity Testing)

လျှပ်ကာစစ်ဆေးကိရိယာ (Insulation Tester) သည် ဗို့အားနိမ့်ဖြင့် လုပ်ဆောင်လာသောကြောင့်၊ ဗို့အားနိမ့်အဆက်အသွယ်ပြတ်တောက်မှုရှိမရှိ၊ စစ်ဆေးခြင်းကို လွယ်ကူစွာပြုလုပ်နိုင်လေသည်။ ၎င်းကို အသုံးပြုပြီး ခုခံမှု (ဟန့်တားမှု) တန်ဖိုးနိမ့်သော ကေဘယ်များ၊ မော်တာကွိုင် အရစ်ပတ်များ၊ ထရန်စဖော်မာ အရစ်အပတ်များ မြေစိုက်ပြားများ၊ အားလုံး၏ ခုခံမှု (ဟန့်တားမှု) တန်ဖိုးနှင့် အဆက်အသွယ်ပြတ်တောက်မှုရှိမရှိတို့ကို စစ်ဆေးနိုင်လေသည်။ လျှပ်ကာစစ်ဆေးသကဲ့သို့၊ အဆက်အသွယ်ပြတ်တောက်မှုရှိမရှိ စစ်ဆေးသောအခါ မီတာကို သုညအုမ်း ညှိရသည်။ စစ်ဆေးမည့် ကေဘယ်စက်များကို လျှပ်စစ်



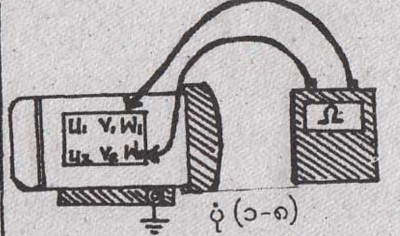
ပုံ (၁-၇) (IR test)ပြုလုပ်ပုံ အနေအထား



Fig(1-6)Insulation Resistance(IR)Tester.

ပုံ (၁-၆)

ဒီဂျစ်တယ်မီတာ အမျိုးအစား နောက်ဆုံးပေါ် မဂ္ဂါများ၏ တည်ဆောက်ပုံ

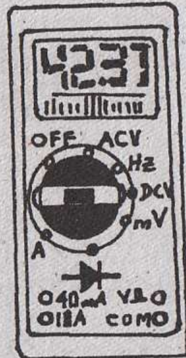


ပုံ (၁-၈)

မော်တာ၏ အတွင်းပိုင်း ကွိုင်အရစ် အပတ် များ အဆက်အသွယ်ပြတ်တောက်ခြင်းရှိမရှိ စစ်ဆေးနေပုံ

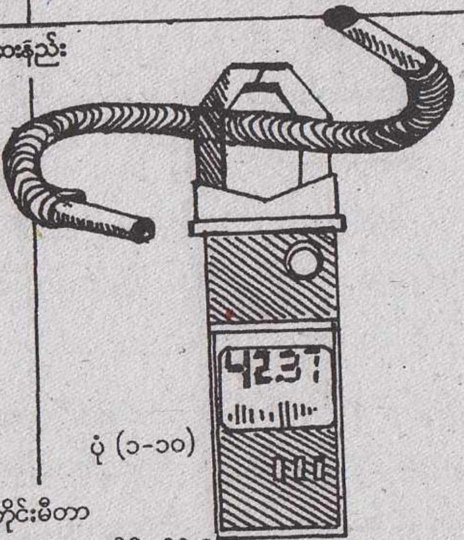
အဆက်အသွယ်ပြတ်တောက်မှုရှိမရှိ စစ်ဆေးနည်း

(Continuity Test ing)



ပုံ (၁-၉)

ဒီဂျစ်တယ် မျိုးစုံ တိုင်းမီတာ (Digital multimeter) တည်ဆောက်ပုံ



ပုံ (၁-၁၀)

လျှပ်စီးတိုင်းမီတာ (Cuा rent clampmeter)

အဆက်အသွယ်ဖြတ်တောက်လိုက်ရသည်။ ဓာတ်အားကင်းမဲ့ကြောင်း သေချာသောအခါ၊ မီတာဗို့ အုမ်းတန်ဖိုး (Ω)တစ်ခုခု၌ထားပြီး၊ အဆက်အသွယ်ဖြတ်တောက်မှု ရှိမရှိစစ်ဆေးနိုင်သည်။ ပတ်လမ်းမှ စစ်ဆေးလိုအောင်နေရာတွင် စမ်းသပ်တံနှစ်ခုကို ထောက်ခံပြီးစစ်ဆေးရသည်။

စစ်ဆေးခလုတ် (Test Switch)ကို ဖွင့်ပြီး အုမ်းစကေးမှ အုမ်းတန်ဖိုးများမှတ်သားရမည်။ ပုံ (၁-၈) တွင် မော်တာ၏ အတွင်းပိုင်း ကွိုင်အရစ် အပတ်များ အဆက်အသွယ်ပြတ်တောက်ခြင်းရှိမရှိ စစ်ဆေးနေပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ထြီအသွင် မော်တာများနှင့် ထြီအသွင်ထရန်စဖော်မာများတွင် အသွင်တစ်ခုစီကို တိုင်းတာပြီးနောက် ရသော တန်ဖိုးများကို မှတ်သားပြီး နှိုင်းယှဉ်ကြည့်နိုင်သည်။ ထုတ်လုပ်သူပေးထားသော တန်ဖိုးနှင့် အနီးစပ်ဆုံး တူညီနေဖို့လိုအပ်သည်။ အသွင်တစ်ခုအတွက် တိုင်းတာရရှိသာတန်ဖိုးများအားလုံး တူညီနေရမည်။ အကယ်၍ ထြီအသွင်ကို တိုင်းတာရာ၌အသွင်နှစ်ခုမှ တန်ဖိုးများ တူညီနေပြီး အသွင်တစ်ခုမှ တိုင်းတာရရှိသော တန်ဖိုးသည် နိမ့်လွန်းပါက ထိုအသွင်၌ ပတ်လမ်းတိုအဖြစ် (Short-circuited turns) ဖြစ်ပေါ်နေပြီဟု သိရသည်။

အကယ်၍အသွင်နှစ်ခုမှ တိုင်းတာရရှိသော တန်ဖိုးများတူညီနေပြီး၊ တတိယအသွင်မှ တိုင်းတာရရှိသော တန်ဖိုးသည် လွန်စွာမြင့်နေပါက ခုခံမှု တန်ဖိုးမြင့်သော ပြစ်ချက် (a high resistance fault) သို့မဟုတ် ပတ်လမ်းအဆက်အသွယ်မှားယွင်းခြင်း (connection fault) သို့မဟုတ် ပတ်လမ်းဖွင့်အဖြစ် (an open circuit fault) သို့မဟုတ် အဆက်အသွယ်ချောင်နေသော အပြစ် (a loose connection fault) ဖြစ်နေပြီဟု သိရသည်။

အချို့သော လျှပ်ကာနှင့် အဆက်အသွယ်စစ်ဆေးကိရိယာများ (Insu-

lation / continuity testers) တွင် ခုခံမှု တန်ဖိုး တိုင်းတာခြင်းလွယ်ကူစေရန် အတွက် ကီလိုအုမ်းတာခွင် (the "K Ω " range) နှင့် အေစီဗို့အား (a.c voltage" ac V") ကို လည်း တိုင်းတာနိုင်ဖို့ စီစဉ်ထားကြသည်။

အလွန်နိမ့်သော ခုခံမှုတန်ဖိုးများဖြစ်သည့် ဘတ်(စ်)သားအဆက်များ (Bus-bar yoints) နှင့်ဆားကစ်ဘရိတ်ကာ ကွတ်တက်များ (circuit Breaker contacts) ၏ ခုခံမှုတန်ဖိုးများ တိုင်းတာရန်အတွက် မိုက္ကရိုအုမ်းမီတာ (a micro-ohmeter) ကို အသုံးပြုရသည်။ ထိုမီတာဖြင့် ဒီစီ(၁၀) အမ်မီတာအောက် များစွာနိမ့်သောတန်ဖိုးများကို တိကျစွာတိုင်းတာနိုင်သည်။ အလွန်နိမ့်သော ဗို့အား ကျဆင်းမှုများကို တိကျစွာတိုင်းတာနိုင်သည်။ ထိုမီတာများတွင် စမ်းသပ်တံ (Test Leads) လေးခုပါရှိသည်။ (၂)ခုကို ဗို့အားကျဆင်းမှု တိုင်းတာရန်အသုံးပြုပြီး၊ ကျန်(၂)ခုကို လျှပ်စီးတန်ဖိုးကိုတိုင်းတာရန် အသုံးပြုသည်။မီတာသည် အုမ်းနိယာမ အရ ($R = \frac{V}{I}$) ဖြင့် အလိုအလျောက်တွက်ချက်ပြီးရာအဖြေကို ဒီဂျစ်တယ်ဖတ်ပြီး (digital readout) ဖြင့် ဖတ်ပြီး၊ မီလီအုမ်း (Milli-ohms $m\Omega$) သို့မဟုတ် မိုက္ကရိုအုမ်း (micro-ohms $\mu\Omega$) ဖြင့် ဖော်ပြသည်။

(၉) မာလတီမီတာများ (Multimeters)

ယခုအခါ လျှပ်စစ်ဆရာများသည် လက်လှည့်မဂ္ဂများနှင့် အခြားသော မီတာများကိုအသုံးနည်းပြီး၊မျိုးစုံတိုင်းမာလတီမီတာများကို၊အသုံးများလာကြလေသည်။ ထိုအခါ မီတာစုံတစ်ခုကို အသုံးပြုပြီး၊ ခုခံမှုတန်ဖိုး၊ အမ်မီတာတန်ဖိုးများနှင့် ဗို့အားတန်ဖိုးများ၊ အားလုံးတိုင်းတာနိုင်စွမ်းရှိလာလေသည်။ အင်နာလော့မီတာရဲ့

များတွင် အလိုရှိသော တာခွင် (Range) ကို လှည့်ပေးဖို့လိုအပ်သော်လည်း၊ ဒီဂျစ်တယ် အမျိုးအစားမီတာစုံ များတွင် တာခွင်ကို အလိုအလျောက်နားဖြင့် ရွေ့ပြောင်းပေးပြီး တိုင်းတာရရှိသော တန်ဖိုးများကိုလည်း ကိန်းဂဏန်းဖြင့် အတိအကျဖော်ပြလေသည်။

ဒစ်ဂျစ်တယ်မီတာများတွင် Bar Graph display ကိုအသုံးပြုပြီး ဂဏန်းများ ဖော်ပြသောကြောင့် ရှင်းလင်းပြတ်သားစွာ ဖတ်နိုင်စွမ်းရှိလေသည်။

အံကယ်၍ ကြိမ်နှုန်းကို အခြေခံသောမော်တာများဖြင့် မောင်းနှင်သော စက်များကို စစ်ဆေးရသောအခါဗို့အားလှိုင်းပုံများ ပုံပျက်ခြင်းဖြစ်ပေါ်တတ်သော ကြောင့် တိကျစွာတိုင်းတာနိုင်သော (True-r.m.s meters) ကိုအသုံးပြုလာကြလေ သည်။ ယခုအခါ အော်စီလိုစကုပ်များတွင် အေစီဗို့အားအစား ဒီစီဗို့အားဖြင့် လုပ်ဆောင်နိုင်သော အရည်ပုံဆောင်ခဲမျက်နှာပြင် (the LCD screen) ကိုအသုံးပြု လေသည်။

အားလုံးသောတိုင်းတာရေးကိရိယာများ၊ မီတာစုံများအတွင်း၌ အတွင်းသုံး ဓာတ်ခဲ (Internal Battery) ကိုတပ်ဆင်အသုံးပြုလာသောကြောင့် ခုခံမှုတန်ဖိုးကို လွယ်ကူစွာတိုင်းတာနိုင်လေသည်။

အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုကို ခုခံမှုတန်ဖိုးတိုင်းတာခြင်းမပြုမီ၊ ပတ်လမ်းသို့ ပေးသွင်းထားသော လျှပ်စစ်အဆက်အသွယ်ကို ဖြတ်တောက်လိုက်ရမည်။ လျှပ်သို များအသုံးပြုထားပါက မြေစိုက်နှင့်ဆက်သွယ်ပြီး၊ ဓာတ်အားထုတ်ထားရမည်။ သို့မှသာ မီတာစုံထဲသို့၊ အင်အားကြီးမားသော လျှပ်စီးကြောင်းများရုတ်ချည်း ဝင်ရောက်မှုကို ကာကွယ်နိုင်မည်ဖြစ်သည်။ ပုံ (၁-၉) တွင် ဒီဂျစ်တယ် မျိုးစုံ တိုင်းမီတာ (Digital multimeter) တည်ဆောက်ပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။

မီတာစုံကို အသုံးပြုခြင်းမပြုမီ ထုတ်လုပ်သူပေးထားသော စာအုပ်ကို သေချာစွာလေ့လာရမည်။

မှန်ကန်သော စမ်းသပ်သံကို ရွေးချယ်ပြီး မီတာ၏ ဆော့ကက်တွင် မှန်ကန်စွာ ထိုးသွင်းတပ်ဆင်ရမည်။ မီတာစုံအဖြစ် အင်နာလော့မီတာကို အသုံးပြုထားပါက တိုင်းတာစစ်ဆေးခြင်း မပြုမီ သုညအမှန်ချိန်ညှိခြင်း ပြုလုပ်ပေးဖို့ လိုအပ်သည်။ ပြုလုပ်ပုံမှာ တာခွင်ရွေးချယ်ခလုတ်ကို အုမ်း (Ω)တန်ဖိုးတစ်ခုခုတွင်ထားပြီး စမ်းသပ်တံနှစ်ခုကို ထိကပ်ထားလိုက်ရမည်။ ထိုအခါ မီတာဒိုင်ခွက်စကေးတွင် မှားတံသည် သုညတန်ဖိုး အတိအကျဖော်ပြနေရမည်၊ ဖော်ပြခြင်းမရှိဘဲ ကွဲလွဲနေပါက ထိန်းချုပ်ခလုတ် (Trimming switch) ကို အသုံးပြုပြီး ချိန်ညှိမည်။

ထို့နောက် တာခွင်ရွေးချယ်ခလုတ်ကို ဗို့အားမြင့် တာခွင် (a.c.V High range) ၌ ထားပြီး သင့်တော်သည့် ဗို့အားတန်ဖိုးတစ်ခုခုကို တိုင်းတာရမည်။ ထိုအခါ ဗို့အား တန်ဖိုးကို မှန်ကန်တိကျစွာဖော်ပြရမည်။ အထူးသတိထားရမည့်အချက်မှာ မီတာကို ခုခံမှု နိမ့်သော တာခွင်၌ ထားပြီး၊ အလွန်နိမ့်သော ခုခံမှု တန်ဖိုး တိုင်းတာနေချိန်ဖြစ်စေ၊ လျှပ်စီးနိမ့်ကို တိုင်းတာနေချိန်တွင် ဖြစ်စေ၊ အေစီဗို့အားတာခွင်မပြောင်းရသေးဘဲ၊ မေ့လျော့ပြီး မြင့်သော အေစီဗို့အား တန်ဖိုးတိုင်းတာပါက မီတာအတွင်းပိုင်း၌ လောင်ကျွမ်းပျက်ဆီးသွားစေရန် ဖြစ်သည်။ ပတ်လမ်းတို လျှပ်စီးအလွန်များပါက အော်ပရေတာကို ထိခိုက်နိုင်လေသည်။

နောက်ပိုင်းတွင် အော်ပရေတာကို ကာကွယ်ရန်နှင့် မီတာများ ပျက်ဆီးမှုကို ကာကွယ်ရန်အတွက်၊ ဖျူ့(စ်) ပါသော စမ်းသပ်တံများ (Fused probe leads) ကို အစားထိုးအသုံးပြုလာကြလေသည်။

မျိုးစုံတိုင်းမီတာကို သုညအမှတ်ချိန်ညှိရာတွင် ထိန်းခလုတ် အသုံးပြုပြီး ချိန်ညှိသော်လည်း မရပါက အတွင်း၌ အသုံးပြုထားသော ဓာတ်ခဲအားကုန်နေပြီဟု သိရသည်။ ထိုအခါ ဖြုတ်ထုတ်ပြီး ဓာတ်ခဲအသစ်လဲပေးရမည်၊ ဓာတ်ခဲမှာ တန်ဖိုးမကြီးသော်လည်း အသုံးလိုက်နေချိန် အလွယ်တကူဝယ်မရပါက အခက်အခဲကြုံတွေ့နိုင်သောကြောင့် အသုံးမပြုပါက ခလုတ်ပိတ်ထားသင့်သည်။ ဒီဂျစ်တယ်အမျိုးအစားမီတာစုံကို ခလုတ်ဖွင့်ပြီးနောက်၊ စမ်းသပ်တံနှစ်ခုကို ထိပြီးထားရမည်။ ရွေးချယ်ခလုတ်ကို ဒီစီဗို့အား အမြင့်ဆုံးတာခွင် (dc V-highest range) ၌ ထားပေးလိုက်သောအခါ ဒိုင်ခွက်တွင် (000) သုည (၃) ခုဖော်ပြသည်။ ထို့နောက် အုမ်တာခွင်အားလုံးကို တစ်ခုပြီး တစ်ခု ပြောင်း၍ စစ်ဆေးရမည်။

ဒီစီတာခွင်စစ်ဆေးပြီးသောအခါ အထက်ပါအတိုင်း အေစီတာခွင်ကို စစ်ဆေးရမည်။ ထိုအခါ မှန်ကန်သော ဗို့အားတန်ဖိုးဖော်ပြရမည်။ မီတာစုံ အတွင်းမှ ဘတ်ထရီဓာတ်အား လေ့ကျင့်ကုန်ဆုံးမှုကို ကာကွယ်ရန်အတွက် အသုံးမပြုချိန်များတွင် မီတာစုံကို ခလုတ်ပိတ်ထားရမည်။

ခုခံမှု တိုင်းတာလိုသော် သင့်တော်သည့် တာခွင်ကို ရွေးချယ်ရမည်။ စစ်ဆေးဖို့ စက်ကို ၊ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားဖြုတ်တောက်ထားရမည်။ မီတာကို သင့်တော်သည့် ခုခံမှုတာခွင် (Resistance range) ရွေးချယ်ပေးရမည်။ ပြီးနောက် တိုင်းတာရမည့် ပွိုင်များကို ထောက်ပြီး တိကျစွာမှတ်သားရမည်။ တိုင်းတာပြီးသည်နှင့် စမ်းသပ်တံနှစ်ခုကို ဖတ်ပြီ မီတာကို ခလုတ်ပိတ်ထားရမည်။

ဗို့အား တိုင်းတာလိုသော်၊ သင့်တော်သည့် မီတာရွေးချယ်ရမည် အေစီဗို့အားတိုင်းလိုပါက အေစီဗို့အား အမြင့်ဆုံး တာခွင်ရွေးချယ်ရမည်။ ဒီစီဗို့အား

တိုင်းလိုပါက ဒီစီဗို့အား အမြင့်ဆုံးတာခွင်ရွေးချယ်ရမည်။ စမ်းသပ်တံနှစ်ခုကို ဗို့အား တန်ဖိုးသိလိုသော စက်၏ တာမီနယ်နှစ်ခုတွင် တိကျစွာ ထောက်ထားပြီး၊ ဖော်ပြသော ဗို့အားတန်ဖိုးကို မှတ်သားရမည်။ အေစီဗို့အား ပေးထားချိန်တွင် ဗို့အားတန်ဖိုးတိုင်းတာခြင်းဖြစ်လေရာ၊ အန္တရာယ်များသောကြောင့်အထူးဂရုစိုက်သင့်သည်။ အထူးသဖြင့် စမ်းသပ်တံ၏ ထိပ်သံချောင်းကို ထိတွေ့မှု လုံးဝမပြုရ။ လျှပ်ကာဖုံးထားသော လက်ကိုင်နေရာကိုသာ မိမိရရ ကိုင်ထားရမည်။ သံချောင်းထိပ်ကို ထိတွေ့မိပါက ဓာတ်လိုက်နိုင်လေသည်။

အကယ်၍ မြင့်သော ဗို့အားတာခွင်ဖြင့် တိုင်းရာတွင် ရရှိသော ဗို့အားတန်ဖိုးမှာ အလွန်နိမ့်နေပါက တန်ဖိုးတိကျစွာ ဖော်ပြနိုင်ခြင်းမရှိသောကြောင့် အနီးစပ်ဆုံး ဗို့အားနိမ့်တာခွင်သို့ပြောင်းပြီး စစ်ဆေးရမည်။ အင်နာလော့ မီတာများတွင် အလိုအလျောက်စံနစ်ပါဝင်ခြင်းမရှိသောကြောင့် တာခွင်ကို သင့်တော်သလို ပြောင်းပေးဖို့ လိုအပ်သော်လည်း ဒီဂျစ်တယ်မီတာစုံများတွင် မြင့်သောတာခွင်ဖြင့် တိုင်းရာ၌ တိကျစွာ ဖော်ပြနိုင်ခြင်းမရှိသော်၊နိမ့်သောတာခွင်သို့ အလိုအလျောက်ပြောင်းပြီး၊ တိုင်းတာပေးသောကြောင့် တန်ဖိုးတိကျစွာရလေသည်။

ဒီဂျစ်တယ်မီတာစုံသည် တာခွင်ကို သင့်တော်သလို အလို အလျောက် ပြောင်းပေးနိုင်သော်လည်း ဗို့အား တိုင်းသော တာခွင်ဖြင့် လျှပ်စီးတိုင်းခြင်း ခုခံမှု တိုင်းခြင်း၊ ခုခံမှု တိုင်းသော တာခွင်ဖြင့် လျှပ်စီးတန်ဖိုးတိုင်းခြင်း၊ ဗို့အား တန်ဖိုးတိုင်းခြင်းများ ပြုလုပ်ခဲ့ပါက ဝန်ပိုခြင်း (overload) ဒဏ်ကို ခံစားရသောကြောင့်၊ မီတာပျက်ဆီးသွားမည်ဖြစ်သည်။

လျှပ်စီးတန်ဖိုးတိုင်းတာလိုသော် မည်သည့် ပတ်လမ်းအမျိုးအစားအတွက် တိုင်းတာမည်ဟု ဆုံးဖြတ်ရမည်။ မီတာစုံကို အသုံးပြုပါက အီလက်ထရွန်းနစ်

ပတ်လမ်းများ (electronic circuits) မှ အစိတ်အပိုင်းအသီးသီးကို ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသောလျှပ်စီးငယ်လေးများကိုသာ တိုင်းတာစစ်ဆေးနိုင်မည်ဖြစ်သည်။ မော်တာကြီးများ၊ ထရန်စဖော်မာကြီးများမှ လျှပ်စီးများကို တိုင်းတာရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။ ထို့ကြောင့်ပါဝါပတ်လမ်းများ (Power circuits) အတွက် ဖြစ်ပါက၊ သင့်တော်သည်။ လျှပ်စီးတိုင်းမီတာကို အသုံးပြုသင့်သည်။

အကယ်၍ မီတာဖြင့် တိုင်းတာရန်အတွက် လုံလောက်မှုမရှိပါက၊ လျှပ်စီးတာခွင် (The current range) ကို တိုးချဲ့ပေးနိုင်ပါသည်။ ထိုကဲ့သို့ လျှပ်စီးတာခွင် တိုးချဲ့ရန်အတွက် ပြင်ပရှန့်များ (external shunts) ကို ဒီစီလျှပ်စီးများ တိုင်းရန်အတွက် လျှပ်စီးထရန်စဖော်မာများ (current Trans formers) ကိုအသုံးပြုနိုင်လေသည်။

တိုင်းတာမည့် လျှပ်စီးပမာဏကို ကြိုတင်ခန့်မှန်းထားရမည်၊ ပမာဏနည်းပါက မီတာစုံဖြင့် တိုက်ရိုက်တိုင်းနိုင်သည်။ ပမာဏများလွန်းပါက ဒီစီလျှပ်စီးအတွက် ရှန့်များ အသုံးပြုရမည်။ အေစီလျှပ်စီးအတွက် သင့်တော်သည့် လျှပ်စီးထရန်စဖော်မာအသုံးပြုရမည်။

လျှပ်စီးတိုင်းလိုသော ဝန် (Load) ကို ဖြတ်စီးသည့် လျှပ်စီးကြောင်းကို (The Probes) ဖြင့် ဆက်သွယ်ပြီး၊ တိုင်းတာရသည့် ပတ်လမ်းသို့ပေးသွင်းသော ပါဝါကို ပိတ်ထားပြီး မီတာကို တပ်ဆင်ရသည်။ မီတာကို စံနစ်တကျတပ်ဆင်ပြီးသောအခါမှ ခလုတ်ဖွင့်ပြီး ပါဝါပေးရသည်။ စစ်ဆေးပြီးနောက် ခလုတ်ပိတ်ထားပြီးမှ မီတာကို ဖြုတ်လိုက်ရသည်။

ယခုအခါ ပုံ (၁-၁၀) တွင်ဖော်ပြထားသော လျှပ်စီးတိုင်းမီတာ (Current clampmeter) များ ပေါ်ပေါက်နေပြီဖြစ်လေရာ၊ လျှပ်စီးကြောင်း စီးနေသော

ပတ်လမ်းများကို ခလုတ်ပိတ်လိုက် ဖွင့်လိုက် ပြုလုပ်နေစရာမလိုတော့ပေ၊ ဗို့အားတိုင်းသကဲ့သို့ လွယ်ကူစွာ တိုင်းတာနိုင်ပြီဖြစ်သည်။ ထိုမီတာကို အင်အားကောင်းသော လျှပ်ကာဖြင့် ပြုလုပ်ထားသောကြောင့် စိတ်ချလက်ချ အသုံးပြုနိုင်မည်။

(၁၀) ဒိုင်အုတ် စစ်ဆေးနည်းများ (Diode Tests)

ဒိုင်အုတ်စစ်ဆေးနည်းဟု ဆိုသော်လည်း ပီအင်ဆုံဆက်များ (p.n.junctions) ပါရှိသော ထရန်စစ္စတာမျိုးစုံကိုလည်း စစ်ဆေးနိုင်ပါသည်။ ဒီဂျစ်တယ် မီတာစုံတစ်ခုကို အသုံးပြုပါက လုံလောက်ပါသည်။

ဒိုင်အုတ်သည် ပတ်လမ်းအတွင်း၌ ရှိနေပါက စစ်ဆေးခြင်း မပြုမီ ပတ်လမ်းကို ဓာတ်အားအဆက်အသွယ်များဖြတ်တောက်လိုက်ရသည်။ လျှပ်သိုများအားလုံးကိုသိုလှောင်ထားနိုင်သော ဓာတ်အားများထုတ်ထားလိုက်ရမည်။ ပီအင်ဆုံဆက်သို့ ဖြတ်သော လျှပ်စီးနှင့်ဗို့အားပမာဏမှာ အလွန်နိမ့်သည်။ လျှပ်စီးပမာဏမှာ မီလီအမ်ပီယာ (mA) အဆင့်မျှသာရှိသည်။ ထို့ကြောင့် တိုင်းတာရန်ခက်ခဲသောကြောင့်၊ ဆုံဆက်ဗို့အားကို တိုင်းတာလေ့ရှိသည်။

မီတာစုံ၏ စမ်းသပ်တံ (၂) ခုကို ဒိုင်အုတ်ဖြင့် အဆက်အသွယ်ငုတ် (၂) ခု၌ ထောက်ထားရမည်။ ထို့နောက် ဒိုင်အုတ်၏ ရှေ့ညွှန်းဖက်လိုက် ဗို့အားကျဆင်းမှု (the forward volt-drop) ကို စစ်ဆေးရသည်။ (500 mV) ငါးရာမီလီဗို့မှ ကိုးရာမီလီဗို့ (900 mV) အထိရှိသည်။ (0.5 V) မှ (0.8 V) အတွင်းဖြစ်ရမည်။ သို့မှသာ ဆီလီကွန်ဒိုင်အုတ်ကောင်းသည်. ပီအင်ဆုံဆက်ကောင်းသည်ဟု ဆိုနိုင်သည်။

ပြီးနောက် မီတာ၏ စမ်းသပ်တံနှစ်ခုကိုပြောင်းပြန်လှန်ပြီး နောက်ပြန်အနေအထားတိုင်းတာကြည့်သောအခါ တာခွင်အဆုံးမဖော်ပြနိုင်သော တန်ဖိုးအထိဖော်ပြနေရမည်။

အကယ်၍ ရှေ့ညွှန်းတိုင်းတာခြင်းနှင့် နောက်ပြန်တိုင်းတာခြင်း၊ နှစ်မျိုးစလုံးတွင် တာခွင်အဆုံးထိဖော်ပြနေပါက ဒိုင်အုတ်ပွင့်ပြတ်နေပြီဟု သိရသည်။ ၎င်းကို ပတ်လမ်းပွင့်အပြစ် (open circuit fault) ဟု ခေါ်သည်။

အကယ်၍ရှေ့ညွှန်းနှင့်နောက်ပြန်တိုင်းတာမှ နှစ်ခုစလုံးတွင် ဖော်ပြ သောဗို့အား တန်ဖိုးသည် တစ်ဗို့ (1 V) အောက်နိမ့်ကျနေပါက၊ ဒိုင်အုတ်သည် ပတ်လမ်းတိုအပြစ် (short-circuit fault) ဖြစ်နေပြီဟုသိရသည်။

သို့သော်ပတ်လမ်းအတွင်း စစ်ဆေးမှုတွင် မှားယွင်းမှုရှိနိုင်သောကြောင့်၊ ဒိုင်အုတ်ကို ပတ်လမ်းမှ ထုတ်ယူပြီး နောက်ပြန်ပြီး စစ်ဆေးကြည့်ဖို့လိုအပ် သည်။

(၁၁) လျှပ်စီးညှပ်မီတာ (Current-Clampmeter)

ပုံ (၁-၁၀) တွင် လျှပ်စီးတိုင်းမီတာတည်ဆောက်ပုံကိုဖော်ပြခဲ့ပြီး ဖြစ်ပါသည်။ အစီလျှပ်စီးကို တိုင်းတာသောအခါ (The clampmeter) သည် လျှပ်စီးထရန်စဖော်မာတစ်ခုကဲ့သို့ ဆောင်ရွက်လေသည်။ မီတာ၏ ညှပ်တိုင်း နိုင်သော လျှာနှစ်ခု (Tongs) ကို လျှပ်ကာဖုံးထားသော လျှပ်ကူးဝါယာပေါ်ညှပ်ပြီး တိုင်းနိုင်သည်။ ပတ်လမ်းကိုဖြတ်တောက်ပေးပြီး အမ်မီတာကဲ့သို့ တန်းဆက်ပေးဖို့ မလိုအပ်သောကြောင့် အသုံးများလာခြင်းဖြစ်သည်။ လျှပ်စီးတန်ဖိုးကို လျှပ်ကူးဝါယာ၏ ပတ်လည်၌ ဖြစ်ပေါ်နေသော သံလိုက်စက်ကွင်းအင်အား (The magnetic flux strength) ကို တိုင်းတာခြင်းဖြင့်၊ လျှပ်စီးတန်ဖိုးရရှိနိုင်သောကြောင့်

ဖြစ်သည်။ တိုင်းတာရရှိသော တန်ဖိုးကို ဒီဂျစ်တယ်ဂဏန်းများဖြင့် တိုက်ရိုက်ဖော်ပြနိုင်လေသည်။

အေစီလျှပ်စီးသာမက ဒီစီလျှပ်စီးကိုလည်း တိုင်းတာနိုင်လေသည်။ ဒီစီလျှပ်စီးအင်အားတိုင်းတာရာ၌ သံလိုက်သိပ်သည်းဆနှင့် ဗို့အား အာရုံခံကိရိယာ (Flux-voltage transducer) ဖြစ်သော ဟောအကျိုးကိရိယာ (Hall-effect device) ကိုအသုံးပြုထားသည်။

ခေတ်မီညှပ်တိုင်းမီတာများ (Modern clampmetres) သည် လျှပ်စီးသာမက၊ဗို့အားနှင့်ခုခံမှုကန့်ပါးများကိုပါ တိုင်းတာနိုင်သောကြောင့်၊ မျိုးစုံတိုင်းမီတာဟုခေါ်ဆိုနိုင်သည်။ အမြင့်ဆုံး တိုင်းတာနိုင်သော လျှပ်စီးပမာဏမှာ 1000 A ဖြစ်သည်။

အကယ်၍ လျှပ်ကာဖုံထားခြင်းမရှိသော လျှပ်စီးသယ်ဆောင်ဝါယာ ကို စစ်ဆေးရသောအခါ အထူးဂရုစိုက်ဖို့ လိုအပ်သည်။ အလွန်အဆင့်မြင့်သော ညှပ်တိုင်းမီတာများသည် စွမ်းအား Power နှင့် စွမ်းအားမြှောက်ဖော်ကိန်း (Power Factor) များကို ဧကအသွင် အေစီပတ်လမ်းများနှင့် တြိအသွင်အေစီပတ်လမ်းများ အားလုံးအတွက် အသုံးပြုနိုင်ပေမည်။

ညှပ်တိုင်းမီတာဖြင့် တိုင်းတာသောအခါ ဧက အသွင်လျှပ်ကူးဝါယာများ (Single Conductor) ကိုသာ စစ်ဆေးနိုင်သည်။ အကယ်၍ မော်တာကြီးများအတွက် အသုံးပြုထားသော မျှခြေသရီးကိုး (a balanced 3 core) နှင့် တူးကိုးကေဘယ် (2-care cable) များကို အသုံးပြုပါက ကေဘယ်၏ ပတ်ဝန်းကျင် မှ သံလိုက်ဖြတ်သန်းထုတန်ဖိုးသည် သုညဖြစ်သောကြောင့် တိုင်းတာနိုင်ခြင်း မရှိပေ။

(၁၂) အပူကြိုးစစ်ဆေးကိရိယာများ (Live-Line Tester)

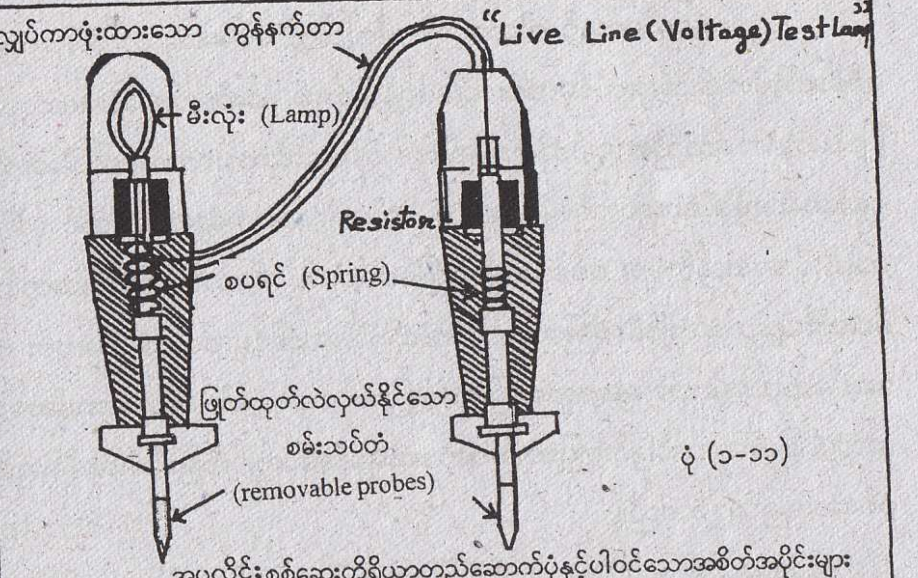
လျှပ်စစ်စက်များနှင့် ဝါယာပတ်လမ်းများကို စစ်ဆေးသောအခါ လျှပ်စစ်ဓာတ်လိုက်မှု အန္တရာယ်မှကင်းဝေးစေရန်အတွက် ဓာတ်အားအဆက်အသွယ်ဖြတ်တောက်ရသည်။ လျှပ်သိုများရှိပါက၊ သိုလှောင်ထားသော ဓာတ်အားကိုစံနစ်တကျထုတ်ပေးရသည်။ ပြီးနောက် စိတ်ချရသော အနေအထားတွင် ခုခံမှုတန်ဖိုးဗို့အားတန်ဖိုးများ စစ်ဆေးရခြင်းဖြစ်ပါသည်။ သို့သော်ပတ်လမ်းအတွင်းစီးဆင်းနေသော လျှပ်စီးကြောင်း ပမာဏလိုစစ်ဆေးခြင်း၊ ပတ်လမ်းအတွင်း ဗို့အား ရောက်နေသော နေရာရှာဖွေခြင်းများပြုလုပ်သောအခါ၊ ဓာတ်အားအဆက်အသွယ်ဖြတ်တောက်ခြင်းမပြုဘဲ၊ ဓာတ်အားရှိနေချိန် လျှပ်စီးဖြတ်စီးနေချိန်တွင် စစ်ဆေးရခြင်းဖြစ်သည်။

အကယ်၍ (500 V) ထက်ပိုမြင့်သော ဗို့အားတန်ဖိုးတိုင်းတာလိုသောအခါ ဝက်အူလှည့်အမျိုးအစား၊ နီယွန်မီးလုံးတပ်ဆင်ထားသော အပူလိုင်း စစ်ဆေးကိရိယာကိုအသုံးပြုနိုင်သည်။ အချို့သော စကဂု ဒရိုင်ဘာများတွင် နီယွန်မီးလုံးအစား၊ အလင်းလွှတ်ဒိုင်အုတ် (L.E.D) ကိုအသုံးပြုကြသည်။ အချို့ကလည်း မက္ကင်နီကယ် အင်ဒီကေတာများ (mechinical indicators) ကို အသုံးပြုကြ သည်။

ဗို့အားစစ်ဆေးကိရိယာများကို လျှပ်စစ်အလုပ်ရုံစမ်းသပ်ခုံ (The electrical workshop testpanel) ၌ အသုံးပြုကြသည်။

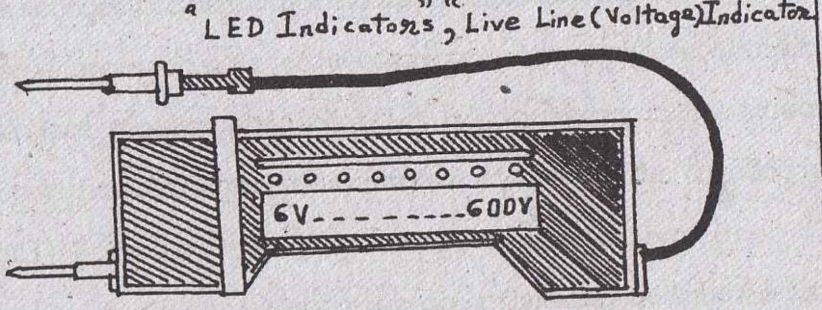
အချို့သော အိမ်လုပ်စမ်းသပ်မီးများ (Home-made test lamps) သည် ဖျူ့(စ်) တပ်ဆင်မှုမရှိခြင်း၊ လက်ချောင်းများအတွက် အကာအကွယ်များ (finger guards) မပါရှိခြင်းစသော အားနည်းချက်များကြောင့် မသုံးသင့်ပေ။

ဗို့အားမြင့် ပတ်လမ်းများကို စစ်ဆေးရသောအခါ ဗို့အားမြင့် စမ်းသပ်တံ



ပုံ (၁-၁၁)

အပူလိုင်းစစ်ဆေးကိရိယာတည်ဆောက်ပုံနှင့်ပါဝင်သောအစိတ်အပိုင်းများ



အပူ လိုင်းမှ ဗို့အားတန်ဖိုးဖော်ပြသော ကိရိယာ (Live line voltage Indicator) တည်ဆောက်ပုံ

အပူကြိုးစစ်ဆေးကိရိယာများ

(Live-Line Tester)

(High Voltage Test probe) ကိုအသုံးပြုရသည်။ ပုံ (၁-၁၁) တွင် အပူလိုင်းစစ်ဆေးကိရိယာတည်ဆောက်ပုံနှင့်ပါဝင်သောအစိတ်အပိုင်းများကိုဖော်ပြထားပါသည်။ အစိတ်အပိုင်းများမှာ (၁) မီးလုံး (Lamp) (၂) စပရင် (Spring) (၃) ဖျူ့(စ်) နှင့် (၄) ဖြုတ်ထုတ်လဲလှယ်နိုင်သော စမ်းသပ်တံ (removable probes) တို့ဖြစ်ကြသည်။ စမ်းသပ်တံနှစ်ခုကို လျှပ်ကာဖုံးထားသော ကွန်နက်တာ (Intsulated connector) ဖြင့် ဆက်သွယ်ပေးထားသည်။ ပုံ (၁-၁၂) တွင် အပူလိုင်းမှ ဗို့အားတန်ဖိုးဖော်ပြသော ကိရိယာ (Live line voltage Indicator) တည်ဆောက်ပုံကိုဖော်ပြထားပါသည်။ စမ်းသပ်ရရှိသော ဗို့အားတန်ဖိုးသည် (6 V) ဖြစ်ပါက၊ (LED) မီးလုံးတစ်ခုလင်းပြီး အချက်ပေးမည်ဖြစ်သည်။ အကယ်၍ ဗို့အား (600 V) ရှိပါက (L.E.D) မီးလုံးအားလုံးလင်းမည်ဖြစ်သည်။

(၁၃) လျှပ်စစ်ပိုင်းဆိုင်ရာ အထွေထွေပြုပြင်ထိန်းသိမ်းနည်း General Electrical Maintenance)

လျှပ်စစ်စက်များသည် စဉ်ဆက်မပြတ်လှုပ်ရှားလုပ်ဆောင်နေရသောကြောင့်၊ အချိန်ကာလအတိုင်းအတာကြာရှည်လာသောအခါ ပွန်းစားပျက်ဆီးလာရလေသည်။ ထိုအခါများတွင် ဆက်လက်ပြီး အသုံးပြုနေပါက မမျှော်လင့်သောအချိန်တွင် ဆိုးဆိုးဝါးဝါးဒုက္ခပေးလာမည်ဖြစ်သည်။ ထိုကဲ့သို့ မလိုလားအပ်သောဆိုးကျိုးများဖြစ်ပေါ်လာခြင်းမရှိစေရန်အတွက် သတိဝိရိယထားပြီး အချိန်မှန်မှန် စစ်ဆေးပြုပြင်ခြင်းပြုလုပ်ပေးသင့်သည်၊ သို့မှသာ လျှပ်စစ်စက်များကို အချိန်ကာလအတိုင်းအတာကြာရှည်မှာ သက်တမ်းဖြည့်အသုံးပြုနိုင်မည်ဖြစ်သည်။ ခြောက်သွေ့သောနေရာများတွင် အသုံးပြုပါက ဒုက္ခသိပ်မပေးနိုင်သော်လည်း

စိုစွတ်သော ဒေသများတွင် အသုံးပြုပါကများစွာ ဒုက္ခပေးတတ်လေသည်။ ရေခိုးရေငွေ့များနှင့်ပတ်သက် ဆားငန်ရေများပါသော လေထုသည် လျှပ်စစ်စက်များကို ဆိုးဆိုးဝါးဝါးဒုက္ခပေးတတ်လေသည်။

ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းရေးအင်ဂျင်နီယာသည် စက်အားလုံးကြုံတွေ့နေရသော အခြေအနေကို အသေးစိတ်သိထားရမည်။ သို့မှသာ စက်တစ်ခုခု၏ လုပ်ဆောင်မှုသည် ပုံမှန်လုပ်ဆောင်မှုမဟုတ်ကြောင်း သိရသည်နှင့် ထိုစက်ကို အမြန်ဆုံးပြုပြင်ရမည်ဖြစ်သည်။ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းနည်း (၃) မျိုးရှိသည်။ ၄င်းတို့မှာ

(၁) ပျက်ဆီးသောအခါမှ ပြုပြင်နည်း (Breakdown maintenance)

(၂) ကြိုတင်ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းနည်း (Plannel maintenance) နှင့်

(၃) စက်အခြေအနေမပျက်စေရန် ကြိုတင်ပြုပြင်နည်း (Condition manitoring)

တို့ဖြစ်ကြသည်။

ကျွန်တော်တို့ နိုင်ငံကဲ့သို့ စက်မှု၊ လျှပ်စစ်၊ အတတ်ပညာနည်းပညာပိုင်းတွင် လွန်စွာချို့တဲ့အားနည်းနေသောနိုင်ငံများတွင် ပေါ့ပေါ့ဆဆ လုပ်ဆောင်လေ့ရှိသောကြောင့်၊ စက်များ၏ လုပ်ဆောင်မှုအခြေပျက်စတွင်၊ ဘယ်လိုမှ ကြိုတင်သတိထားမိခြင်း မရှိတတ်ပေ။ ထိုကြောင့် စက်ပျက်လေတော့သည် စက်ရပ်လေတော့သည် စက်ရပ်သွားသောအခါမှသာ စက်ရပ်သွားသည်၊ အကြောင်းရင်းကို ရှာဖွေပြီး ပြုပြင်ပေးရလေသည်။ ထိုအခါ အပ်နှင့် ထွင်းနိုင်သော အခြေအနေကို ပုဆိန်နှင့် ထွင်းရသော အနေအထားသို့ရောက်လေတော့သည်။ အချိန်မှန်မှန် စစ်ဆေးပြုပြင်သွားပါက၊ ဆက်လက်အသုံးပြုနိုင်သော စက်များကို စွန့်ပစ်ရလေတော့သည်။ အသစ်လဲပေးရလေတော့သည်။

အကယ်၍ အချိန်မှန်မှန် စစ်ဆေးပြီး လိုအပ်သလို ပြုပြင်သွားပါက၊

အလုပ်ရှုပ်အလုပ်ရှုပ်သော်လည်း ငွေကုန်သက်သာသည်၊ စက်များကို သက်တမ်းပြည့်အသုံးပြုနိုင်သည်။ ပုံမှန်စစ်ဆေးသောအခါ လျှပ်ကာအင်အား စစ်ဆေးခြင်း (Insulation Testing) နှင့် တုန်ခါမှုစစ်ဆေးခြင်း (Vibration Testing) တို့ပြုလုပ်ပေးရလေသည်။ ပျက်ဆီးမမှ ပြုပြင်သောအခါ လည်ပတ်လုပ်ဆောင်လျက်ရှိသောလုပ်ငန်းများ ရပ်ဆိုင်းသွားသည်။ ထို့ကြောင့် ကုန်ထုတ်လုပ်မှု ကျဆင်းသည်။ အပိုင်းလိုက်ပြုပြင်ရမည့် နေရာတွင် စက်ပြီးတစ်ခုလုံးလဲလှယ်ပေးရသောကြောင့် ကုန်ကျစရိတ်ပိုများသည်။

အချိန်မှန်မှန် စစ်ဆေးခြင်းဖြင့် ကွန်တက်များ (Contacts) လောင်ကျွမ်းမှု၊ မော်တာကွိုင်လောင်မှုများ၊ သက်သာလေသည်၊ လျှပ်ကာခုခံမှုတန်ဖိုးကြီးမားစွာ လျော့နည်းခြင်းမဖြစ်မီ ပြုပြင်ပေးဖို့လိုအပ်သည်။

အကယ်၍မီးပွားများ (Hot-spot) များထုတ်လွှတ်ပါက အန္တရာယ်ကင်းသော အကွာအဝေး (Safe distance) မှ နေ၍ကင်မရာဖြင့် ဓာတ်ပုံရိုက်ယူခြင်း၊အနီအောက်ရောင်ခြည်အာရုံခံကိရိယာ (Infra-red detector) အသုံးပြုပြီး စစ်ဆေးခြင်းများ ပြုလုပ်နိုင်လေသည်။

---

(၁၄)ပြစ်ချက် ရှာဖွေနည်း (Fault Finding)

ပြစ်ချက်ရှာဖွေစစ်ဆေးသောအဆင့်သို့၊ နေချင်း၊ ညချင်း မရောက်နိုင်ပေ၊ နှစ်ကာလအတိုင်းအတာတစ်ခု အထိအရင်းအနှီးပြုပြီး လျှပ်စစ်ပညာကို သိအိရှိ ပိုင်းအရကောင်းစွာနားလည်သဘောပေါက်ဖို့ကြိုးစားထားရမည်။ ဒါကလည်း ခက်ခဲတဲ့အလုပ်တော့ မဟုတ်ပါ၊ အဖိုးတန် လျှပ်စစ်နည်းပညာများကို ကာတွန်း စာအုပ်လိုဈေးမျိုးနဲ့ ကျွန်တော်ရေးပေးနေပါတယ်၊ ကျွန်တော်တို့ဟာ တက္ကသိုလ်တက်စဉ် နိုင်ငံတော်မှာ

လျှပ်စစ်ပညာရပ်စာအုပ်၊ စက်မှုပညာရပ်စာအုပ်၊ စက်မှုအဘိဓာန်၊ လျှပ်စစ်အဘိဓာန်တွေမရှိပါ၊ အပျော်ဖတ် သုတ၊ ရသစာပေတွေ သာလျှင် ထွန်းကားခဲ့သည်။ မြန်မာ့စာပေသမိုင်းကို လေ့လာလိုက်သောအခါ ပဒေသရာဇ်ခေတ်က ရှင်ဘုရင်နဲ့ မိဖုရားကို ကပ်ဖားယပ်ဖားလုပ်တဲ့ (ဘုန်းတော် ဖွဲ့စာပေတွေ၊ ကဗျာတွေပဲထွန်းကားခဲ့သည်။ နောင်လည်း ထွန်းကားနေဦး မည်ဖြစ်သည်။ အတတ်ပညာစာအုပ်ဖတ်မှ မိမိဘဝ၊ မိသားစုဘဝ၊ အမိနိုင်ငံတော် ထွန်းကားမယ်ဆိုတဲ့ အသိတရား ရလာချိန်ထိ ကျွန်တော်ကတော့ ကြိုးစားသွား မှာပါ။

အခုလို လက်တွေ့လုပ်ငန်းအတတ်ပညာတွေ၊ လုံလောက်စွာ ရပြီးတဲ့အခါ လက်တွေ့လုပ်ငန်းခွင်မှာ နှစ်ကာလအတိုင်းအတာတစ်ခုအထိ လက်တွေ့လုပ်ရမည်၊ စာတွေ့ လက်တွေ့ကျွမ်းကျင်လာတဲ့အခါ၊ တတ်တဲ့ ပညာမနေသာ ဆိုသလိုပေါ့ ပြစ်ချက်ရှာဖွေတတ်လာမှာပါ။

ဒီနေ့ငွေရရင်၊ ဒီနေ့သူဌေးဖြစ်ပါတယ်၊ ဒါပေမယ့် အရည်းအချင်းဆိုတာ ဒီနေ့ကစပြီး ကြိုးစားရင် နောင်နှစ်ကာလအတော်လေးကြာမှ အရည်အချင်းပြည့်ဝတာပါ၊ အရည်အချင်းပြည့်ဝတော့ ဘာဖြစ်သလဲ၊ လူချင်းတူပေမယ့်၊ တန်ဖိုးချင်းကွာတာပေါ့၊ "လမ်းခင်းတဲ့ စကျင်ကျောက်နဲ့ ပြည်တန်ပတ္တမြား၊ တန်ဖိုးချင်းမတူသလိုပေါ့၊ လူဖြစ်ပြီး ဘာမျှအရည်အချင်းမရှိပါက၊ ဆန်ကုန်မြေလေးပဲ၊ တန်ဖိုးမရှိဘူး၊ ပြစ်ချက်ရှာဖွေသူသည် လျှပ်စစ်စက်များ၏ တည်ဆောက်ပုံကို သိထားရမည်။ မှတ်ဉာဏ်ကောင်းရမည်။ ဆင်ခြင်တွေးတောနိုင်စွမ်းရှိရမည်။ စက်မှုစွမ်းရည်နှင့် လျှပ်စစ်စွမ်းရည်များရှိရမည်၊ လုပ်ငန်းကျွမ်းကျင်မှုရှိရမည်။ ပြစ်ချက်ရှာဖွေဖယ်ရှားရေးဆွဲနိုင်စွမ်းရှိရမည်။ ပြစ်ချက်ရှိသော အပိုင်းကို အတိအကျ ရှာဖွေပြီးသောအခါ စံနစ်တကျဖြုတ်ထုတ်လဲလှယ်ပေးရမည်။

အခန်း(၂)

လျှပ်စစ်ဓာတ်အားဖြန့်ဝေခြင်း (Electrical Distribution)

(၁) ပါဝါဖြန့်ဝေစံနစ် (Power Distribution system)

ပါဝါကို သတ်မှတ်ဧရိယာအတွင်း ဖြန့်ဝေပေးရသည်။ ထို့ကဲ့သို့ ဖြန့်ဝေသောအခါ ပါဝါအနည်းအများပမာဏအပေါ် အခြေခံပြီး အကာအကွယ်အဖြစ် ဖျူ့(စ်)များနှင့်ဆားကစ်ဘရိတ်ကာများအသုံးပြုရလေသည်။ သို့မှသာ တစ်စုံတစ်ခုသော ပြစ်ချက်ဖြစ်ပေါ်ပါက အန္တရာယ်ပေးမည့် လျှပ်စီးကို လျှင်မြန်စွာ ဖြတ်တောက်နိုင်မည်ဖြစ်သည်။ ဗို့အားနိမ့်ဖြန့်ဝေအပိုင်းနှင့် ဗို့အားဖြင့်ဖြန့်ဝေအပိုင်းများကို ဆက်သွယ်ရန် ထရန်စဖော်မာခံပြီး ဆက်သွယ်ပေးရလေသည်။

ပါဝါဖြန့်ဝေစံနစ်တစ်ခုတွင် မော်နီတာများ (Monitors) တပ်ဆင်ပေးထားရလေသည်။ မော်နီတာများ၏ တာဝန်မှာ ပါဝါဗို့အားနှင့် လျှပ်စီးတို့ကို ပုံမှန်အနေအထားရှိမရှိ ထိန်းချုပ်ပေးရန်ဖြစ်သည်။ ပုံမှန်မရှိသော အခါ၊ ချက်ချင်းလျှင်မြန်စွာ ဖြတ်တောက်ပစ်ရန်အတွက် ရီလေးများ (Relays) ကို အသုံးပြုထားသည်။ အဓိကထိန်းချုပ်ဗဟို (maincontrol Center) တွင် လျှပ်စီးလွန်ကဲစွာမြင့်တက်လာခြင်းများ (Over Currents) နှင့် မြေစိုက်ပြစ်ချက်များ (earth- faults) ဖြစ်ပေါ်လာသောအခါ အခြားသော အစိတ်အပိုင်းများ ပျက်စီးခြင်း မဖြစ်မှီ၊ ပတ်လမ်းကို အဆက်အသွယ်ဖြတ်တောက်ထားလိုက်ရလေသည်။

---

(၂) အဓိကထောက်ပံ့ပိုင်း (Main Supply)

နေအိမ်များတွင်ဖြစ်စေ၊ စက်ရုံအလုပ်ရုံကြီးများ တွင်ဖြစ်စေ၊ ပင်လယ်ကူးသင်္ဘောကြီးများတွင် ဖြစ်စေ၊ အေစီပတ်လမ်း (a.c network) ကို ပို၍

အသုံးများကြသည်။ အေစီလျှပ်စီး၏ ကောင်းကွက်များမှာ လိုအပ်သော အတိုင်းအတာအထိ အတိုး၊ အလျှော့ပြုလုပ်နိုင်ခြင်းစွမ်းအားနှင့် အလေးချိန်အချိုး (Power/weight ratio) မြင့်မားခြင်း၊ ထုတ်လုပ်မှုစရိတ်နည်းခြင်းလွယ်ကူစွာဖြန့်ဝေနိုင်ခြင်းစသော ကောင်းကွက်များရှိသည်။

တြီအသွင်အေစီ (Three Phase a.c) ကိုအသုံးပြုပြီး လျှပ်ညှို့မော်တာကြီးများ (Induction Motors) နှင့် ရိုထရီစက်မှုစွမ်းအား (Rotary mechanical power) ထုတ်ပေးသော စက်များကို မောင်းနိုင်ခြင်းစသော ကောင်းကွက်များရှိလာလေသည်။

ပါဝါလိုင်းတွင် တြီအသွင်အေစီ၊ဝါယာသုံးခု၊ လေးရာ့လေးဆယ်ဗို့ လျှပ်ကာဖုံး နမူထရယ်စံနစ် (3-phase a-c, 3 wire 440 Vinsulated - neutral system) ကို အသုံးပြုကြလေသည်။ အသုံးများသော ကြိမ်နှုန်း (Frequency) တန်ဖိုး မှာ (50 Hz) နှင့် (60 Hz) ဖြစ်သည်။ ဥရောပတွင် ကြိမ်နှုန်း (50 Hz) ကို အသုံးပြုပြီး၊ အမေရိကန်၊ ဂျပန်စသော စက်မှုထိပ်သီးနိုင်ငံကြီးများတွင် အချို့ညီသော ကြိမ်နှုန်း (60 Hz) ကိုအသုံးပြုကြသည်။

မီးထွန်းခြင်းနှင့် စွမ်းအားနိမ့်လိုအပ်ချက်အတွက် အသုံးပြုကြသော ဧကအသွင် စွမ်းအားထောက်ပံ့ပိုင်းများတွင် ခေတ်ဟောင်းအမျိုးအစား၌ (220 Va.c) ကိုအသုံးပြုကြပြီး နောက်ပိုင်းတွင် (110 V.a.c) ကိုပြောင်းလဲအသုံးပြုလာကြသည်။ (440 V) စံနစ်ကို ဗို့အားလျှော့ချထရန်စဖော်မာ (Step Down Transformer) ခံပြီး (220 V, 110 V) များ သို့လွယ်ကူစွာ ပြောင်းပေးနိုင်သည်။

တြီအသွင်နှင့် ဧကအသွင်ပတ်လမ်းအားလုံးတွင် အကာအကွယ်ကိရိယာအဖြစ် ခလုတ်များ၊ ဆားကတ်ဘရိတ်ကာများနှင့် ရီလေးများကို အသုံးပြုကြ

သည်။ ခလုတ်နှင့် ဖျူ့(စ်) တို့က လျှပ်စီးပတ်လမ်းကို အပြီးသတ်ဖြတ်တောက်ပေးလေသည်။ ရီလေးနှင့် ဆားကတ်ဘရိတ်ကာတို့က အန္တရာယ်ပေးသော လျှပ်စီးဖြတ်စီးလာချိန်တွင်သာဖြစ်တောက်ပေးပြီး နောက်ပုံမှန်လျှပ်စီး စီးဆင်းလာသောအခါ ဆက်လက်ခွင့်ပြုလေသည်။

နေအိမ်များအတွက် အရေးပေါ်ထောက်ပံ့လိုင်းများ (Emergency Supplies) လိုအပ်ခြင်းမရှိသော်လည်း စက်ရုံအလုပ်ရုံကြီးများအတွက် အရေးပေါ်ထောက်ပံ့လိုင်းများ လိုအပ်လေသည်။ အကောင်းဆုံးမှာ အရံမီးစက် တပ်ဆင်ထားခြင်းဖြစ်သည်။

ဂျင်နရေတာ လုပ်ဆောင်ချိန်တွင် ဝန်ပိုမှုကို ကာကွယ်ရန် အတွက် အကာအကွယ်အဖြစ် ဝန်ပိုရီလေး (Overload relay) တပ်ဆင်အသုံးပြုရမည်။ ၄င်းကို (a preference trip relay) ဟု ခေါ်သည်။ ဂျင်နရေတာတွင် ဝန်ပိုခြင်းဆက်လက်ဖြစ်ပေါ်နေပါက ရီလေးသည် သတိပေးကိရိယာ (alarm) ကို လုပ်ဆောင်စေမည်ဖြစ်သည်။ ၄င်းသည် ဂျင်နရေတာကို ထိရောက်စွာ ကာကွယ်ပေးလေသည်။ ထို့ကြောင့် ဂျင်နရေတာလောင်ကျွမ်းဖျက်ဆီးခြင်းမရှိဘဲ၊ ဆက်လက်ထောက်ပံ့နိုင်စွမ်းရှိလာလေသည်။

ဂျင်နေရေတာတစ်ခုတွင် လျှပ်စီးလွန်ကဲမှု အကာအကွယ်ရီလေးတစ်ခု (Over current relay) နှင့် (Preference over load relax) တစ်ခု တပ်ဆင်ပေးထားရသည်။ ဝန်ပိုလျှပ်စီးကြောင့်ဖြတ်စီးလာသည်နှင့် စက္ကန့် ၂၀ စောင့်ပြီးနောက် အချက်ပေးမည်ဖြစ်သည်။ ထိုအခါ တိုင်မင်ရီလေး (Timing Relay) က အန္တရာယ်ရှိသော ပတ်လမ်းများကို ၅ စက္ကန့်၊ ၁၀ စက္ကန့်၊ ၁၅ စက္ကန့် စသည်ဖြင့် အချိန်ခွဲပြီး၊ တစ်ခုပြီးတစ်ခု ဖြတ်တောက်သွားမည်ဖြစ်သည်။

နောက်ပိုင်းနည်းပညာပို၍တိုးတက်လာသောအခါ ပေါင်းစပ်အီလက်ထရွန်းနစ်ရီလေးများ (Combined electronic relay) ကိုအသုံးပြုလာကြလေ သည်။ အီလက်ထရွန်းနစ်ရီလေးသည် လွန်ကဲလျှပ်စီးနှင့် ပြောင်းပြန်ပါဝါ (reverse power) တို့ကို ထိန်းချုပ်ပေးနိုင်သည်။

ယခုအခါ အလွန်ကြီးမားသော စက်ရုံအလုပ်ရုံကြီးများနှင့် ပင်လယ်ကူးသင်္ဘောကြီးများတွင် ဂျင်နရေတာအတွက် အကာအကွယ်များ စံနစ်တကျ ဝန်ခွဲဝေမှုများကို ကွန်ပျူတာထိန်းချုပ်စံနစ်အသုံးပြုပြီး ထိန်းချုပ်လာကြလေသည်။

---

(၃) အရေးပေါ်ဓာတ်အားထောက်ပံ့ပိုင်း (Emergency Supply)

ဆေးရုံကြီးများ၊ ကုန်တိုက်ကြီးများ၊ စက်ရုံအလုပ်ရုံကြီးများတွင် အရေးပေါ်ဓာတ်အားထောက်ပံ့ပိုင်းကို မဖြစ်မနေအသုံးပြုရလေသည်။ ပင်လယ်ကူးသင်္ဘောကြီးများတွင် အဓိကစွမ်းအားပေးသော ဂျင်နရေတာချွန်ယွင်းသွားသည်နှင့်အရေးပေါ်ဂျင်နရေတာကို မောင်းရလေတော့သည်။ အရေးပေါ်ဓာတ်အားထောက်ပံ့ပိုင်းအတွက် ဂျင်နရေတာကိုသာမက ဘတ်ထရီအိုးများကိုလည်း အသုံးပြုနိုင်သည်။ အရေးပေါ်ဓာတ်အားပေးပိုင်းသည် မည်သည့် အရာကိုမျှ မှီခိုခြင်းမဖြစ်သင့်ပေ၊ အရေးပေါ်သုံးဘက်ထရီကို အားဖြည့်ရာတွင် အေစီပင်ရင်းကို အသုံးပြုရသော်လည်း၊ အေစီဗို့အားရနေချိန်တွင် အားပြည့်သည်အထိ ကြိုတင်ဓာတ်အားသွင်းပေးထားဖို့လိုအပ်သည်။

အရေးပေါ် လျှပ်ထုတ်စက်ကို စက်နိုးရာတွင် စက်သေးပါက လက်ဖြင့်လှည့်နိုးသော ပုံစံကို အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ သို့သော် အင်ဂျင်စက် အရွယ်ကြီးပါက လျှပ်စစ်စက်နိုးစံနစ်ကို အသုံးပြုရမည်ဖြစ်သည်။ ထိုအခါ စတက်တင်းမော်

တာကို ဓာတ်အားပေးသွင်းမည့် ဘတ်ထရီသည် ဓာတ်အားပြည့်နေဖို့လိုသည်။

အရေးပေါ်သုံးဘက်ထရီမှ ရသော ဒီစီဗို့အားကို အေစီပတ်လမ်း၌ အသုံးမပြုနိုင်သောကြောင့် ဒီစီကို အေစီပြောင်းပေးသော အင်ဗာတာ (Inverter) ခံပေးဖို့လိုအပ်သည်။ လက်တွေ့အသုံးပြုသော အခါ အေစီမီးပြတ်တောက်သွားသည်နှင့် အင်ဗာတာက ချက်ချင်းဓာတ်အားထုတ်ပေးသော အနေအထားမျိုးဖြစ်ရန် ခလုတ်ခုံများကို စီစဉ်ထားရမည်။ ပုံ (၂-၁) တွင်အရေးပေါ် ပါဝါထောက်ပံ့လိုင်းကို ဖော်ပြထားပါသည်။

စက်ရုံကြီးများနှင့် ပင်လယ်ကူးသင်္ဘောကြီးများတွင် ဘတ်ထရီကို၊ အရေးပေါ်မီးစက်မမောင်းမီ မှောင်ကျသွားခြင်းမဖြစ်စေရန်အတွက် ယာယီ မီးထွန်းခြင်းအတွက်သာ အသုံးပြုကြသည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် ဘတ်ထရီမှ ထုတ်ပေးနိုင်သော အတိုင်းအတာ (AmpHours) မှာ အလွန်နိမ့်သောကြောင့်ဖြစ်သည်။

အရေးပေါ်မီးထွန်းစံနစ်ကို အလိုရှိပါက ချက်ချင်းအရေးယူဆောင်ရွက်နိုင်စေရန်အတွက် အဆင်သင့် အနေအထားရှိစေရမည်။

---

(၄) လျှပ်ကာဖုံးနှင့် မြေစိုက်နယူထရယ်စံနစ်များ (Insulated and Earthed Neutral System)

လျှပ်ကာဖုံးစံနစ်ကို အသုံးပြုခြင်းဖြင့် မတော်တဆဓာတ်လိုက်မှု မရှိနိုင်တော့ပေ၊ မြေစိုက်စံနစ်သည်လည်း နယူထရယ် ပွိုင့်ကို မြေစိုက်နှင့် ဆက်သွယ်ထားသောကြောင့်၊ ဓာတ်လိုက်မှုအန္တရာယ်မရှိတော့ပေ၊ ဗို့အားမြင့်စံနစ်များ၊အထူးသဖြင့် ဗို့အားတစ်ထောင်ထက်ပိုမြင့်သော စံနစ်များတွင်မြေစိုက်ခြင်း

ကိုစံနစ်တကျပြုလုပ်ပေးရသည်။

ပင်လယ်ကူးသင်္ဘောကြီးများတွင် မြေစိုက်ပြုလုပ်သော ယူထရယ်မြေစိုက်လျှပ်ခံ (neutral earthing resistar NER)ကို အသုံးပြုရသည်။ အကယ်၍မြေစိုက်ကို ဟန့်တားမှုမြင့်သော ထရန်စဖော်မာခံပြီး၊ အသုံးပြုပါက မြေစိုက်ပြစ်ချက်လျှပ်စီး(earth fault current)ကို ထိရောက်စွာ တားဆီးဟန့်တားနိုင်လေသည်။

လျှပ်စစ်ပတ်လမ်းတစ်ခုတွင် အဓိကအကျဆုံးသော အစိတ်အပိုင်းနှစ်ခုရှိသည်။ ၄င်းတို့မှာ လျှပ်ကူးဝါယာ (Conductor)နှင့် လျှပ်ကာ (Insulation)တို့ဖြစ်ကြသည်။ လျှပ်ကူးဝါယာသည် ၄င်းကိုဖြတ်ပြီး၊ လျှပ်စီးကြောင်းကိုဖြတ်သန်းခွင့်ပြုသည်။ လျှပ်ကာ၏ တာဝန်သည် လျှပ်စီးကို ဓာတ်အတွင်း၌သာဖြတ်စီးစေရန် ဖြစ်သည်။

ပုံ(၂-၂)တွင် လျှပ်ကာဖုံးနှင့် မြေစိုက် နယူထရယ်စံနစ်များကို နှိုင်းယှဉ်ဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံ(A)တွင် ကေအသွင် အေစီ၊ လျှပ်ကာဖုံး နယူထရယ် (Single Phase A.C.Insulated Neutral)တည်ဆောက်ပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။

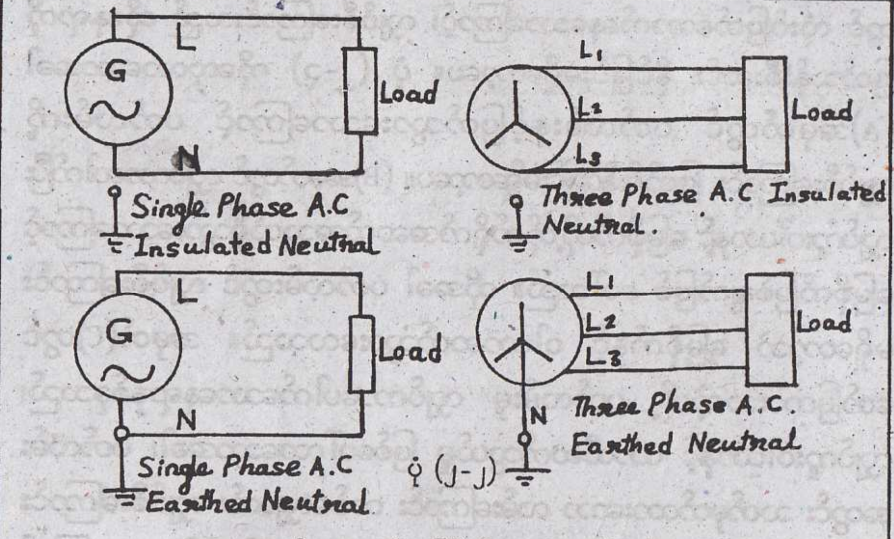
ပုံ(D)တွင်တြိအသွင်အေစီ မြေစိုက်နယူထရယ် (Three Phae A.C Earthed Neutral)ပတ်လမ်းတို့ကို ဖော်ပြထားပါသည်။

ပတ်လမ်းတစ်ခုတွင် ဖြစ်ပေါ်နိုင်သော ပြစ်ချက်သုံးခုရှိသည်။ ၄င်းတို့မှာ

(၁) ပတ်လမ်းပွင့်ပြစ်ချက် (Open-Circuit faulty)

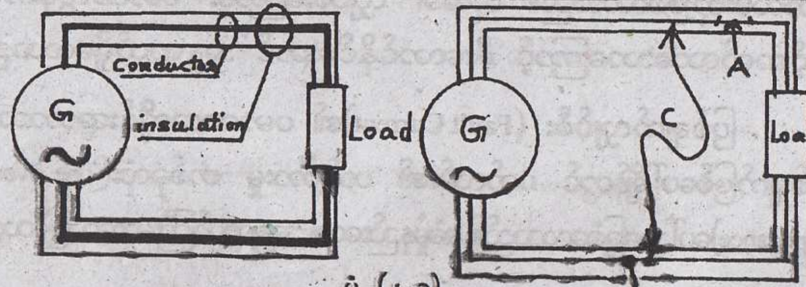
(၂) မြေစိုက်ပြစ်ချက် (An eath fault)နှင့်

(၃) ပတ်လမ်းတို့ပြစ်ချက် (Short-Circuit Faulty) တို့ ဖြစ်သည်။



ပုံ (၂-၂)

လျှပ်ကာဖုံးနှင့် မြေစိုက် နယူထရယ်စံနစ်များ



ပုံ (၂-၃)

(A)အမှတ်တွင် ပတ်လမ်းနှင့်ပြတ်သွားသောကြောင့် လျှပ်စီးကြောင်း ဖြတ်စီးနိုင်ခြင်း မရှိတော့ပေ။ (B)အမှတ်တွင် လျှပ်ကာပေါက်ပြီး လျှပ်ကူးဝါယာနှင့် မြေစိုက်တို့တိုက်ရိုက်အဆက်အသွယ်ရှိသွားသောကြောင့် မြေစိုက်ပြစ်ချက်ဖြစ် ပေါ်သည်။ ထိုအခါ ပတ်လမ်းတွင် လျှပ်စီးကြောင်း မရှိတော့ဘဲ မြေစိုက်နှင့် ဝါယာဆက်သွားလေသည်။ လျှပ်ကာပေါက်သော အမှတ် (C)နေရာမှ လျှပ်စီးကြောင်း မြင့်တက်လာသောကြောင့် မီးလောင်နိုင် သည်။

ပတ်လမ်းပွင့် ပြစ်ချက်ဖြစ်ပေါ်နေသောအခါပတ်လမ်းပါသည့်တစ်နေရာတွင် လုံးဝပြတ်တောက်နေသောကြောင့်၊ လျှပ်စီးကြောင်းသည် ထိုနေရာကို ဖြတ်သန်းစီးဆင်း နိုင်ခြင်းမရှိတော့ပေ။ ပုံ (၂-၃) ကိုလေ့လာသောအခါ (A)အမှတ်တွင် ပတ်လမ်းနှင့်ပြတ်သွားသောကြောင့် ပတ်လမ်းကို လျှပ်စီးကြောင်း ဖြတ်စီးနိုင်ခြင်းမရှိတော့ပေ။ (B)အမှတ်တွင် လျှပ်ကာပေါက်ပြီး လျှပ်ကူးဝါယာနှင့် မြေစိုက်တို့တိုက်ရိုက်အဆက်အသွယ်ရှိသွားသောကြောင့် မြေစိုက်ပြစ်ချက်ဖြစ် ပေါ်သည်။ ထိုအခါ ပတ်လမ်းတွင် လျှပ်စီးကြောင်း မရှိတော့ဘဲ မြေစိုက်နှင့် ဝါယာဆက်သွားလေသည်။ အမှတ်(C)တွင် ဖော်ပြထားသကဲ့သို့ ပတ်လမ်းမှ လျှပ်ကာပေါက်သောနေရာနှစ်ခုသည်၊ လျှပ်ကူးဝါယာနှင့် ယာယီဆက်သွယ်မှု ဖြစ်ပေါ်လာသောအခါ၊ ပတ်လမ်းအတွင်း သတ်မှတ်ထားသော လမ်းကြောင်း တစ်လျှောက်၊ လျှပ်စီးကြောင်း ဖြတ်သန်းစီးဆင်းမှုမရှိဘဲ အမှတ်(C)နေရာမှ စီးဆင်းသောကြောင့် ပတ်လမ်းတိုဖြစ်လာသည်။ ထိုအခါ လျှပ်စီးကြောင်း ပမာဏလွန်ကဲစွာ မြင့်တက်လာသောကြောင့် မီးလောင်နိုင်အောင် အန္တရာယ်ရှိလေသည်။

ပြစ်ချက်လျှပ်စီး (Fault Current)၏ ပမာဏအတိုင်းအတာသည် ပြစ်ချက်ဖြစ်ပေါ်ချိန်တွင် ပတ်လမ်း၏ ဟန့်တားမှု တစ်ခုလုံး(The overalli mpedance)ပေါ်အခြေခံလေသည်။ ခုခံမှုနည်းလေ၊ အန္တရာယ်ကြီးမားလေဖြစ်သည်။

ပုစ္ဆာမေးခွန်း

(၁၀) အမ်ပီယာအသုံးပြုသော မော်တာတစ်လုံးသည် 220V လျှပ်ကာဖုံးစနစ်ဖြင့် လုပ်ဆောင်နေသည်။ ဓာတ်အားပေးသွင်းနေသော ကေဘယ်၏ စုစုပေါင်းဟန့်တားမှုတန်ဖိုးသည် (0.01 အုမ်း)ရှိသည်။

(က) ပတ်လမ်းပွင့်ပြစ်ချက်ဖြစ်ပေါ်လာသော် လျှပ်စီးတန်ဖိုးကို ရှာပါ။

(ခ) မြေစိုက်ပြစ်ချက်ပတ်လမ်းဖြစ်ပေါ်လာသောအခါ ရှိလာသည့် လျှပ်စီး ပမာဏကိုရှာပါ။

(ဂ) ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက်ဖြစ်ပေါ်သော အခါရှိလာမည့် လျှပ်စီပမာဏကို ရှာပါ။

အဖြေ

(က) ပတ်လမ်းပွင့်ဖြစ်သော ပတ်လမ်း၏ ခုခံမှု တန်ဖိုးသည် အနန္တ (infinite) အထိမြင့်တက်လေသည်။ ထိုအခါ

$$I = \frac{V}{B} = \frac{220V}{\alpha\Omega}$$ =သုည (Zero)ဖြစ်သည်။

(ခ) မြေစိုက်ပြစ်ချက်သည် ပတ်လမ်းအတွင်းစီးဆင်းနေသော လျှပ်စီးကြောင်းကို တစ်စုံတစ်ရာထိခိုက်မှုမရှိပေ၊ ထို့ကြောင့် လျှပ်စီးပမာဏမှာ ၁၀ အမ်ပီယာဖြစ်သည်။

(ဂ) ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက်သည် ကေဘယ်အတွင်း ကူးစက်ခြင်းကြောင့်၊ ဟန့်တားမှု ခုခံမှု တန်ဖိုးသည် (0.01 Ω)မျှသာရှိလေသည်။

$$I_{shot} = \frac{V}{Z} = \frac{220V}{0.01\Omega} = 22{,}000\ A$$ သို့မဟုတ် (22 ကီလိုအမ်ပီတာ ဖြစ်သည်)။

မြေစိုက်ပြစ်ချက်ဖြစ်ပေါ်ခြင်းသည်၊ လျှပ်စစ်ဝါယာပတ်လမ်းနှင့် လျှပ်စစ်စက်များမှ လျှပ်ကာပျက်စီးခြင်းနှင့် ဝါယာအဆက်အသွယ်ချောင်နေခြင်းတို့ကြောင့်ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် လျှပ်စီးကြောင်းစီးနေသော ဝါယာသည်၊ သတ္တုကိုယ်ထည်နှင့် ဆက်သွယ်မိပြီး၊ မြေစိုက်ပြစ်ချက်ကိုကာကွယ်ရန်အတွက် သတ္တု

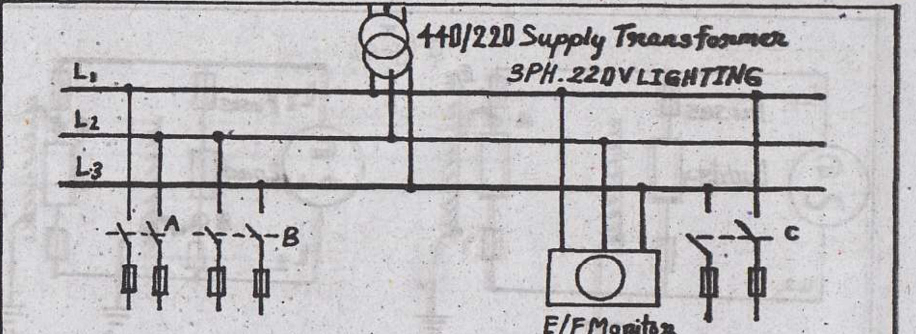
ထည်များကို မြေစိုက်နှင့် ဆက်သွယ်ပေးထားရမည်။ ထို့အပြင် အခြားသော လျှပ်စီးသယ်ဆောင်ခြင်း မပြုသည့် အစိတ်အပိုင်းများကို မြေစိုက်နှင့် ဆက်သွယ်ထားခြင်းဖြင့် မီးလောင်မှုကို ထိရောက်စွာကာကွယ်နိုင်သည်။

(၅) မြေစိုက်ပြစ်ချက်များ (Significance of Earth Faults)

ပတ်လမ်းအတွင်း လျှပ်ကာပျက်ဆီး၊ ချွတ်ယွင်းမှုကြောင့် မြေစိုက် အမြစ်ဖြင့်ပေါ်လာသောအခါ ကြီးမားသော မြေစိုက်လျှပ်စီးကို၊ ဖျူ့(စ်)၊နှင့်ဆားကစ်ဘရိတ်ကာက ထိရောက်စွာ ကာကွယ်ပေးနိုင်ကြသည်။ အကယ်၍ အကြောင်းတစ်စုံတစ်ရာမပြုနိုင်ပါက ကြီးမားသော ပျက်ဆီးခြင်းများဖြစ်တတ်လေသည်။ အကယ်၍ စက်ရုံအတွင်း စက်များလည်ပတ်နေချိန်၊ စက်တစ်ခုအတွက် တပ်ဆင်ပေးထားသော ဆားကစ်ဘရိတ်ကာ လုပ်ဆောင်ပြီး (Trip Out) ဖြစ်သွားပါက ပြစ်ချက်ရှာဖွေပြုပြင်ခြင်းမပြုမီ ထိုပတ်လမ်းကို ပတ်လမ်းကြီးတစ်ခုလုံးနှင့် ခေတ္တယာယီအဆက်အသွယ်အားလုံးဖြတ်တောက်ပေးထားရသည်။

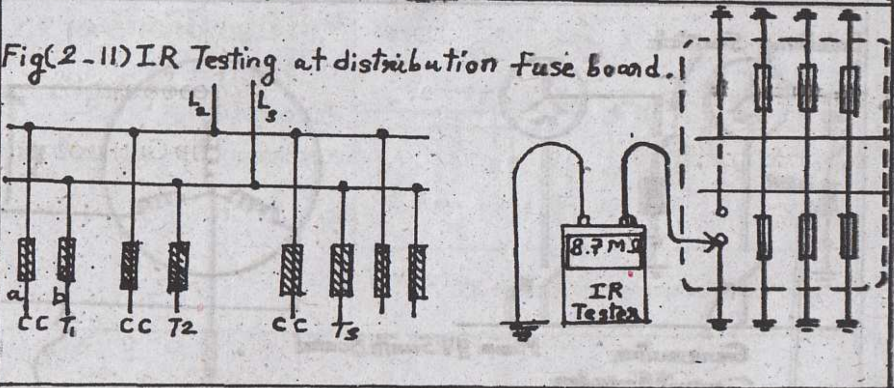
ပတ်လမ်းအစိတ်အပိုင်းအကြီးအသေးပေါ်မူတည်ပြီး ပြစ်ချက်ဖြစ်ပေါ်မှုကွဲပြားလေသည်၊ ဓာတ်အားသုံးစွဲမှုများသော အစိတ်အပိုင်း ဖြစ်ပါက၊ ပျက်ဆီးမှုပိုများသည်။

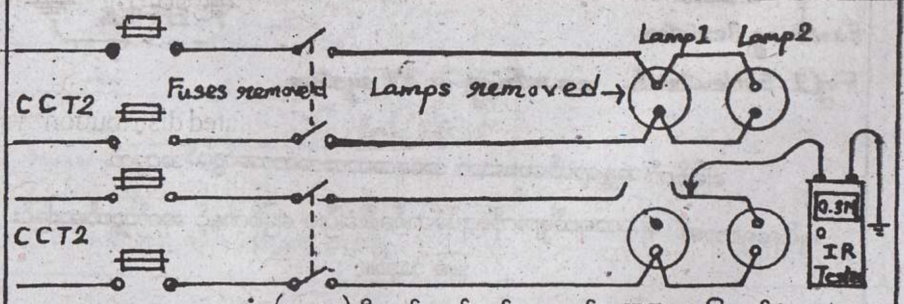
လျှပ်ကာဖုံးဓာတ်အား ဖြန့်ဝေစနစ်တစ်ခု (An insulated distribution system) တွင် မြေစိုက်ပြစ်ချက် တစ်ခု (A Single earth fault) ဖြစ်ပါက ပတ်လမ်းအတွင်းမြေစိုက်ပြစ်ချက် လျှပ်စီးတစ်ခု (an earth fault current) စီးဆင်းမှု မရှိသေးသော အကာအကွယ်ကိရိယာများက အခြေအနေကိုထိန်းပေးထားနိုင်သည်၊ သို့သော် ပတ်လမ်းအတွင်းမှ ကွဲပြားသော နေရာနှစ်ခုတွင် မြေစိုက်ပြစ်ချက်



Fig(2-10) Three phase to single phase distribution.

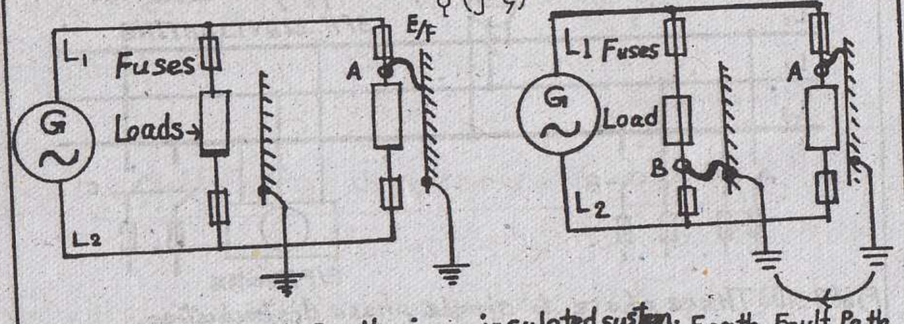
Fig(2-11) IR Testing at distribution fuse board.



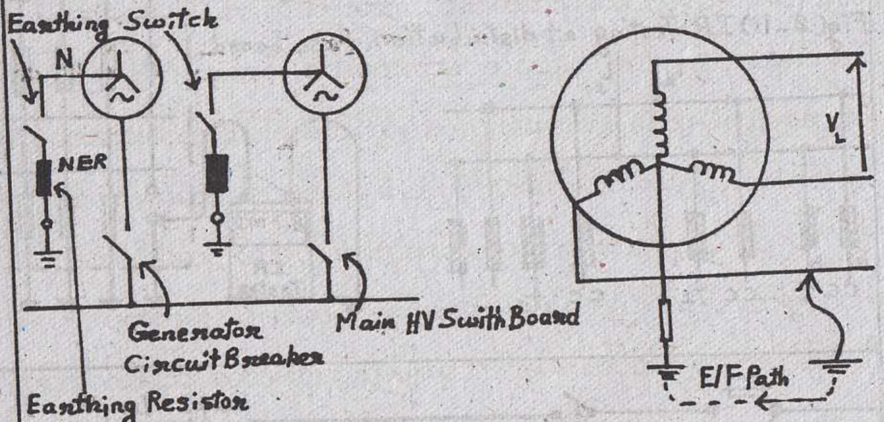


ပုံ (၂-၁၂) မီးထွန်းပတ်လမ်းအတွက် (IRTest) ပြုလုပ်ပုံ

ပုံ (၂-၄)



Fig(2-4)Double earth faults in an insulated system.



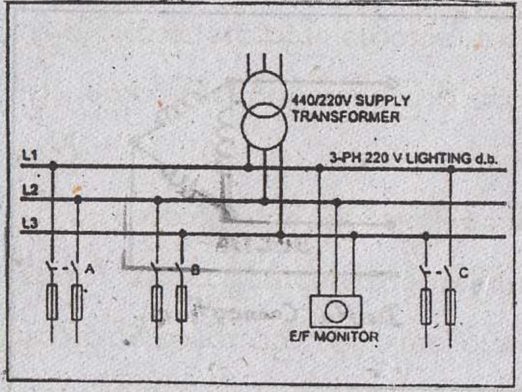
Fig(2-5)Neutral earthing in HV system.

ပုံ (၂-၅)

မြေစိုက် အန္တရာယ်ပေးသော အနေအထား အကာအကွယ် အတွက်

ဂျင်နရေတာ၏ နယူထရယ်များကိုလျှပ်ခံတစ်ခုစီ ခံပြီးမှ မြေစိုက်နှင့် ဆက်သွယ်ပေးခြင်း

ဖြစ် သည်။



တြိအသွင်မှ ဧကအသွင်ပြောင်းပြီး

ဖြန့်ဝေပုံ အနေအထား

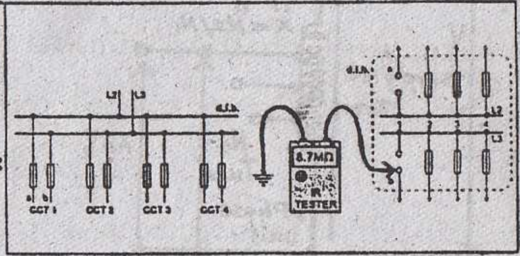
ပုံ (၂-၁၀)hree phase to single phase distribution.

ခေတ်အားဖြန့်ဝေဖျူ့(စ်)ဘုတ်

နံပတ် ၁ ဖျူ့(စ်) ကို

ဖြုတ်ထုတ်ထားပြီး

(IR-Testing) ပြုလုပ်ပုံ အနေအထား



ပုံ (၂-၁၁) IR testing at distribution fuse board.

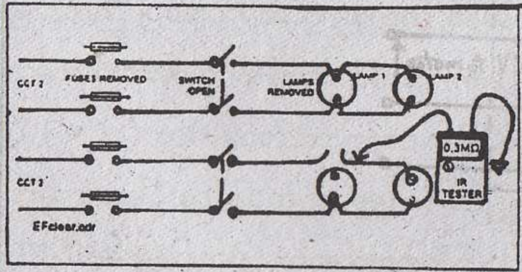
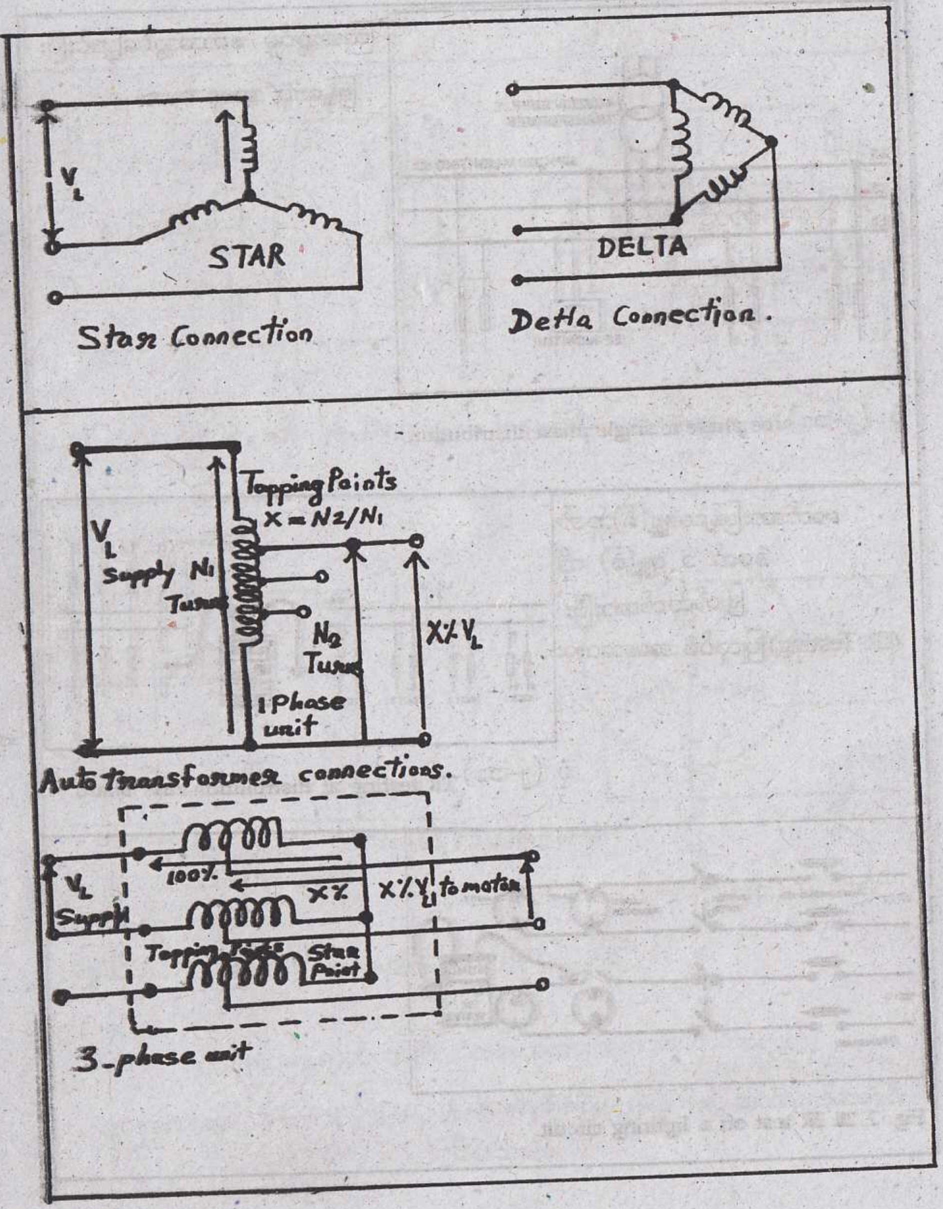


Fig. 2.12 IR test on a lighting circuit.



ကို တိုင်းတာနိုင်လေသည်။ မော်တာ၏ အခြေအနေရာနှုန်းပြည့်ကောင်းမွန်နေပါက မြေထုတ်ပြစ်ချက်မရှိသောကြောင့် အသွင်လျှပ်စီးပေါင်းလာဒ်မှာ သုညဖြစ်သည်။

မော်တာ၌ မြေစိုက်ပြစ်ချက်ဖြစ်ပေါ်လာပါက၊ မြေစိုက်ပြစ်ချက် လျှပ်စီးသည် အသွင်လျှပ်စီးပေါင်းလဒ်တန်ဖိုးသည် သုညမဖြစ်နိုင်တော့ပေ၊ ပြစ်ချက်လျှပ်စီးတန်ဖိုးသည် ခွင့်ပြုအတိုင်းအတာထက်ပိုလာပါက စတတ်တာ (Starter) ကို ရီလေးက ဖြုတ်ထုတ်မှုအတွက် အကူအညီပေးမည်ဖြစ်သည်။

မီးဖြန့်ဝေစံနစ်တွင်ပြစ်ချက်ရှိနေကြောင်း အလွယ်တကူသိလိုသော် မြေစိုက်ပြစ်ချက်မော်နီတာ (Earth fault monitor) ကို အသုံးပြုရလေသည်။ ပြစ်ချက်ရှိသော ဆားကစ်ဘရိတ်ကာကို သိလိုပါက ဆားကစ်ဘရိတ်ကာများမှ တစ်ခုပြီးတစ်ခု ဖွင့်ပြီး စစ်ဆေးသွားနိုင်သည်။

ပုံ (၂-၁၀)တွင်တြိအသွင်မှ ဧကအသွင်ပြောင်းပြီး ဖြန့်ဝေပုံ အနေအထားကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ဆားကစ်ဘရိတ်ကာ တစ်ခုစီဖွင့်ပြီး စမ်းသပ်ခြင်းသည် ပြစ်ချက်ရှိသော နေရာကို ခန့်မှန်းခြင်းမျှသာ ပြုလုပ်နိုင်လေသည်။ အကောင်းဆုံးမှာ မဂ္ဂါစမ်းသပ်ကိရိယာ (Megger Tester) အသုံးပြုခြင်းဖြစ် သည်။ ပုံ (၂-၁၁) တွင် ဓာတ်အားဖြန့်ဝေဖျူ့(စ်)ဘုတ်မှ ဖျူ့(စ်)နံပတ် 1,2,3 နှင့် 4 တို့မှ ပထမဦးစွာ နံပတ် ၁ ဖျူ့(စ်) ကိုဖြုတ်ထုတ်ထားပြီး (IR tester) ဖြင့် (IR-Testing) ပြုလုပ်ပုံ အနေအထားကိုဖော်ပြထားပါသည်။

မဂ္ဂါစစ်ဆေးကိရိယာဖြင့် (b) ကိုစတင်တိုင်းတာသည်။ ထိုအခါ ရရှိလာသော ခုခံမှု တန်ဖိုးသည် တစ်မဂ္ဂါအုမ်းထက်ပိုများမည် (IR) 1 MΩ ဆိုပါက မဂ္ဂါကို (a)တွင်တပ်ပြီး စမ်းသပ်ကြည့်ရမည်။ (IMΩ) ထက်ပိုမြင့်သော တန်

ဖိုးဖော်ပြပါ။ ပတ်လမ်းသည် (a) နှင့် (b) နေရာနှစ်ခုစလုံးတွင် ကောင်းမွန်ကြောင်း တွေ့ရသောကြောင့် ဖျူ့(စ်)နံပတ် ၁ ကို လဲလှယ်ရမည်။

ဖျူ့(စ်) အမှတ် ၁ ကို စစ်ဆေးပြီးသောအခါ ဖျူ့(စ်)နံပတ် (၂)၊ နံပတ် (၃) စသည်ဖြင့် အဆင့်ဆင့်ဆက်ပြီး စစ်ဆေးရမည်။ အားလုံးစစ်ဆေးပြီး သောအခါ၊ ပုံ (၂-၁၂) တွင် ပြထားသကဲ့သို့ မီးထွန်းပတ်လမ်း '(Lighting circuit) ကို (IR Test) ပြုလုပ်ပေးရမည်။ ပုံကို လေ့လာသောအခါ မီးထွန်းပတ် လမ်းကို စစ်ဆေးခြင်းမပြုမီ၊ ပတ်လမ်း၏ အကာအကွယ်ဖျူ့(စ်)များကိုဖြုတ် ထုတ်ထားရသည်။ ခလုတ်များကို ဖွင့်ထားလိုက်ရမည်။ မီးလုံး (၁)ကို စမ်းသပ် ချိန်တွင် မီးလုံး ၂ ကို လည်းဖြုတ်ထားရမည်။ မီးလုံး ၂ကို စမ်းသပ်သော အခါ မီးလုံး ၁ ကို ဖြုတ်ထုတ်ထားရမည်။ သို့မဟုတ်ပါက စစ်ဆေးခဲ့စဉ်အခါ က မီးလုံး ၁ နှင့် ပတ်လမ်းအားလုံးကောင်းမွန်ကြောင်းသက်သေပြခဲ့ပြီးဖြစ်သည်။

ပုံ (၂-၁၂) တွင်မီးထွန်းပတ်လမ်းအတွက် (IRTest) ပြုလုပ်ပုံ အနေ အထားကိုဖော်ပြထားပါသည်။

မြေစိုက်ပြစ်ချက်ရှာဖွေသောအခါ ပထမဦးစွာ အဆောက်အအုံကြီးတစ်ခု လုံး အတွက် စစ်ဆေးရမည်၊ပြီးနောက် ပတ်လမ်း အပိုင်းငယ်လေးများခွဲထုတ် ပြီးနောက် သီးခြားစီဖြစ်နေသော ပတ်လမ်းအသီးသီးကို စစ်ဆေးရသည်။ ထို အခါ ပြစ်ချက်ရှာဖွေရသော ဧရိယာတဖြေးဖြေးကျဉ်းမြောင်းလာလေ ပြစ်ချက် ကို အတိအကျရှာဖွေတွေ့ရှိဖို့ နီးစပ်လာလေဖြစ်သည်။

မြေစိုက်ပြစ်ချက်တွေ့သောအခါပြုပြင်နိုင်သော အနေအထားရှိမရှိ စစ် ဆေးရမည်။ ပြုပြင်ခြင်းသည် ပြစ်ချက်၏ အနေအထားကိုအခြေခံလေသည်။ မီးလုံးအထိုင် (Lamp fitting) ပျက်ဆီးပါက ဖြုတ်ထုတ်ပြီး အသစ်လဲပေးနိုင်သည်။

လျှပ်ကာစိုထိုင်းနေပါက ကြီးမားသော အပူးပေးပြီး ခြောက်သွေ့စေရမည်။ အစို ဓာတ်နည်းပါက လျှပ်ကာပျက်ဆီးနိုင်သောကြောင့် ဖြစ်သည်။

အကယ်၍ ထိခိုက်မှုကြောင့် ပျက်ဆီးခြင်း အပူလွန်ကဲမှုဒဏ်ကိုခံစား ရပြီး ပျက်ဆီးခြင်းများဖြစ်ပါက ပြုပြင်ရန်မသင့်ပေ၊ မကြာမီဒုက္ခပေးလာနိုင် သောကြောင့် ဖြစ်သည်။

(၆) ဖြန့်ဝေပတ်လမ်းဘရိတ်ကာများ (Distribution Breaker)

လျှပ်စစ်ပတ်လမ်းအတွင်း၌ အင်အားကြီးမားသော ပတ်လမ်းကိုပြစ် ချက်လျှပ်စီး စီးဆင်းလာသောအခါ ပတ်လမ်းအဆက်အသွယ်ကို လျှင်မြန်စွာ ဖြတ်တောက်ပေးဖို့လိုအပ်သည်။ သို့မဟုတ်ပါက ပတ်လမ်းအတွင်းသို့ကြီးမား သော လျှပ်စီးကြောင်းနှင့် မီးပွား (Arc) ကျရောက်ပြီးလောင်ကျွမ်းပျက်ဆီးတတ် လေသည်။ အကာအကွယ်အဖြစ် ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက်လျှပ်စီးကြောင်း စီးဆင်း လာသည်နှင့် ပတ်လမ်းအဆက်အသွယ်ကို ယာယီဖြတ်တောက်ပေးသော ဆား ကစ်ဘရိတ်ကာ (C.B) ကို အသုံးပြုလာကြလေသည်။ အသုံးများသော ဆားကစ် ဘရိတ်ကာနှစ်မျိုးရှိသည်။၎င်းတို့မှာ

(၁) ပုံသွန်းထားသော အိမ်အတွင်း တည်ဆောက်ထားသော ဆားကစ် ဘရိတ်ကာ (the moulded- case circuit breaker MCCB) နှင့်

(၂) အသေးစား ဆားကစ်ဘရိတ်ကာ (The miniature type of circuit breaker) တို့ဖြစ်ကြသည်။

ပုံ (၂-၁၃) တွင် ပုံသွန်းထားသော အိမ်အတွင်း တည်ဆောက်ထား

သော ဆားကစ်ဘရိတ်ကာ တည်ဆောက်ပုံကိုဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံတွင် ပုံသွန်းထားသော အိမ်အမျိုးအစား (၃) မျိုးတွေ့ရမည်ဖြစ်သည်။ ၄င်းတို့မှာ (Fixed version), (Plug-in version) နှင့် (with drawable version) တို့ဖြစ်ကြသည်။ ပြင် ပအိမ်ကွဲပြားသော်လည်း၊ အတွင်း၌ တပ်ဆင်ထားသော အဲယားဆားကစ်ဘရိတ်ကာမှာ အတူတူပင်ဖြစ်သည်။ လျှပ်စီးခံနိုင်အား အနည်း အများပေါ်မူတည်ပြီး အရွယ်အစား၊ အကြီးအသေးမျှသာကွာခြားလေသည်။ ၄င်းတို့သည် 50 အမ်ပီယာမှ 1500 အမ်ပီယာအထိမြင့်မားသောလျှပ်စီးကြောင်းများကိုပင်ဖြတ်တောက်ပြစ်နိုင်စွမ်းရှိကြသည်။

၄င်းတို့တွင် ချိန်ညှိနိုင်သော အပူလွန်ကဲလျှပ်စီးညှိအပိုင်းတစ်ခု (an adjustable thermal overcurrent setting) နှင့် ပုံသေ သို့မဟုတ် ချိန်ညှိနိုင် သောသံလိုက် လွန်ကဲလျှပ်စီးထရစ် (a fixed or adjustable magnetic overcurrent trip) ပါရှိလေသည်။ ၄င်းတို့ကို ကိုယ်ထည်အိမ်အတွင်း၌ တည်ဆောက်ထားပြီး လွန်ကဲ လျှပ်စီးပတ်လမ်းတို လျှပ်စီးများကိုထိရောက်စွာ ဖြတ်တောက်ပေးနိုင်စွမ်းရှိလေသည်။

အငယ်စားတွင် လက်ထိန်းပါရှိပြီး အကြီးစားတွင် မော်တာဖြင့် အလိုအလျောက်ထိန်းသောပုံစံကို အသုံးပြုကြသည်။ ၄-င်းတို့ကို ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းခြင်းပြုလုပ်နေဖို့ မလိုအပ်ပေ။ ကိုယ်ထည်အိမ်အတွင်း၌ နိမ့်ကျဗို့အား ထရစ်ကွိုင်တစ်ခု (An undervoltge trip coil) လည်းတပ်ဆင်ထားသည်။ သတ်မှတ်ချိန်ကာအတွင်း စစ်ဆေးခြင်း ပြုပြင်ခြင်း သန့်ရှင်းရေး ပြုလုပ်ခြင်းများမလိုအပ်ပေ။ သတ်မှတ်အချိန်အတိုင်းအတာထက် ကျော်လွန်ပြီးသောအခါမှသာ စစ်ဆေးပေးဖို့လိုအပ်မည်ဖြစ်သည်။ တာမီနပ်များကိုသာစစ်ဆေးသင့်သည်။ ချောင်နေခြင်းနှင့်

ကြပ်ခဲခြင်းတို့သည် အပူလွန်ကဲပြီး ပျက်စီးမှုကို ဖြစ်ပေါ်စေသည်။

(1000 A) တစ်ထောင်အမ်ပီယာနှုန်းအထိ ရှိသော ဆားကစ်ဘရိတ်ကာ၏ ရှေ့ပိုင်းအဖုံးကိုဖွင့်ပြီး မျက်မြင်အနေအထားစစ်ဆေးခြင်းနှင့် ဓာတ်အားမပေးသောအချိန်တွင် သန့်ရှင်းရေးပြုလုပ်ပေးနိုင်ပါသည်။

ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက်ကိုပြုပြင်ပြီးသောအခါ တိုင်းတွင် ဆားကစ်ဘရိတ်ကာကို ပြန်၍ အသုံးမပြုမီ မှန်ကန်စွာ လုပ်ဆောင်သော အနေအထားရှိမရှိစစ်ဆေးရမည်။ လျှပ်ကာခုခံမှု တန်ဖိုးများ (Insulation Resistance) ကို လည်းစစ်ဆေးရမည်။ အနိမ့်ဆုံး ၅ မဂ္ဂါအုမ်း 5 MΩ ရှိရမည်။ ဆားကစ်ဘရိတ်ကာသည် ပတ်လမ်းတို လျှပ်စီးကိုကာကွယ်ပေးရာတွင် ပျက်ဆီးသွားပါက ဖြုတ်ထုတ်လဲလှယ်ပေးဖို့လိုအပ်သည်။ ဖြုတ်ထုတ်လဲလှယ်သောအခါ အရွယ်တူ၊ အင်အားတူ၊ အမျိုးအစားတူဖြစ်ပါက အကောင်းဆုံးဖြစ်သည်။ ပုံသွန်းထားသောဆားကစ်ဘရိတ်ကာ (MCCB) ကို စက်ရုံကြီးများတွင် ကျယ်ပြန့်စွာ အသုံးပြုကြသည်။ (Back-up fuses) နှင့် တွဲပြီး အသုံးပြုနိုင်ပါက ပိုကောင်းသည်။

ပုံ (၂-၁၄) တွင် အသေးစားဆားကစ်ဘရိက်ကာကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ၄င်းကို ပုံသွန်းထားသေ ပလတ်စတစ်ကိုယ်ထည်အတွင်း၌ တပ်ဆင်ထားသည်။ အရွယ်အစားသေးငယ်သွားခြင်းမျှသာ ကွာခြားလေသည်။ ၄င်းတို့၏ လျှပ်စီးနှုန်း (current-ratings) မှာ 5 အမ်ပီယာမှ (100 A) အထိဖြစ်သည်။ ၄င်းတွင် အပူလွန်ကဲလျှပ်စီးအကာအကွယ် (Thermal over current protection) နှင့် သံလိုက်ပတ်လမ်းတိုလျှပ်စီးအကာအကွယ် (Magnetic short circuit protection) တို့ပါဝင်လေ သည်။ အမြင့်ဆုံးအတိုင်းအတာအထိ ကာကွယ်နိုင်သော လျှပ်စီးပမာဏမှာသုံးထောင်အမ်ပီယာ (3000 A) အထိဖြစ်သည်။ ၄င်းတို့ကို ဓာတ်အာ

းဖြန့်ဝေသော ပတ်လမ်းများအတွင်း၌ ဖျူ့(စ်) အစားအသုံးပြုကြသည်။ ၄င်းကို ပြုပြင်ခြင်းမပြုသင့်ပါ၊ ပျက်ဆီးချွတ်ယွင်းပါက အရွယ်တူ အင်အားတူ အမျိုးအစားတူညီသော ဘရိတ်ကာနှင့် လဲလှယ်ပေးရမည်ဖြစ်သည်။

(၇) ထရန်စဖော်မာများ (Transformers)

စက်ရုံကြီးများတွင် တြိအသွင်မော်တာကြီးများ အသုံးပြုပြီး ဖိနှိပ်စက်၊ လွန်စက်၊ ရစ်ပတ်စက်၊ ဖေါက်စက်၊ စသည်ဖြင့် စက်မျိုးစုံကို အသုံးပြုရာတွင် တြိအသွင်လျှပ်စီးကိုအသုံးပြုကြပြီး မီးထွန်းခြင်း (Light ing) နှင့် အခြားသော စွမ်းအားနိမ့်ဝန်များ (Low Power Loads) အတွက် ဧကအသွင် (220 V) ကို အသုံးပြုကြလေသည်။ ပါဝါလိုင်း အတွက် (440) ကိုအသုံးပြုကြသည်၊ ကြိမ်နှုန်းမှာ (50 Hz) , (60 Hz) ဖြစ်သည်။

ဧကအသွင်လိုင်းအတွက် စတက်တစ်ထရန်စဖော်မာ (Static Transformer) ကိုအသုံးပြုရသည်။ တြိအသွင်လိုင်းအတွက် သရီးဖေ့ထရန်စဖော်မာများ (3 Phase transformer) ကိုအသုံးပြုရသည်။

ဧကအသွင်ထရန်စဖော်မာ၏ လုပ်ဆောင်ပုံ သဘောတရားမှာ မူလကွိုင်ထဲသို့အေစီလျှပ်စီးသွင်းပေးလိုက်သောအခါ လွှာထပ်ပြားသံမဏိ ကို (the Laminated steel core) အတွင်း၌ အေစီသံလိုက်ဖြတ်သန်းထု (an altenating magnetic flux) ဖြစ်ပေါ်လာလေသည်။ ထိုသံလိုက်ဖြတ်သန်းထုသည် တဆင့်ခံကွိုင်အတွင်း၌ ညှို့လျှပ်စစ်တွန်းအားတစ်ခုဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ဗို့အားနှင့် အရစ်ပတ်တို့၏ ဆက်စပ်ပုံမှာ $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N1}{N2}$ ဖြစ်သည်။

ထရန်စဖော်မာများ (Transformers)

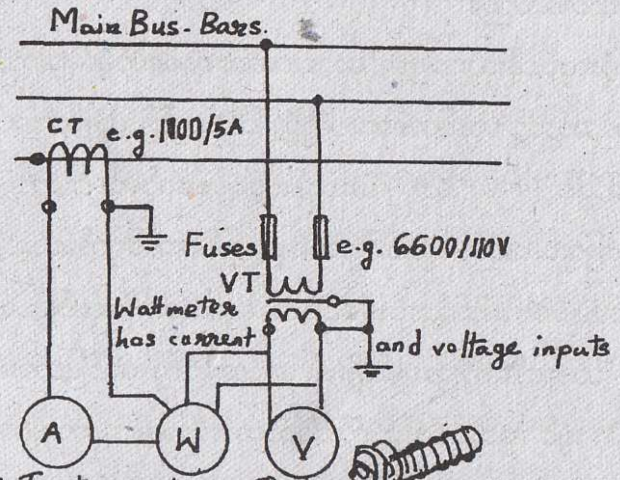
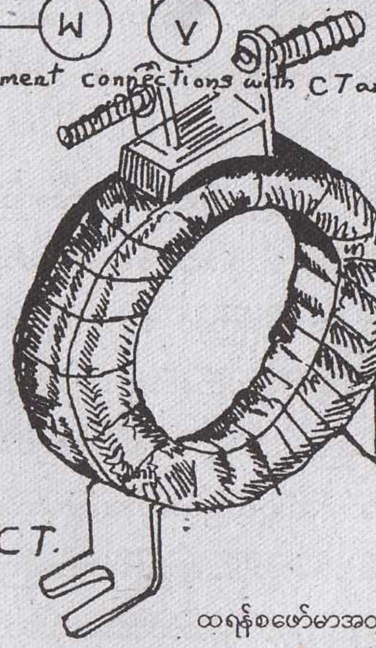


Fig 2-17. Instrument connections with CT and VT.



Fig(2-18)
Bar Primary CT.

ထရန်စဖော်မာအတွင်းစီစဉ်ပုံအနေအထား

ထရန်စဖော်မာ၏နှုန်း (rate) ကို (VA) ယူနစ်သို့မဟုတ် ကေဗွီအေ (KVA) ယူနစ်ဖြင့် တိုင်းတာသည်။

အိမ်သုံးလုပ်ငန်းသုံးအဖြစ် လေအေးခံထရန်စဖော်မာများကိုသာ အသုံးများသည်။ ဧကအသွင်၌ ယူနစ်တစ်ခုသာပါပြီး၊ တြိအသွင်၌ ယူနစ်သုံးခုပါဝင် သည်။

တြိအသွင် (440 / 220 V) မီးထွန်းထရန်စဖော်မာများတွင် ဧကအသွင် ယူနစ်သုံးခုသီးခြားပါဝင်ပြီး ယူနစ်ကြီးတစ်ခုအဖြစ်ဆောင်ရွက်လေသည်။ ပုံ (၂-၁၅) တွင် ထရန်စဖော်မာအတွင်းစီစဉ်ပုံအနေအထားကို ဖော်ပြထားပါသည်။ လက်ဝဲဖက်၌ သံအူတိုင်ကိုပြားနှစ်မျိုး၏ အစီအစဉ်ကို ဖော်ပြထားပါသည်။

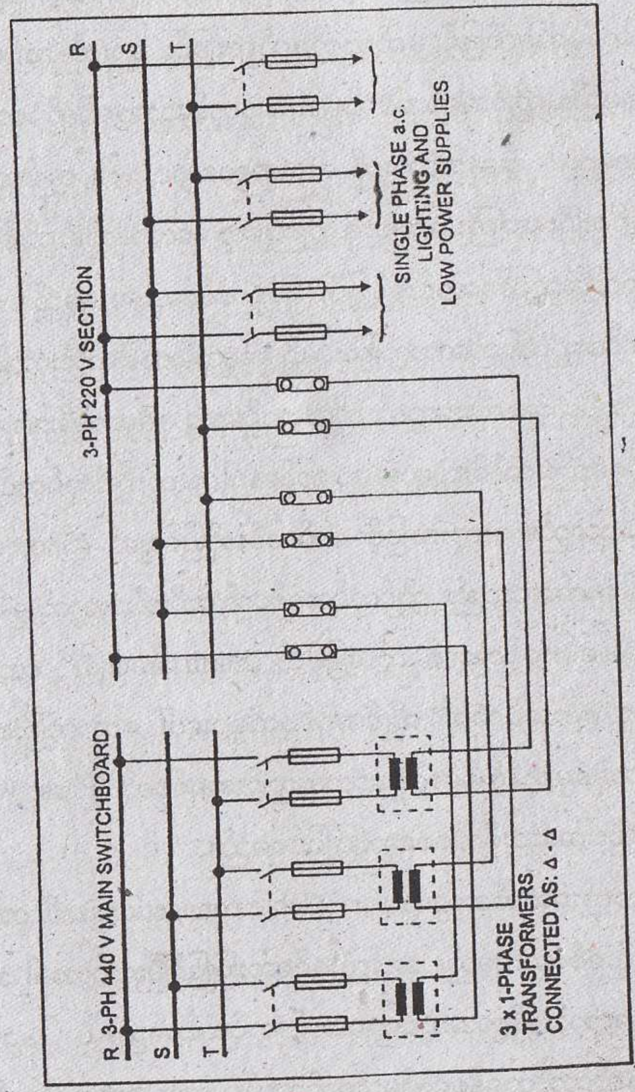
ပုံ (B) တွင် အူတိုင်ပေါ်၌ ကွိုင်ပတ်ထားပုံအနေအထားများကိုဖော်ပြပါသည်။ ပုံ (C) တွင် သင်္ကေတဖြင့် ဖော်ပြသော ပတ်လမ်းပုံကိုဖော်ပြထားပါသည်။

ဧကအသွင်ယူနစ်တစ်ခုစီဖြင့်ဖွဲ့စည်းထားသော တြိအသွင်ထရန်စဖော်မာ၌ ပြစ်ချက်တစ်စုံတစ်ရာဖြစ်ပေါ်ပါက၊ ထိုပြစ်ချက်ရှိသောအပိုင်းကိုဖြုတ်ထုတ်ပြီး ပြုပြင်ပေးရုံမျှသာဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် စတင်တည်ဆောက်ချိန်ကတည်းက အသွင်တစ်ခုနှင့်တစ်ခု သီးခြားစီခွဲထုတ်ပေးထားဖို့လိုသည်။

ပြစ်ချက်ဖြစ်ပေါ်ကြောင်း သိရသည်နှင့် ပြစ်ချက်ရှိသော အပိုင်းကို မူလထရန်စဖော်မာကြီးမှ အဆက်အသွယ်ဖြတ်တောက်ပေးလိုက်ရမည်။ ထရန်စဖော်မာများသည် စတက်တစ်အစိတ်အပိုင်းများဖြစ်သောကြောင့် ပျက်စီးမှုနည်းလေသည်။ အကောင်းဆုံးမှာ သတ်မှတ်ချိန်အတိုင်းအတာအထိအသုံးပြုပြီးသောအခါ တိုင်းတွင် ဝါယာအဆက်အသွယ်များအားလုံးဖြတ်တောက်အပေါ်ဖုံးကိုဖွင့်ပြီး အတွင်းအစိတ်အပိုင်းများ၏ အနေအထားကို အသေးစိတ်စစ်ဆေးရမည်။

ကွိုင်ထုတ်များပေါ်မှာသဲ ဖုန်များကို ဘရပ်ဖြင့် ပွတ်တိုက်ဖယ်ရှားပြီးနောက် အောက်ပိုင်းအကျိုအကြားသို့ဝင်ရောက်နေသော သဲမှုန့်၊ ဖုန်မှုန့်များကို ဖိအားဖြင့် လေမှုတ်စက်ဖြင့် မှုတ်ထုတ်ဖယ်ရှားခြင်း များကို သင့်တော်သလို ပြုလုပ်ပေးရမည်။ ကွိုင်အရစ်အပတ်များ အပူလွန်သောဒဏ်ကိုခံစားရခြင်း ရှိမရှိ လျှပ်ကာများ၏ အနေအထားကို သေချာစွာလေ့လာပါ၊ လျှပ်ကာပျက်ဆီးသည်နှင့်ကွိုင်ပူးပြီး အကြီးအကျယ်ဒုက္ခကြုံတွေ့ရလေသည်။ ကွိုင်အရစ်ပတ်များကို အဆက်အသွယ်ကောင်းမွန်ခြင်း ရှိမရှိ စစ်ဆေးပေးရမည်။ ကွိုင်ထုတ်အတွင်းအဆက်အသွယ်ပြတ်တောက်ခြင်းရှိမရှိ ခုခံမှုအုမ်းတန်ဖိုးတိုင်းတာပြီ စစ်ဆေးရမည်။ ကွိုင်ထုပ်သုံးခုစလုံးအတွက် တိုင်းတာရှိသော ခုခံမှုတန်ဖိုးအားလုံး၊ အနီးကပ်ဆုံးတူညီရမည်။ တန်ဖိုးလွဲမှားမှုများစွာရှိနေပါက ထိုကွိုင်ထုပ်တွင် ပြစ်ချက်ရှိနေပြီဟု သိရသည်။ အထူးသဖြင့် ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက် (Short circuited turns) ဖြစ်ပေါ်တတ်လေသည်။ ကွိုင်ထုပ်အရစ်ပတ်အသီးသီးအတွက် ခုခံမှု တန်ဖိုးတိုင်းသောအခါ စမ်းသပ်တံတစ်ခုကို မြေစိုက် (Earth Ground) ၌ ထောက်ထားပြီး ကျန်သော စမ်းသပ်တံကို ကွိုင်အရစ်ပတ်များပေါ် ထောက်ပြီးစစ်ဆေးရမည်။ လျှပ်ကာခုခံမှုတန်ဖိုးနိမ့်လွန်းသောအသွင် အရစ်ပတ် (Phase Winding) ကိုဖြုတ်ထုတ်ပြီး အသေးစိတ်စစ်ဆေးပြုပြင်ရမည်။

ကေဘယ်အဆက်အသွယ်များ (Cable connections) ကို တင်းကြပ်၊ ခိုင်မြဲမှု၊ ရှိ၊ မရှိ စစ်ဆေးရမည်။ အားလုံးစစ်ဆေးပြုပြင်ပြီးသောအခါ အပေါ်ဖုံးကို စံနစ်တကျကောင်းမွန်စွာအထိုင်ကျအောင် တပ်ဆင်ရမည်။ ပုံ (၂-၁၆) တွင် ဒဲ(လ်) တာ၊ ဒဲလ်တာ ထရန်စဖော်မာဆက်သွယ်ပုံ အနေအထားကိုဖော်ပြထားပါသည်။



ပုံ (၂-၁၆) Delta-delta transformer connection.
ဒဲလ်တာ၊ ဒဲလ်တာ ထရန်စဖော်မာဆက်သွယ်ပုံ အနေအထား

(၈) ကိရိယာသုံးထရန်စဖော်မာများ (Instrument Transformers)

စွမ်းအားမြင့်သော ကွန်ယက် (High Power network) မှ ကြီးမားသော လျှပ်စီးနှင့် ဗို့အားကို လိုအပ်ချက်နိမ့်သော ကိရိယာများနှင့် အကာအကွယ်ရီလေးများ (Protection relays) အတွက် လိုအပ်သော သေးငယ်သည့် ဗို့အားနှင့် လျှပ်စီးတန်ဖိုးများအဖြစ် ပြောင်းပေးရာတွင် ထရန်စဖော်မာများကို အသုံးပြုရသည်။ ဗို့အားထရန်စဖော်မာများ (Voltage Transformers VTS) သည် ဗို့မီတာနှင့် ကိရိယာမှ ဗို့အားမြင့်လုပ်ဆောင်ကွိုင်များ၊ ရီလေးများအတွက် လိုအပ်သော ဗို့အားကို ပေးသွင်းလေသည်။ ဥပမာ (110 V) ကို ထရန်စဖော်မာ၏ တဆင့်ခံဗို့အားအဖြစ် အသုံးပြုထားသောအခါ ထိုဗို့အားမှတဆင့် ပေးသွင်းခြင်းဖြစ်သည်။

လျှပ်စီးထရန်စဖော်မာ (Current Transformers CTS) သည် အမ်မီတာများ၊ လျှပ်စီးဖြင့်လုပ်ဆောင်သော ကိရိယာများ၏ ကွိုင်များအတွက် လိုအပ်သော လျှပ်စီးကို ထုတ်ပေးလေသည်။

လျှပ်စီးထရန်စဖော်မာ (CTS) နှင့် ဗို့အားထရန်စဖော်မာများ (VTS) တို့ကို အသုံးပြုခြင်းဖြင့် စံတိုင်းတာမှုကိရိယာများနှင့်ရီလေးများကို စိတ်ချလက်ချအသုံးပြုနိုင်လေတော့သည်။ လျှပ်စီးထရန်စဖော်မာနှင့် ဗို့အားထရန်စဖော်မာများသည် ထိန်းချုပ်ကိရိယာများ (monitoring instruments) နှင့် အကာအကွယ်ရီလေးများကို ဗို့အားနိမ့်နှင့် လျှပ်စီးနိမ့်တို့သည် ဗို့အားပြင်း လျှပ်စီးမြင့်ပါဝါလိုင်းနှင့် လျှပ်စစ်သဘောအရ ဆက်သွယ်ခြင်း (isolation) လုံးဝမရှိတော့ပေ။

ဗို့အားထရန်စဖော်မာ (VTS) များကို (3 KV) အောက်နိမ့်သော တန်ဖိုးအတွက် အသုံးပြုသည်။ လျှပ်စီးထရန်စဖော်မာအဖြစ် မူလရစ်ပတ် (the wound

primary) သို့မဟုတ် ဘားပရိုင်မာရီ (Bar Primasy Type) ကိုအသုံးပြုကြသည်။

ဘားပရိုင်းမာရီအမျိုးအစား (The bar primary type CT) ကို အလွန်မြင့်သောလျှပ်စစ်နှုန်းအတွက် အသုံးပြုသည်။ ပရိုင်မာရီ ရစ်ပတ်အမျိုးအစား (The wound primary type)တွင် ဗို့အားလျှော့ချအချိုး (Step down ratio) တန်ဖိုးမှာ (50/5 A)မျှသာရှိသော်လည်း ဘားပရိုင်မာရီတွင်($\frac{100}{5} - A$) အထိရှိလေသည်။ ဗို့အားထရန်စဖော်မာ (VT) ၏အဝင်ဗို့အား နှင့် အထွက်ဗို့အား အချိုးမှာ အတော်များသည်။ ဥပမာအဝင်ဗို့အား (3.3 KV)ကို အထွက်တွင် (110 V)မျှသာရှိလေရာ ဗို့အားအချိုးမှာ (3300 V)အချိုး (110 V) ($\frac{3300V}{110V}$) = 30 ဖြစ်သည်။ အဆပေါင်းသုံးဆယ်လျှော့ချသည်ဟုသိရသည်။

လျှပ်စီးထရန်စဖော်မာအတွက် စကေးတွင် (0 - 150 °A) ဟုသတ်မှတ်ဖော်ပြကြသည်။(150°/5 A - CT ratio) ဟုလည်းဖော်ပြတတ်သည်။အဝင်လျှပ်စီး (150A) ကို အထွက်လျှပ်စီးတွင် (5 A)မျှသာထုတ်ပေးသောကြောင့်ဖြစ်သည်။ ကရိယာသုံးထရန်စဖော်မာများသည် -မိန်းဗို့အာလိုင်းမှထရန်စဖော်မာများနှင့် နှိုင်းယှဉ်ပါက လျှပ်စီးနှင့်ဗို့အားသုံးစွဲသောပမာဏမှာ အလွန်နိမ့်သော်လည်း အော်ပရေတာအတွက်များစွာအန္တရာယ်ရှိလေရာ အထူးသတိထားပြီးကိုင်တွယ်ရမည်။ (CT)၏တဆင့်ခံပတ်လမ်းများကိုမဖွင့်ရ အထူးသဖြင့် မိန်းလိုင်းမှ မူလဝန်လျှပ်စီး (The main primary Load Current)စီးဆင်းနေချိန်တွင်အန္တရာယ်အများဆုံးဖြစ်သည်။ မတော်တဆမှုကြောင့် ပတ်လမ်းဖွင့်(Open Circuiled CT)ဖြစ်သွားပါက ပတ်လမ်းပွင့် စက္ကင် ဒရီတာမီနယ်များ (The Open Secondary Terminals)မှ

အလွန်ကြီးမားသောဗို့အားတစ်ခုဖြစ်ပေါ်လာခဲ့သည်။ထို့ကြောင့် အော်ပရေတာအတွက် အန္တရယ်မှာအလွန်ကြီးမားလေသည်။ ထို့ကြောင့်ပတ်လမ်းမှ အမ်မီတာတစ်ခုကို ဖြုတ်ထုတ်လိုက်သော် လျှပ်စီးထရန်စဖော်မာ၏ တဆင့်ခံအတွက် တာမီနယ်နှစ်ခု ကိုပတ်လမ်းတိုအဆက်အသွယ် (Short Circuited)ပြုလုပ်ပေးဖို့လိုအပ်လေသည်။ ထိုအချိန်တွင် မူလပတ်လမ်းကို ခလုတ်ပိတ်ပေးထားရမည်။ တဆင့်ခံဖက်မှ ပတ်လမ်းတိုသည် မူလလျှပ်စီးအတွက် ခလုတ်ဖွင့်လိုက်ချိန် လျှပ်စီးထရန်စဖော်မာကို ထိခိုက်ပျက်စီးခြင်း မဖြစ်နိုင်ပေ။

အန္တရယ်ကင်းစေသောအချက်မှာ လျှပ်စီးထရန်စဖော်မာ၏ တဆင့်ခံအရစ်ပတ်ကို မြေစိုက်နှင့်ဆက်ထားခြင်းဖြစ်သည်။ ဗို့အားထရန်စဖော်မာ၏ တဆင့်ခံကိုလည်း မြေစိုက်နှင့်ဆက်သွယ်ပေးထားရမည်။

(၉) ပတ်လမ်းကာကွယ်ခြင်း (Circuit Proteciton)

လျှပ်စစ်ဖြန့်ဝေစနစ်တစ်ခုအတွက် အကာအကွယ်မျိုးစုံအသုံးပြုလေ့ရှိသည်။ ပြစ်ချက်အခြေအနေမျိုးစုံအတွက်ရည်ရွယ်ပြီး အကာအကွယ် ရီလေး(Protecitive Relays)မျိုးစုံအသုံးပြုကြသည်။ ဥပမာ - လျှပ်စီးလွန်ကဲစွာ မြင့်မားခြင်း(Over Current)ကိုကာကွယ်ရန်အတွက် လွန်ကဲလျှပ်စီးအကာအကွယ်ရီလေးများကို အသုံးပြုရသည်။ ဗို့အားမြင့်တက်မှုနှင့် နိမ့်ကျမှုကြောင့် ဖြစ်ပေါ်တတ်သော မလိုလားအပ်သည့်ပြစ်ချက်များကို ကာကွယ်ရန်အတွက် မြင့်တက်ဗို့အားအကာအကွယ်ရီလေးနှင့် ဗို့အားနိမ့်ကျမှုကာကွယ်သောရီလေးတို့ကိုအသုံးပြုရသည်။ အကြိမ်နှုန်းနိမ့်ကျမှု ဖြစ်ပါက ကြိမ်နှုန်းနိမ့်ကျမှုကာကွယ်သော ရီလေးကိုအသုံးပြုနိုင်သည်။ မြေစိုက်ပြစ်ချက်ကိုကာကွယ်ရန်အတွက် မြေစိုက်အကာအကွယ် ရီလေးများ

(Earth Leakage Proteciton Relays)ကိုအသုံးပြုကြသည်။ ဝန်အားမျှတမှုအတွက် (Unbalaced Loading)အပူချိန်လွန်ကဲမှုကို ကာကွယ်ရန်အတွက် အပူချိန်လွန်ကဲမှု အကာအကွယ်ကိရိယာကို အသုံးပြုရသည်။ ဂျင်နရေတာတွင် နောက်ပြန်ဆွဲအား (Reverse Power)ကို ကာကွယ်ရန်အတွက် ကိရိယာများကိုအသုံးပြုကြသည်။

လျှပ်စစ်ပစ္စည်းကရိယာတစ်ခုကို မည်မျှပင်စံချိန်စံညွှန်းကိုက်ညီစွာထုတ်လုပ်ထားစေကာမူ သုံးစွဲသူ၏ချို့ယွင်းချက်ကြောင့် အချိန်တိုတို အတွင်းပျက်စီးတတ်လေသည်။ သဘာဝအလျောက် အချိန်ကြာရှည်စွာ အသုံးပြုသောအခါ ပွန်းစားပျက်စီးတတ်လေသည်။

ကြေးနီလျှပ်ကူးဝါယာကြိုးများသည် အပူချိန် (1083° C)အထိခံနိုင်စွမ်းရှိသော်လည်း အပေါ်ဖုံးလျှပ်ကာဖြစ်သော အော်ဂဲနစ်အရာဝတ္ထုများဖြစ်သည့် ချည်မျှင်နှင့်ပလပ်စတစ်ကွန်ပေါင်းများ ၁၀၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ထက်ပိုပြီး ခံနိုင်စွမ်းမရှိကြပေ။ အကယ်၍ အပူချိန် ၁၀၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ထက်ပိုပါက ဓာတုဗေဒပြောင်းလဲမှုများဖြစ်ပေါ်လာပြီးလျှပ်ကာသတ္တိအရည်အချင်းကျဆင်းသွားလေသည်။ ထို့ကြောင့် စက်ရုံမှအဓိက မိန်းဖျူ့စ်ကိုဖြုတ်ပြီး ပတ်လမ်းအဆက်အသွယ်ကို ဖြတ်တောက်လိုက်ရမည်။ ထို့နောက်ဖြစ်ချက်ရှာဖွေပြုပြင်ပြီးနောက်ပတ်လမ်းတွင် ဖျူ့စ်ပြန်တပ်ရမည်။ ဆားကစ်ဘရိတ်ကာကိုပြန်ပြီးဆက်သွယ်ပေးလိုက်ရမည်။

ပတ်လမ်းတစ်ခုကို ကာကွယ်ရာတွင်ပြစ်ချက်ရှိသောအစိတ်အပိုင်းကိုအမြန်ဆုံးအဆက်အသွယ်ဖြတ်တောက်လိုက်ရမည်။ ပတ်လမ်းတို အပြစ်နှင့်ဝန်ပိုအပြစ်များ(Over Load Faults)ခံစားနေရသောအစိတ်အပိုင်းကိုအဆောက်အအုံကြီးတစ်ခုလုံးအတွက် ပတ်လမ်းမှလျှင်မြန်စွာဖြတ်ထုတ်လိုက်ရမည်။ အော်ပရေတာအတွက်လည်းလျှပ်စစ်ဓါတ်လိုက်မှု(Electirc Shock) ကိုကာကွယ်ထားနိုင်ရမည်။

(၁၀) ပြစ်ချက်ရှိသောပတ်လမ်း (Fault Circuit)

ပြစ်ချက်ရှိသောပတ်လမ်းကို အဓိကပတ်လမ်းကြီးမှအဆက်အသွယ်ဖြတ်တောက်လိုက်ရမည်။ ထိရောက်လျှင်မြန်စွာဖြတ်တောက်နိုင်လျှင် ပျက်စီးဆုံးရှုံးမှုပမာဏနည်းလေဖြစ်မည်။ ပတ်လမ်းတို လျှပ်စီးတစ်ခု (A Short Circuit Current) ဖြက်စီးလာသည်နှင့် ဖျူ့စ် သည်ချက်ချင်းအရည်ပျော်ပြီးပတ်လမ်းကို အဆက်အသွယ်ဖြတ်တောက်လိုက်လေတော့သည်။ ဆားကစ်ဘရိတ်ကာသည်လည်း ပြစ်ချက်ရှိသောပတ်လမ်းကို ကျန်ပတ်လမ်းများနှင့် အဆက်အသွယ်ဖြတ်တောက်ပေးလိုက်လေတော့သည်။ ပြစ်ချက်လျှပ်စီးသည် အပူနှင့် သံလိုက်အားများကိုလည်း ထုတ်ပေးတတ်လေရာ ဖျူ့စ်များနှင့် ဆားကစ်ဘရိတ်ကာများသည် ကောင်းစွာ တောင့်ခံထားနိုင်သောအခြေအနေရှိဖို့လိုအပ်သည်။

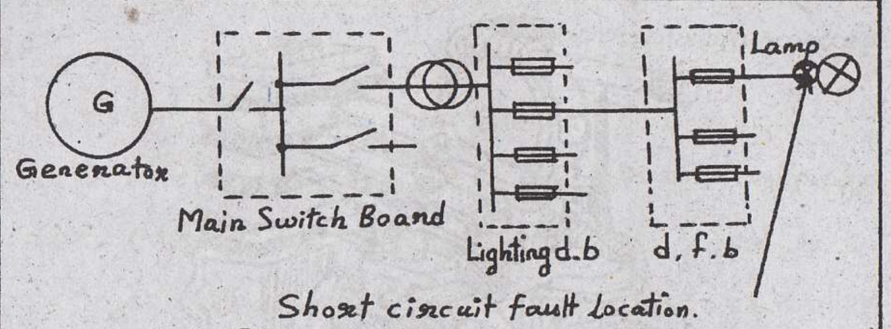
ပုံ (၂- ၁၉)တွင်ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက် (Short Circuit Fault Location)ရှာဖွေသောပတ်လမ်းပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ဖျူ့စ်တစ်ခုအနေဖြင့်ဖြတ်တောက်နိုင်သောအင်အား ဗရိတ်ကာဖြတ်တောက်မှုအင်အားများသည် စိတ်ချလက်ချယုံကြည်လောက်သော ပြတ်တောက်မှုအင်အားရှိဖို့လိုအပ်သည်။ ဥပမာ - (MCCB)ဆာကစ်ဗရိတ်ကာသည် ဗို့အား (440 V)နှုန်းတွင် လျှပ်စီးပမာဏ (600 A)ကိုခံနိုင်သည်ဆိုပါစို့ ၎င်း၏လျှပ်စီးဖြတ်တောက်နိုင်သောအင်အားသည် (12.5 MVA)ဖြစ်သည်။ စိတ်ချစွာဖြတ်နိုင်သော လျှပ်စီးပမာဏမှာ (16,400 A)ဖြစ်သည်။($12.5 \times 10^6 / \sqrt{3}.440 = 16400$ A)ဖြစ်သည်။

ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက်လျှပ်စီး၏အရွယ်အစားသည် ဂျင်နရေတာများ၏စုစုပေါင်းဟန့်တားမှုပမဏ ကေဘယ်များနှင့် ထရန်စဖော်မာအပါအဝင် ပတ်လမ်းတစ်

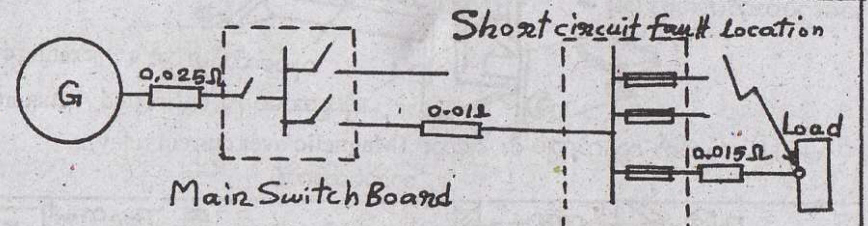
ခုလုံးနှင့် ဂျင်နရေတာ၏ ပြစ်ချက်တို့ကိုစဉ်းစားပေဖို့လိုအပ်လေသည်။
ပုံ(၂-၂၀) တွင်ပြစ်ချက်ပတ်လမ်းကိုဖော်ပြထားပါသည်။ ဆားကစ်
ဘရိတ်ကာနှင့် ဖျူ(စ်)များကိုဒီဇိုင်းပြုလုပ်သောအခါ အမြင့်ဆုံးဖြစ်ပေါ်နိုင်သော
ပြစ်ချက်လျှပ်စီးပမာဏထက်ပိုပြီး ကြီးထားဖို့လိုသည်။ သေးငယ်သွားပါက ဖျူစ်
သို့မဟုတ် ဆားကစ်ဘရိတ်ကာပေါက်ကွဲရုံမျှမက ပတ်လမ်းအတွင်းသို့ ခုန်ကူး
ဝင်ရောက်သွားပြီး မီးလောင်ပျက်စီးနိုင်လေသည်။ ပုံ (၂-၂၁) တွင် ပတ်လမ်း
တိုပြစ်ချက်သည် မီးလုံးအထိုင် (Lamp Holder) ၌ ဖြစ်ပေါ်ပုံ အနေအထားကို
ဖော်ပြထားပါသည်။ ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက်ဖြစ်ပေါ်လာသည်နှင့် (5)အမ်ပီယာ ဖျူ (စ်)
သည်။ စက္ကန့်ပိုင်းအတွင်းအထိုင်ကို အဓိကပတ်လမ်းကြီးမှ ဖြတ်ထုတ်လိုက်သည်။

(၁၁) လွန်ကဲလျှပ်စီးအကာအကွယ် (Over current protection)

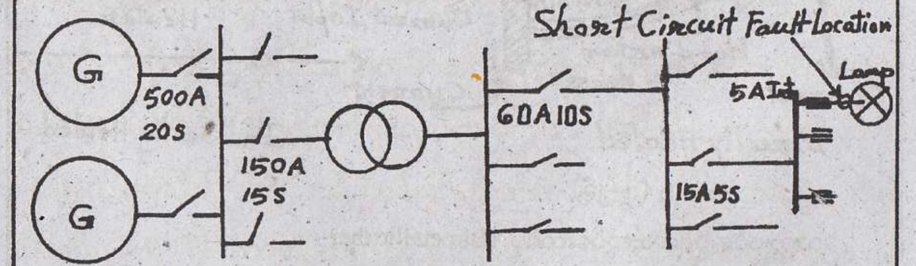
လျှပ်စစ်ပစ္စည်းတစ်ခုသည် ၄င်းအတွက်သင့်တော်သည့် ဝန်ပမာဏကိုသာ
ခံနိုင်စွမ်းရှိသည်။ အကယ်၍ထိုဝန်ပမာဏထက်ပိုသော ဝန်ကို ထမ်းဆောင်
ရသောအခါ ဝန်ပိုခြင်း (Over current) သည် ဝန်ပြည့်လျှပ်စီး နှုန်း (The full
load current) ၏ ပမာဏထက်ပိုများလာသောကြောင့်၊ စက်မှု ဝန်ပိုခြင်း (The
mechnical over loading) ဖြစ်ပေါ်လေသည်။ ထိုအခြေအနေကို မော်တာများ၌
အများဆုံးတွေ့ရသည်။ ထိုမှတဆင့် လျှပ်စီးတန်ဖိုးဆက်လက် တိုးတက်များပြား
လာပြီး ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက် (Short-circuit fault) ဖြစ်ပေါ် လာလေသည်။
အန္တရာယ်ပေးနိုင်သော လွန်ကဲလျှပ်စီးကို ရီလေးနှင့် အချိန်ဆိုင်းကိရိယာ
(Time Delay) တို့ဖြင့် ကာကွယ်နိုင်လေသည်။ ဗို့အားနိမ့်ဖြန့်ဝေပတ်လမ်းများ
(L.V distribution circuits) တွင်ဖြစ်ပေါ်တတ်သော ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက်များကို



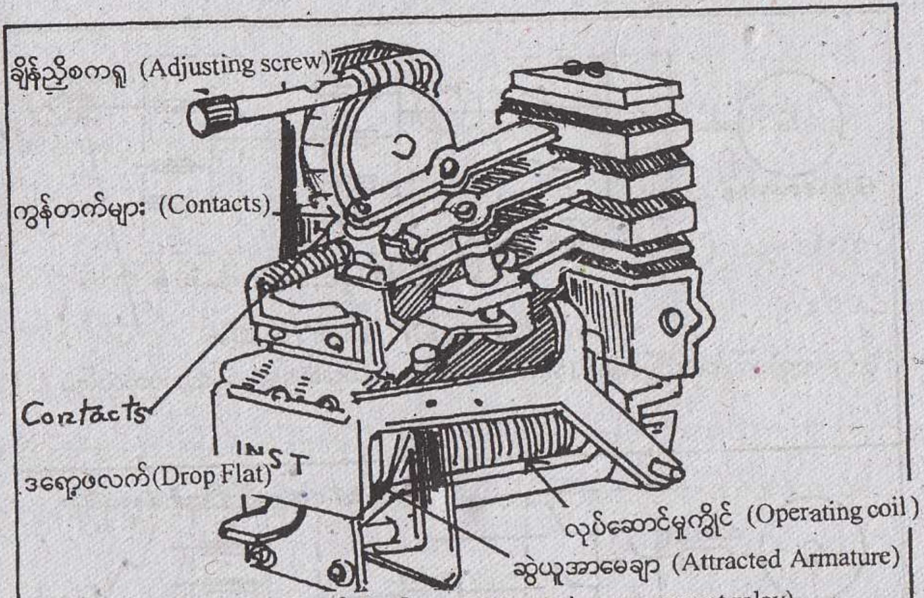
ပုံ (၂- ၁၉) ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက် (Short Circuit Fault Location) ရှာ ဖွေသောပတ်လမ်းပုံ



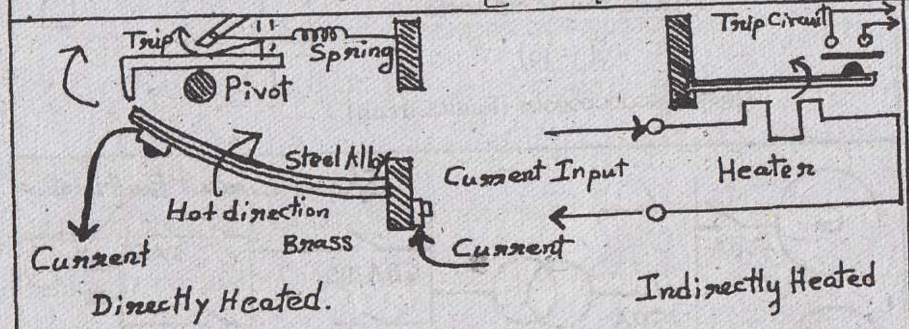
ပုံ(၂-၂၀)
ဖြစ်ချက်ရှိသောပတ်လမ်း (Fault Circuit)



ပုံ (၂-၂၁) ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက်သည် မီးလုံးအထိုင် (Lamp Holder) ၌ ဖြစ်ပေါ်ပုံ



ပုံ (၂-၂၂) သံလိုက် လွန်ကဲလျှပ် စီး ရီလေး (Magnetic over current relay) တည်ဆောက်ပုံ



ပုံ (၂-၂၃)

သတ္တုစပ်အပူရီလေးလုပ်ဆောင်ပုံ (Bimetallic ther-

အာရုံခံထောက်လှမ်းပြီး ကာကွယ်ဟန့်တားရာ၌ ဖျူ့(စ်)နှင့် သံလိုက်ဆားကစ်ဘရိတ်ကာတို့ကို အသုံးပြုပြီး ကာကွယ်ဟန့်တားနိုင်သည်။

လျှပ်စီးအင်အားကြီးမားသော ပတ်လမ်းတို့လျှပ်စီးကို ကာကွယ်ရာတွင် ရီလေး (Relay) ကို အသုံးပြုနိုင်သည်။ ပုံ (၂-၂၂) တွင် သံလိုက် လွန်ကဲလျှပ်စီး ရီလေး (Magnetic over current relay) တည်ဆောက်ပုံကိုဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံတွင်ဖော်ပြထားသော အစိတ်အပိုင်းများမှ (၁) ချိန်ညှိစကရူ (Adjusting screw)၊ (၂) ကွန်တက်များ (Contacts)၊ (၃) ဒရော့ဖလက်(Drop Flat)၊ (၄) ဆွဲယူအာမေချာ (Attracted Armature)၊ (၅) လုပ်ဆောင်မှုကွိုင် (Operating coil) တို့ဖြစ်ကြသည်။

သံလိုက်ရီလေး၏ လုပ်ဆောင်ပုံမှာ လွန်ကဲလျှပ်စီးကို လျှပ်စစ် သံလိုက်အဖြစ် ပြောင်းပေးပြီး ထရစ်ခလုတ် (Trip-switch) ကိုလုပ်ဆောင်မှု ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ လွန်ကဲလျှပ်စီးကာကွယ်ခြင်းကို (0.2) စက္ကန့်အောက်နိမ့်သောအချိန်တွင် လုပ်ဆောင်နိုင်စွမ်းရှိလေသည်။

မော်တာအတွက် ဝန်ပိုအကာအကွယ် (motor overload protection) အတွက် သံလိုက်ပြောင်းပြန်အချိန်လုပ်ဆောင်မှုတစ်ခု (a magnetic inverse-time action) ရရှိစေရန် လျှပ်ညှို့ဒစ်ပြားလှုပ်ရှားမှုတစ်ခု (an induction disc movement) ကို အသုံးပြုထားသည်။ ၎င်း၏ တည်ဆောက်ပုံသည်နေအိမ်သုံး ကီလိုဝပ်နာရီ (KWH) မီတာ၏ တည်ဆောက်ပုံနှင့် အတော်လေးဆင်တူသည်။ ဒစ်ပြား၏ အရှေ့မှာ တန်ဖိုးအနည်းငယ်မျှသာဖြစ်သော်လည်း ထရစ်ခလုတ်ကွန်တက်များ အတွက်လှုပ်ရှားမှု ကောင်းစွာ ဖြစ်ပေါ်စေသည်။

ပုံ (၂-၂၃) တွင် သတ္တုစပ်အပူရီလေးလုပ်ဆောင်ပုံ (Bimetallic ther-

mal relay action) ကို ဖော်ပြထားပါသည်။ လွန်ကဲလျှပ်စီးကြောင့် သတ္တုစပ် အချောင်း (Bime tallic Bar) ကွေးညွှတ်မှုဖြစ်လေသည်။ ထိုအခါ ပုံမှန် ပိတ်နေသော ကွန်တက် (a normally closed (NC) Contact) ကို ပွင့်စေသည်။ ထိုအခါ ကွန်တက်တာ သို့မဟုတ် ဆားကစ်ဘရိတ်ကာသည်ဖွင့်သော် အနေအထားၖ ရှိနေသည်။ ထိုအချိန်တွင် သတ္တုစပ်အပြားသို့ စီးဆင်းသောကြီးမားသည့် အန္တရာယ်လျှပ်စီးကြောင်းသည် (Heater Coil)အတွင်းသို့ စီးဝင်လေသည်။ ဧကအသွင်အတွက်သတ္တုစပ်ပြားတစ်ခုသာအသုံးပြုထားပြီး တြိအသွင်အတွက် သတ္တုစပ်ပြားတစ်ခုသာအသုံးပြုထားပြီး တြိအသွင်အတွက် သတ္တုစပ်ပြားတစ်ခုသာအသုံးပြုထားပြီး တြိအသွင်အတွက် သတ္တုစပ်ပြား ၃ ခုအသုံးပြုထားသည်။ စက်မှု ဘဲ(လ်)ကရိုင်းထရစ်အစီအစဉ်တစ်ခု (Amechanical bell crank trip arrangement) ကို မျှခြေမရှိသော (ဒစ်ဖရန့်ရှယ်) လျှပ်စီးများ (unbalanced differential currents) အဖြစ် လုပ်ဆောင်စေသည်။

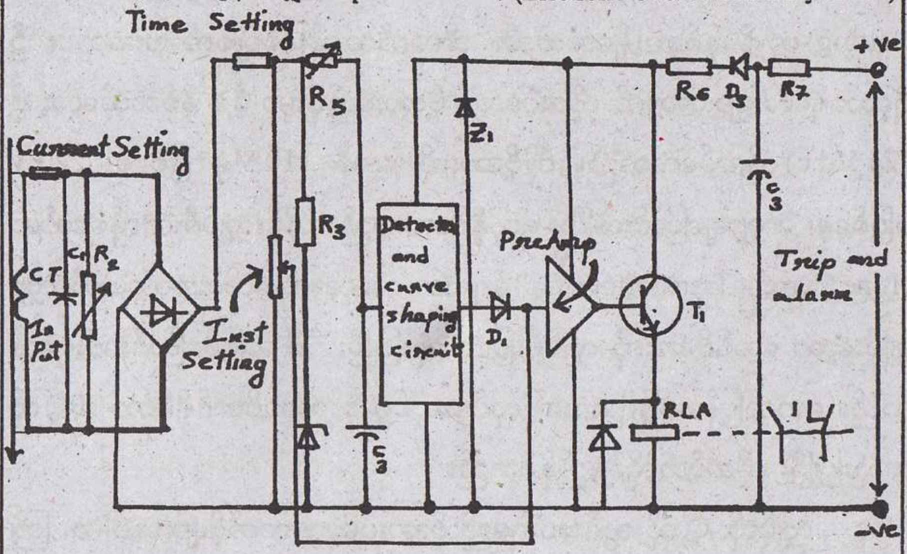
ဧကအသွင်မော်တာ၏ ပြစ်ချက်လျှပ်စီးများ ဒဏ်ကို၊ ကာကွယ်ရာတွင် လွန်စွာထိရောက်လေသည်။အမှုကြောင့် ရီလေး၏ သတ္တုစပ်ကွေးညွှတ်ပြီး ပတ်လမ်းအဆက်အသွယ်ဖြတ်ပေးပြီးသောအခါ၊သတ္တုစပ်အေးလာသည်အထိ လုံလောက်သော အချိန်အတိုင်းအတာစောင့်ဆိုင်းရသည်။

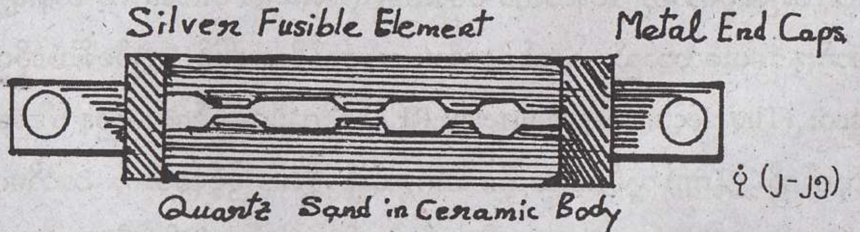
အပူရီလေး (Thermal Relay) ၏နောက်ပြန်လျှပ်စီးနှုန်းသည် မော်တာများ အားထိရောက်စွာ အကာအကွယ်ပေးနိုင်လေသည်။

ပုံ (၂-၂၄) တွင် အီလက်ထရန်းနစ် လွန်ကဲလျှပ်စီးရီလေးပတ်လမ်း (Electroric Over current relay circuit) ကို ဖော်ပြထားပါသည်။ အီလက်ထရွန်းနစ် လွန်ကဲလျှပ်စီးအကာအကွယ်နှစ်မျိုးရှိသည်။ ၄င်းတို့မှာ အင်နာလော့အမျိုး

ပုံ (၂-၂၄)

အီလက်ထရန်းနစ် လွန်ကဲလျှပ်စီးရီလေးပတ်လမ်း: (Electroric Over current relay circuit)





ပုံ (၂-၂၅)

ဗို့အားမြင့် ပတ်လမ်းများတွင်အသုံးပြုသော အိတ်အာရ် စီ ကတ်ထရစ်ဖျူ့(စ်) (High rupturing capacity (eg. 80 KA) cartridge type fuse links) တည်ဆောက်ပုံ

ဖျူ့(စ်) ဖြင့်ကာကွယ်ခြင်း **(Fuse Protection)**

အစားနှင့် ဒီဂျစ်တယ်အမျိုးအစားတို့ဖြစ်ကြသည်။ အချိန်ဆိုင်းခြင်း (Time Delay) အတွက် လျှပ်သိုလို ဓာတ်အားသွင်းပေးရလေသည်။ အီလက်ထရွန်းနစ် ရီလေးအတွင်း၌ လျှပ်စီးချိန်ညှိခြင်း (Current Setting) နှင့် အချိန်ချိန်ညှိခြင်း (Time Setting) ဟူ၍ နှစ်ခုပါရှိလေသည်။ အီလက်ထရွန်းနစ်ချဲ့စက်များအတွင်း ၌ ရှိသောရီလေးများအတွက် လိုအပ်သော ဗို့အားတန်ဖိုးမှာ ဒီစီ နှစ်ဆယ့်လေး ဗို့ (24 Vd.c) လိုအပ်လေသည်။ ထိုဗို့အားကို အေစီ 110 V မှ ဖြစ်စေ၊ 220 V မှဖြစ်စေ၊ လျှော့ချပြောင်းလဲပြီး၊ ရယူနိုင်လေသည်။ လိုင်းလျှပ်စီးထရန်စဖော်မာ (Line Current Transformer, CT) မှရသော လုံလောက်အတိုင်းအတာအထိလျှော့ချပြီးသော အေစီဗို့အားကို လျှပ်စီးပြင်အသုံးပြုပြီး ဒီစီ အဖြစ်ပြောင်းပေးရလေသည်။ နောက်ပြန်အချိန်ရီလေး၏ လုပ်ဆောင်မှု သဘာဝပိုတင်ရှိမီတာ (R_5) ကို အသုံးပြုပြီး လိုအပ်သလိုချိန်ညှိနိုင်သည်။

လျှပ်သို C_2 သို့ သွင်းပေးရမည့် ဗို့အားပမာဏထက်ပိုများနေပါက၊ ကြိုတင်ချိန်ညှိထားသော အဆင့်သို့ ပြန်ပြီးလျှော့ချရန် R_2 ကိုအသုံးပြုနိုင်သည်။ ပါဝါထရန်စစ္စတာကို ဒီတက်တာ ပတ်လမ်း (Detector Circuit) က ထိန်းချုပ်မောင်းနှင်ပေးလေသည်။ ထရန်စစ္စတာမှ အထွက်ဗို့အားဖြင့် လျှပ်စစ်သံလိုက်ရီလေး (The electro magnetic relay, RLA) ကိုလုပ်ဆောင်စေသည်။ ထိုအခါ ခလုတ်ကို (Trip) လုပ်ပေးသည့်။ အကယ်၍ ဗို့အားမြင့်နေပါက သတိပေးကွန်တက်များ (alarm contacts) ကို လုပ်ဆောင်စေသည်။ သံလိုက်ရီလေးများနှင့် အီလက်ထရွန်းနစ်ရီလေးများကို (0.05) စက္ကန့်(သို့မဟုတ်) ငါးဆယ်မီလီ စက္ကန့် (50MS) အတွင်း ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက်ကို ဖယ်ရှားနိုင်စေရန်ပြုလုပ်ထားလေသည်။

အပူရီလေးများကို ပုံသွန်းဆားကစ်ဘရိတ်ကာများ (moulded case circuit-breakers, MCCBS) နှင့် အသေးစားဆားကစ်ဘရိတ်ကာများ (miniature circuit- breakers, MCBs) အတွင်း၌ တပ်ဆင်ထားကြလေသည်။ ပတ်လမ်းတို အပြစ်ဖြစ်ပေါ်လာသောအခါ "Long time thermal overcurrent trip) သည် လျှင်မြန်စွာ လုပ်ဆောင်ပြီး ပြစ်ချက်လျှပ်စီးကို ဖယ်ရှားပေးလေသည်။

ကြီးမားသောပါဝါ ပတ်လမ်းများအတွင်း၌ တပ်ဆင်ထားသော လွန်ကဲလျှပ်စစ်အကာအကွယ်ရီလေးများကို လျှပ်စီးထရန်စဖော်မာ (CTS) ဖြင့်မောင်းနှင်လေသည်။ လျှပ်စီးထရန်စဖော်မာ၏ မူလကွိုင်အတွင်းမှ ဝန်ပြည့်လျှပ်စီးတန်ဖိုးသည် (1) အမ်ပီယာမှ (5) အမ်ပီယာအထိရှိပြီး ထိုလျှပ်စီးသည် ဒုဆင့်ခံ အရစ်ပတ် (Secondary winding) သို့ရောက်သွားလေသည်။

လွန်ကဲလျှပ်စီးအကာအကွယ်ရီလေးများကို စမ်းသပ်စစ်ဆေးသောအခါ သတ်မှတ်လျှပ်စီးများပေးသွင်းပြီး ၎င်းတို့၏ (Current trip levels) နှင့် အချိန်စောင့်မှု ချိန်ညှိခြင်းများ (Time delay setting) ကို စစ်ဆေးပေးရသည်။ ပရိုင်မာရီအင်ဂျက်ရှင်း (Primary Injection) အတွက် သတ်မှတ်စမ်းသပ်လျှပ်စီးတစ်ခု (a calibrated test current) ကို ပုံမှန်ဝန်ပတ်လမ်း (the normal loadcircuit) သို့ ပေးသွင်းရလေသည်။ လိုအပ်သော လျှပ်စီးပမာဏမှာ အတော်လေးများလေ သည်။ လိုအပ်ပါက ဗို့အားနိမ့် လျှပ်စီးမြင့်အထွက် (a low voltage, high current output) ကို အလွယ်တကူရရှိနိုင်လေသည်။

စကန်ဒရီအင်ဂျက်ရှင်း လျှပ်စီးများ (Secondary injection current) မှာ 5 အမ်ပီယာမှ 50 အမ်ပီယာမျှသာရှိလေသည်။ ထို့ကြောင့် အထူးပြုလုပ်ထား သော ပလပ်/ ဆော့ကက် (a special test plug/ socket) တစ်ခုကို အသုံးပြုပြီး

လျှပ်စီးထရန်စဖော်မာမှ လျှပ်စီးယူပြီး ရီလေးသို့ သွင်းပေးပြီး စစ်ဆေးနိုင်သည်။ လွန်ကဲလျှပ်စီးကို ချိန်ညှိခြင်းပြုလုပ်နည်းကို ရီလေးထုတ်လုပ်သူ များက အသေးစိတ်ဖော်ပြလေ့ရှိသည်။

(၁၂) ဖျူ(စ်) ဖြင့်ကာကွယ်ခြင်း (Fuse Protection)

ဗို့အားနိမ့်ပတ်လမ်းများ သာမန်အိမ်သုံးလျှပ်စစ်ပစ္စည်းများ၊ မော်တာပတ်လမ်းများ (moter circuits) နှင့် အပေါ့စားကိရိယာများ (Portable appliances) တွင်အကာအကွယ်အဖြစ် ဖျူ(စ်)ကိုအသုံးပြုကြသည်။ ဖျူ(စ်)မှာ တည်ဆောက် ပုံရှင်းလင်းသည်။ ဈေးသက်သာသည်။ အသုံးပြုရာ၌ လွယ်ကူသည်။ ဖျူ(စ်) ပြတ်သွားပါက ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက်ရှိသော အစိတ်အပိုင်းကိုရှာဖွေပြုပြင်ပြီးနောက် ဖျူ(စ်) အသစ်တပ်ခြင်း၊ ဖျူ(စ်) ဝါယာကြိုးလဲလှယ်ခြင်းတို့ကို အလွယ်တကူပြုလုပ်နိုင်သည်။ အထူးသတိထားရမည့် အချက်မှာ အရွယ်အစားတူသော ဖျူ(စ်) ကြိုးနှင့်လဲလှယ်ရန်ဖြစ်သည်။

ဗို့အားမြင့် ပတ်လမ်းများတွင် ဖျူ(စ်)ကို အသုံးပြုလိုသော် အိတ်အာရ်စီ ကတ်ထရစ်ဖျူ(စ်) (High rupturing capacity (eg. 80 KA) cartridge type fuse links) များကိုအသုံးပြုနိုင်သည်။ တည်ဆောက်ပုံကို ပုံ (၂-၂၅) ၌ ဖော်ပြထားသည်။ ၎င်းသည် ဝန်ပို ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက်လျှပ်စီးဖြစ်ပေါ်လာသည်နှင့် မီလီစက္ကန့်မျှသော အချိန်အတိုင်းအတာအတွင်း လုပ်ဆောင်သောကြောင့် ဆားကစ်ဘရိတ်ကာထက်ပိုပြီးမြန်လေသည်။ သေးငယ်သော မော်တာများအတွက် ပတ်လမ်းတိုလျှပ်စီးအကာအကွယ်အဖြစ် ဖျူ(စ်)များကို အသုံးပြုနိုင်သည်။ လွန်ကဲလျှပ်စီးအကာအကွယ်အဖြစ် ဖျူ(စ်)များကို အသုံးပြုနိုင်သည်။ လွန်ကဲလျှပ်စီးအကာ

အကွယ်ရီလေး (Over current relay, OCR) ကို လည်းအသုံးပြုနိုင်သည်။

စတက်တာ လွန်ကဲ လျှပ်စီးအကာအကွယ်ရီလေး (Starter overcurrent relay) သည် ပြတ်တောက်ပေးနိုင်သောကြောင့် အသုံးများခြင်းဖြစ်သည်။

မော်တာအကာအကွယ်ဖျူ(စ်)များသည် မော်တာ၏ ဝန်ပြည့်လျှပ်စီး ထက်နှစ်ဆမှ သုံးဆအထိပိုမြင့်သော လျှပ်စီးဒဏ်ကို ခံနိုင်သည်။ မော်တာစက်နှိုးပတ်လမ်းသည် ဝန်ပြည့်လျှပ်စီးထက် အဆပေါင်း ခြောက်ဆပိုများတတ်လေသည်။ ထို့ကြောင့် မော်တာထုတ်လုပ်သူများသည် မော်တာကို ထိခိုက်ပျက်စီးခြင်း မရှိဘဲ၊ အမြင့်ဆုံးအတိုင်းအတာအထိခံနိုင်သော လျှပ်စီးကို အတိအကျတွက်ချက်ခန့်မှန်းပေးဖို့လိုအပ်လေသည်။

ဖျူ(စ်) အသုံးပြုသောအခါ သိထားသင့်သော အချက်များမှာ

(၁) ဖျူ(စ်) ပြတ်ခြင်းသည် ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက် (ရှော့) တစ်ခုခု ရှိနေခြင်းကြောင့်ဖြစ်လေရာ၊ ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက်ကို ရှာဖွေပြုပြင်ပြီးသောအခါမှသာ ဖျူ(စ်) အသစ်လဲပေးရမည်။

(၂) လဲလှယ်သော ဖျူ(စ်) (Fuse Link) ၏ လျှပ်စီးခံနိုင်မှု အင်အားသည် လဲလှယ်ခဲ့သော ဖျူ(စ်) အဟောင်းနှင့် အစစ အရာရာ တူညီဖို့ လိုအပ်သည်။

(၃) ဇကအသွင်ပတ်လမ်းများအတွက် ဖျူ(စ်) တစ်ခုပြတ်သောအခါ ဖျူ(စ်) တစ်ခုသာ လဲလှယ်ရသော်လည်း၊ တြိအသွင်ပတ်လမ်းများ (3-phase line) အတွက် လိုင်းတစ်ခုမှ တစ်ခု ဖျူ(စ်) တစ်ခုပြတ်သော်လည်း ပြစ်ချက် ရှာဖွေပြုပြင်ပြီးသောအခါ ဖျူ(စ်) အသစ်ပြန်လဲချိန်တွင် ကျန်နေသော ဖျူ(စ်) နှစ်ခုကိုပါဖြုတ်ထုတ်ပြီး လဲလှယ်ပေးလိုက်ရမည်သို့မဟုတ်ပါက နာထားသော ဖျူ(စ်)

နှစ်ခုက ပြတ်ပြီး ဒုက္ခထပ်ပေးမည်ဖြစ်လေရာ မကြာခဏဖျူး(စ်) ပြတ်ပြီး လဲလှယ်နေရပေမည်။

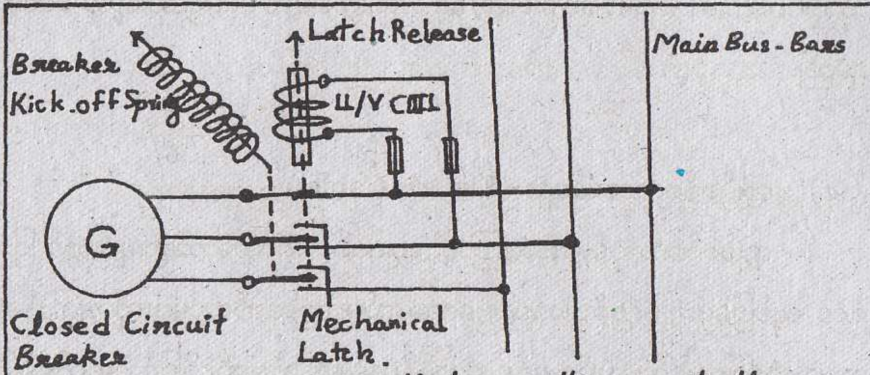
(၁၃) ဗို့အားနိမ့် အကာအကွယ် (Undervoltage Protection)

အားလုံးသော ဂျင်နရေတာဘရိတ်ကာများနှင့်အချို့သော အဓိကဖက်ဒါဆားကစ်ဘရိတ်ကာများ (main feeder circuit-breabers) တွင် ဗို့အားနိမ့်ပြန်လွှတ်အစိတ်အပိုင်းတစ်ခု (An under voltage (UN) release Mechanism) ကို တပ်ဆင်အသုံးပြုကြလေသည်။ ၎င်း၏ လုပ်ဆောင်ချက်ပုံမှာ ဘရိတ်ကာကို ထရစ် (Trip) ပြုလုပ်ပေးရလေသည်။

ပုံ (2-26) တွင် ဗို့အားနိမ့်အကာအကွယ်ကိုဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံတွင် ဖော်ပြထားသော အစိတ်အပိုင်းများမှာ (၁) ဗို့အားနိမ့်ကွိုင် (U/V Coil)၊ (၂) (Latch Release)၊ (၃) Mechanical Latch၊ (၄) ကွင်းပိတ်ဆားကစ်ဘရိတ်ကာ (Closed Circuit Breakers) နှင့် (၅) ဘရိတ်ကာ-ကစ်အော့(ဖ်) စပရင် (Breaker Kick off spring) တို့ဖြစ်ကြသည်။

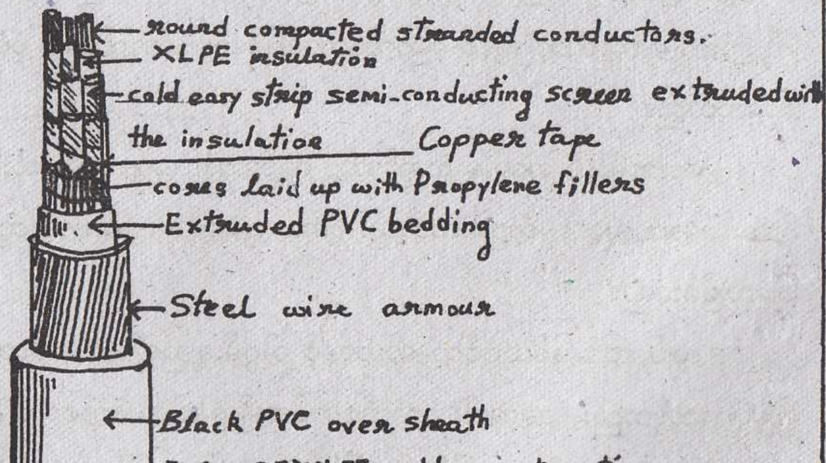
မော်တာစတတ်တာများအတွက် ဗို့အားနိမ့်အကာအကွယ်ကိုအသုံးပြုဖို့ လိုအပ်လေသည်။ ပေးသွင်းဗို့အားလျော့ကျလွန်းပါက ဖြတ်တောက်ပေးဖို့လိုအပ်သောကြောင့်ဖြစ်သည်။ ဗို့အားတန်ဖိုးသည် ပုံမှန်ရှိသင့်သော အတိုင်းအတာသို့ ပြန်ရောက်လာသောအခါ အလိုအလျောက်စက် လည်ပတ်ခြင်းပြန်လည်စတင်နိုင်ရန် စီစဉ်ထားသည်။

ဂျင်နရေတာကိုစစ်ဆေးသောအခါဖြစ်စေ၊ (Calibration) ပြုလုပ်သော အခါတွင်ဖြစ်စေ၊ ဗို့အားနိမ့်ရီလေး၏ လုပ်ဆောင်မှုအခြေအနေကို စစ်ဆေးဖို့လိုအပ်



ပုံ (2-26) Under-voltage protection.
ဗို့အားနိမ့်အကာအကွယ်

ဗို့အားနိမ့် အကာအကွယ် (Undervoltage Protection)



Fig(2-27) XLPE cable construction.

သည်။ ရီလေး၏ (pulls-involtage) နှင့် (Relay drops-out) ဗို့အားတို့ကို စစ်ဆေးရမည်။

(၁၄) လျှပ်စစ်ကေဘယ်များ (Electric Cables)

လျှပ်စစ်ကေဘမ်များအကြောင်း လျှပ်စစ်စာအုပ်အတော်များများတွင် ပြည့်စုံစွာ ဖော်ပြပေးခဲ့ပြီးဖြစ်ပါသည်။ ကေဘယ်မှ ကွန်ဒတ်တာများကို ကြေးနီနှင့် အများဆုံးပြုလုပ်ကြသည်။ ငွေ၊ အလူမီနီယမ်နှင့် သံမဏိတို့ဖြင့် ဆက်စပ်ပြီး ပြုလုပ်ထားသော ကေဘယ်များရှိပါသည်။

ကြေးနီကို ဒဏ်လျှော့ပြီးနောက် စက်ဝိုင်းပုံဖြစ်စေ အလိုရှိသော လေးထောင့်၊ ခြောက်ထောင့်ပုံများဖြစ်စေ ပြုလုပ်နိုင်သည်။ ကေဘယ်အသေးစားလေးများကို စက်ဝိုင်းပုံပြုလုပ်ကြပြီး ဗို့အားမြင့် သယ်ဆောင်နိုင်သော ကေဘယ်ကြီးများကို လေးထောင့်ဖြစ်စေ ခြောက်ထောင့်ဖြစ်စေ၊ နှစ်သက်သော ပုံစံပြုလုပ်ကြလေသည်။

ကေဘယ်ကို အပေါ်မှ ဖုံးအုပ်သော လျှပ်ကာ၏ အထူသည်အသုံးပြုသော ဗို့အား ပမာဏအပေါ်မူတည်လေသည်၊ ဗို့အား များလေ၊ လျှပ်ကာထူထူ အသုံးပြုလေဖြစ်သည်။

လျှပ်ကာအဖြစ်ယခင်က ရာဘာနှင့် ဝါဂွမ်းချည်ကိုသာ အဓိက အသုံးပြုခဲ့ကြသော်လည်း ယခုအခါ၊ ပလက်စတစ်အမျိုးစုံနှင့် ပလက်စတစ် ရာဘာ၊ ကွန်ပေါင်းများကိုလျှပ်ကာအဖြစ်ကျယ်ပြန့်စွာအသုံးပြုလာကြလေသည်။ အများအားဖြင့် ဗျူတိုင်းရာဘာ (Butyl Rubber) ကို အသုံးပြုကြသည်။ ၎င်းသည် အလွန်အကြမ်းခံသည်။ အပူဒဏ်ခံနိုင်သည်။ အိုဇုန်းဒဏ်ကို ခံနိုင်သည်။ ရေငွေ့

များကို စုပ်ယူခြင်းလုံးဝမရှိပေ။ (ထို့ကြောင့်) သဘာဝရာဘာအစား၎င်းဗျူတိုင်း ရာဘာကိုအသုံးများလာကြသည်။ အီသိုင်းလင်း ပရိုပိုင်းလင့်ရာဘာ (Ethylene Propylene rubber (EPR) ကို အသုံးများလာသည်။ (EPR) သည် အိုဇုန်ဒဏ်ခံနိုင်စွမ်းအားနှင့်ရေငွေ့စုပ်ယူမှု လုံးဝမရှိသကဲ့သို့ ရေငွေ့ဒဏ်ကိုလည်း ကောင်းစွာခံနိုင်သော သတ္တိများတွင် ဗျူသိုင်း ရာဘာထက် အဆပေါင်းများစွာသာလေသည်။ ၎င်းသည် ချောဆီများနှင့် စက်ဆီများ၏ ဒဏ်ကိုလည်းကောင်းစွာခံနိုင်လေသည်။ ပေါ်လီဗင်နိုင်း ကလိုရိုဒ် (Polyvinyl chloride (P.V.C) ကိုလည်း ဗို့အားသိပ်မမြင့်သော အခြေအနေများတွင်ကျယ်ပြန့်စွာ အသုံးပြုကြသည်။ (P.V.C) ၏ အားနည်းချက်မှာ အပူဒဏ်မခံနိုင်ခြင်းဖြစ်သည်။ (150) ဒီဂရီ စင်တီဂရိတ်ထက်ပိုပါက အရည်ပျော်လာလေသည်။ (-8) ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်တွင် လျှပ်ကာများအက်ကွဲတတ်လေသည်။ သာမန်အပူချိန်ထွင် စက်မှုဒမ်အားကို ကောင်းစွာခံနိုင်စွမ်းမရှိပေ။ ရေအလုံပိတ်ဝါယာသွယ်တန်းခြင်း ကိစ္စများ၌လည်း (P.V.C) ကိုအသုံးပြု၍ မသင့်ပေ။

(P.V.C) ထက်ပိုကောင်းသော လျှပ်ကာပလက်စတစ်မှာ ကလိုရို ဆာလဖိုနိတ်တက် ပေါ်လီအက်သလင်း (Chlorosal phonated polyethylene CSP or hypalon) ဖြစ်သည်။

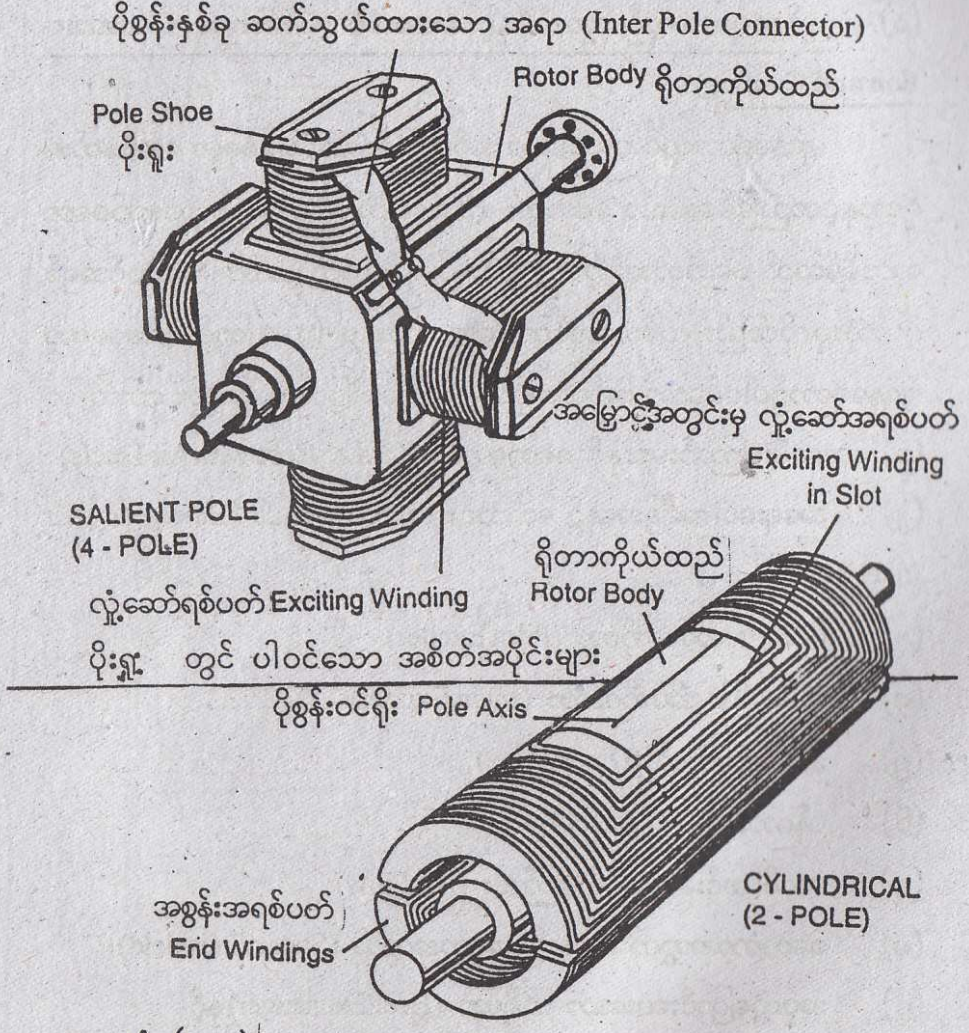
ထိခိုက်ပွန်းရှမှုစက်မှုဒဏ်အားများစွာကြုံတွေ့နိုင်သော နေရာများတွင် အသုံးပြုသောအခါ ဝါယာဖွတ်မြီးကိုခြင်းကြားယက်သကဲ့သို့ ယက်ထားသော ဝါယာ (သို့မဟုတ်) သံဖြူစိမ်ထားသော ဖေါ့စဖာကြေးညို့ယာတို့ကို အသုံးပြုသင့်လေသည်။ ဝါယာနှစ်ခုအသုံးပြုပြီး ဆန်ကာကဲ့သို့ရစ်ပတ်တည်ဆောက်ထားသောဝါယာကို အသုံးပြုသင့်သည်။ ဝါယာအကြောင်း အသေးစိတ်သိလိုသော

ကျွန်တော်ရေးသားထုတ်ဝေခဲ့သော လျှပ်စစ်ပစ္စည်းထုတ်လုပ်မှု အတတ်ပညာ စာအုပ်တွင် လေ့လာနိုင်ပါသည်။

ကေဘယ်ကို မြေစိုက်နှင့် ဆက်သွယ်သောအခါ ကေဘယ်ဂလင်း (Cable Gland) ကို ဆက်သွယ်ပေးရသည်။ ကေဘယ်များသည် မတော်တဆ ထိခိုက်မှုကြောင့် အပေါ်မှအကာအကွယ်လျှပ်ကာများ ထိခိုက်ပျက်စီးပါက၊ အပေါ်မှာ လျှပ်ကာတိပ်ဖြင့် ရစ်ပတ်ဖုံးအုပ်ပြီး ပြုပြင်နိုင်ပါသည်။ သို့သော် ပါဝါ လိုင်းများတွင်မူ ပြုပြင်ခြင်းကို မပြုသင့်ပါ။ အခြေအနေအရ ယာယီပြုပြင်ခြင်း ကိုလက်ခံနိုင်သော်လည်း လုပ်ငန်းကို ရပ်နားရန်ဖြစ်နိုင်သောအခါ ရပ်နားပြီး လိုအပ်သော အစိတ်အပိုင်းအားလုံးကိုဖြုတ်ထုတ်လဲလှယ်ပေးထားရမည်။ ပုံ (2-29) တွင် ပြင်ပကေဘယ်ဂလင်းများကိုဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံ (၂-၃၀) တွင် ကေဘယ်များအတွက် (dry-out) ဆက်သွယ်ပုံအနေအထားများကိုဖော်ပြထားပါ သည်။ အပေါ်ပုံတွင် အူတိုင်နှစ်ခုကေဘယ် (Two-core cable) အတွက် လက်ဝဲ ဖက်တွင် ပတ်လမ်းတို ဆက်သွယ်ပုံအနေအထားဖော်ပြထားပြီး၊ လက်ယာဖက် တွင် ဂဟေဆော်စက်နှင့် ဆက်သွယ်ပုံအနေအထားကို ဖော်ပြထားပါသည်။ အောက်ပုံတွင် အူတိုင်သုံးခုကေဘယ် (Three- core cable) အတွက် လက်ဝဲဖက် ၌ ပတ်လမ်းတို ဆက်သွယ်ပုံအနေအထားနှင့် လက်ယာဖက်တွင် ဂဟေဆော် စက်နှင့် ဆက်သွယ်ပုံ အနေအထားတို့ကိုဖော်ပြထားပါသည်။

ယခုအခါ ကေဘယ်အပူချိန်တိုင်းတာသော ကွန်တက်သာမိုမီတာ (Contact Thermo meta) ပေါ်ပေါက်နေပြီဖြစ်သည်။ ၎င်းတွင် အနီအောက်ရောင် ခြည် အာရုံခံကိရိယာ (Infra-red senson) တစ်ခုပါရှိသည်။ အပူချိန် ၃၀ ဒီဂရီ စင်တီ ဂရိတ်ထက်ပိုခြင်းကို ခွင့်မပြုပေ၊ လျှပ်ကာခုခံမှု တန်ဖိုးမှာ ကေဘယ်နှင့် မြေ

စိုက်ပြားတွင် နှစ်ဆယ်မဂ္ဂါအုမ်း 20 MΩ ရှိဖို့လိုအပ်ပြီး ၊ ကိုး (Core) တစ်ခုနှင့် တစ်ခု ကြားတွင် တစ်ရာမဂ္ဂါအုမ်း 100 MΩ ရှိဖို့ လိုအပ်သည်။ ခွင့်မပြု ခုခံမှု တန်ဖိုးအောက်များစွာ နိမ့်ကျသွားပါက ဆက်လက်အသုံးမပြုသင့်ပေ။



ပုံ (၃-၃) Generator rotors, salient and cylindrical construction.
ပိုစွန်းနှစ်ခု ဆလင်ဒါပုံ ရိုတာ၌ပါဝင်သော အစိတ်အပိုင်းများ

အခန်း(၃)

ဂျင်နရေတာများနှင့် မိန်းဆားကစ်ဘရိတ်ကာများ (Generators and Main Circuit Breakers)

(၁) ဂျင်နရေတာတည်ဆောက်ပုံနှင့် အအေးခံပုံ (Generator Construction and Cooling)

ဂျင်နရေတာတွင် ပါဝင်သော အဓိကအစိတ်အပိုင်းနှစ်ခုမှာ အစီစက်၏ ရိုတာနှင့်တည်ငြိမ်နေသော စတေတာ (Stater) တို့ဖြစ်ကြသည်။ သံမဏိစတေတာဖရိမ်သည် စတေတာအူတိုင်နှင့် ၎င်းပေါ်ရစ်ပတ်ထားသော တြိအသွင်အရစ်ပတ်သုံးခုကိုလည်း ထမ်းဆောင်ထားလေသည်။ ပုံ (၃-၁)တွင် ဂျင်နရေတာ ဂျင်နရေတာ၌ပါဝင်သော အစိတ်အပိုင်းများကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ၎င်းတို့ မှာ

(၁) လေလမ်းကြောင်းများနှင့် စတေတာကိုး (Stator Core with Air Ducts)

(၂) အရေးပေါ်အခြေအနေ၌ လေသွင်းပေးသော ပင်နယ် (Emergency Air Inltet Panel)

(၃) ပိုင်းလော့အိပ်ဆိုက်တာ (Pilot Exciter)

(၄) အဓိကမိန်း အိပ်ဆိုက်တာ (Main Exciter)

(၅) ဒိုင်အုတ်ပလိတ် (Diode Plate)

(၆) ပန်ကာအဖုံး (Fanshield)

(၇) လေစီးဆင်းသောလမ်းကြောင်း (Air Flow)

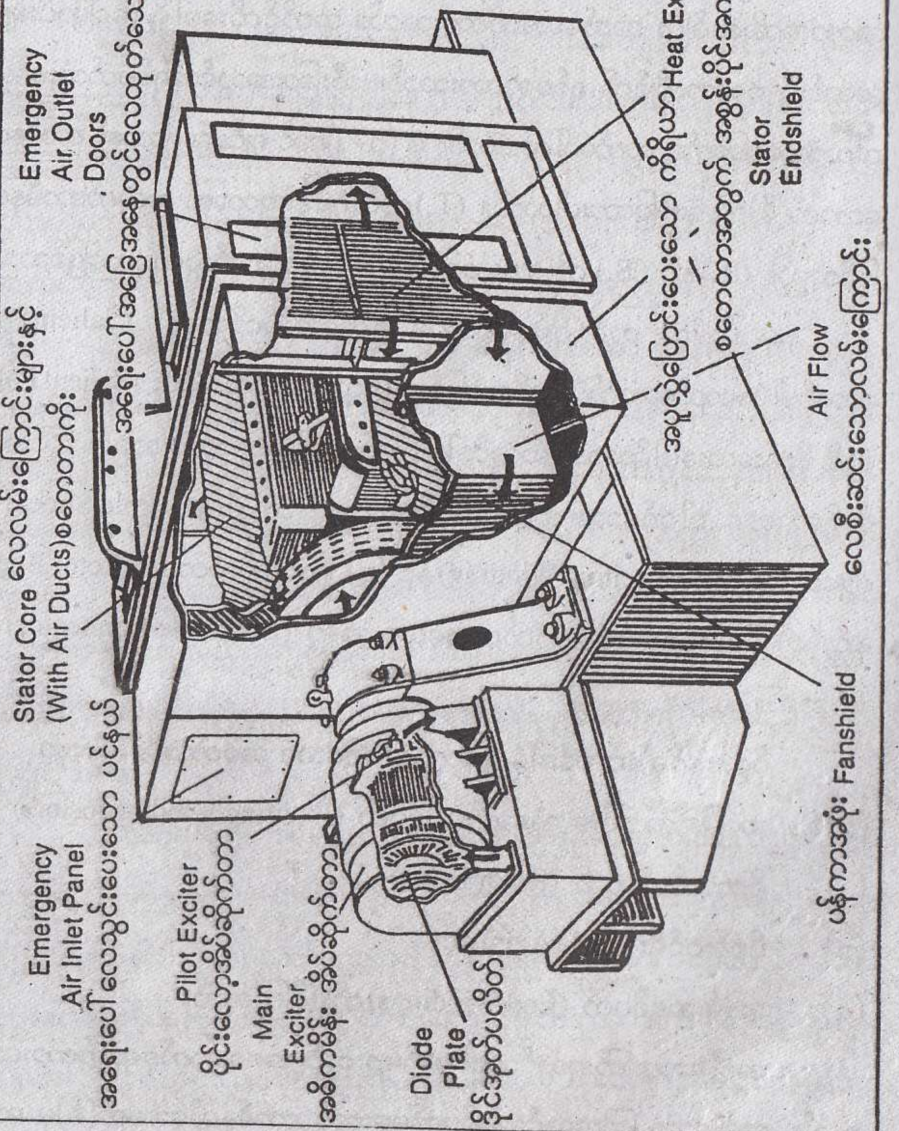
(၈) စတေတာအတွက် အစွန်းပိုင်အကာအကွယ် (Stator Endshield)

(၉) အပူလွှဲပြောင်းပေးသော ကိရိယာ (Heat Exchanger)နှင့်

(၁၀) အရေးပေါ်အခြေအနေတွင်လေထုတ်သောတံခါးများ (Emergency Air

ပုံ (၃-၁)

ဂျင်နရေတာ၌ပါဝင်သော အစိတ်အပိုင်းများ



Outlet Doors) တို့ဖြစ်ကြသည်။

စတေတာကိုး အဖြစ် သံမဏိလွှာထပ်ပြားများကို အလိုရှိသော အတိုင်း အတာအထိ၊ထပ်ပြီး တည်ဆောက်ထားသည်။ အူတိုင်ကိုးပေါ်ရှိ အမြောင်းများ အတွင်း၌ စတောက္ကိုင်ကို ရစ်ပတ်ထားသည်။ သီးခြားအသွင်အရစ်ပတ်သုံးခု နှင့် ဝါယာအစခြောက်ခု ထွက်ပေါ်လာသည်။ ပုံ (၃-၂)တွင် ဂျင်နရေတာ၏ တာမီနယ် ဘောက်(စ်)ကို ဖော်ပြထားပါသည်။ (T_2)တွင် ဂျင်နရေတာ၏ အထွက်တာမီနယ် ဖြစ်သည်။ (R_2) နှင့် (S_2) ကို ဆားကစ်ဘရိတ်ကာနှင့် ဆက်သွယ်ရမည်ဖြစ်သည်။

ပုံ (၃-၃) တွင် ဂျင်နရေတာမှ ရိုတာအသံတိတ်ခန်း (Salient) နှင့် ဆလင်ဒါပုံစံတည်ဆောက်ပုံတို့ကိုဖော်ပြထားပါသည်။ ဆိုင်းလင့်ပိုး (Salient Pole) တွင် ပိုစွန်းလေးခုပါရှိသည်။ ဆလင်ဒါပုံစံတွင် ပိုစွန်းနှစ်ခုသာပါသည်။ ဆိုင်းလင့် ပိုးရိုတာတွင် ပါဝင်သော အစိတ်အပိုင်းများမှာ (၁) ပိုးရှူး (Pole Shoe) (၂) လှုံ့ဆော်ရစ်ပတ် (Exciting Winding) နှင့် (၃) ရိုတာကိုယ်ထည် (Rotor Body) နှင့် (၄) ပိုစွန်းနှစ်ခု ဆက်သွယ်ထားသော အရာ (Inter Pole Connector) တို့ ဖြစ်သည်။

ပိုစွန်းနှစ်ခု ဆလင်ဒါပုံ ရိုတာ၌ပါဝင်သော အစိတ်အပိုင်းများမှာ

(၁) အမြောင့်အတွင်းမှ လှုံ့ဆော်အရစ်ပတ် (Exciting Winding inslots)

(၂) ရိုတာကိုယ်ထည် (Rotor Body)

(၃) ပိုစွန်းဝင်ရိုး (Pole Axis) နှင့်

(၄) အစွန်းအရစ်ပတ် (End Windings) တို့ဖြစ်ကြသည်။

အချို့သော တြိအသွင်အရစ်ပတ်များတွင် အစခြောက်ခုထုတ်ထားသော် လည်း၊ အချို့သော တြိအသွင်အရစ်ပတ်များတွင် တာမီနယ်ဘောက်(စ်)မှ တာမီ

နယ် (၃)ခု သာထုတ်ထားကြလေသည်။ ထိုတာမီနယ်များကို ဂျင်နရေတာ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ထုတ်ယူသော မိန်းဆွစ်ဘုတ် (Main Switch Board)၏ ဆားကစ် ဘရိတ်ကာနှင့် ဆက်သွယ်ပေးထားလေသည်။

မိန်းအေစီဂျင်နရေတာ၏ ရိုတာသည် ၄င်း၏ လျှပ်စစ်သံလိုက် ပိုစွန်း များမှ တဆင့်၊ စက်ကွင်းလှုံ့ဆော်ခြင်း (Field Excitation) ကို ဖြစ်ပေါ်စေသည်။

ရိုတာတည်ဆောက်ပုံ နှစ်မျိုးကို ပုံ (၃-၃) ၌ဖော်ပြခဲ့ပြီးဖြစ်သည်။ ၄င်းတို့မှာ (၁) ဆိုင်းလင့်ပိုး အမျိုးအစား (Salient Pole type) နှင့် (၂) ဆလင်ဒါအမျိုးအစား (Cylindrical type) တို့ဖြစ်ကြသည်။

ဆိုင်းလင့်ပိုး အမျိုးအစားတွင် ထိုးထွက်နေသော ပိုစွန်းများ (Projecting Poles) ကို ဝင်ရိုးအပ် (Shaft hub) ပေါ်၌ မူလီရုပ်မြင်၊ ကီး (Key) တိုး ခြင်းဖြင့် ခိုင်မြဲစေရသည်။ ထိုပိုစွန်းတစ်ခုစီတွင် စက်ကွင်းလှုံ့ဆော်သည်။ အရစ် အပတ်များ (Field excitation windings) ကို ရစ်ပတ်ထားရသည်။ ထိုအမျိုးအစား ရိုတာကို လည်ပတ်နှုန်းအလယ်အလတ်ရှိသော ဂျင်နရေတာများနှင့် ဝင်ရိုး လည်ပတ်နှုန်းအလယ်အလတ်ရှိသော ဂျင်နရေတာများနှင့် ဝင်ရိုးလည်ပတ်နှုန်း (Shaft Speed) တန်ဖိုး (1800 R.P.M) အောက်နိမ့်သော တန်ဖိုးများတွင် အသုံး ပြုကြသည်။

ဆလင်ဒါပုံရိုတာ၏ လည်ပတ်နှုန်းမှာ မြန်နှုန်းမြင့် (High Speed) ဖြစ် သည်။ (1500 n.p.m)မှ (3600 n.p.m) အတွင်းရှိသည်။ မောင်းနှင်ရာတွင် ရေနွေး ငွေ့တာဘိုင်နှင့် ဖြစ်စေ၊ ဓာတ်ငွေ့တာဘိုင်နှင့် ဖြစ်စေမောင်းနှင်ရလေသည်။ ၄င်း၏ လှုံ့ဆော်အရစ်ပတ်များကို သံမဏိရိုတာပေါ်တွင်ရှိသော အက်ဇီယက် အမြောင်းများ (axial Slots) တွင် သပ်များထိုးပြီး ရစ်ပတ်ထားရသည်။ အရစ် ပတ်ရှိသော

အမြှောင်းအုပ်စုနှစ်ခုကြားမှ လွတ်နေသော ရိုတာ၏ အစိတ်အပိုင်း များသည်၊ ပိုစွန်းမျက်နှာပြင်များ (the pole faces) ဖြစ်ကြသည်။

ကြီးမားသော ဂျင်နရေတာများနှင့် မော်တာကြီးများ၏ ဝင်ရိုးထိန်းသမ်ရင်များကို၊ လှည့်ပတ်နေသော အလေအလွင့်လျှပ်စီးများ (Stray Currents) ၏ ထိတွေ့မှုမှကာကွယ်ရန်အတွက် လျှပ်ကာများကို လုံလောက်စွာအသုံးပြုထားသည်။ မညီမျှသော အစွန်းအရစ်ပတ်၏ သံလိုက်ဖြတ်သန်းထုသည်။ သံမဏိဝင်ရိုးတစ်လျှောက်၊ ညှို့လျှပ်စစ်တွန်းအားဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ထိုညှို့လျှပ်စစ်တွန်းအားသည်။ ဝင်ရိုး၊ ဘယ်ရင်များနှင့် အောက်ခံပလိတ်တို့တွင် လျှပ်စီးကြောင်းတစ်ခု ဖြတ်စီးမှုဖြစ်ပေါ်စေသည်။

ထိုအခါ ဘယ်ရင်မျက်နှာပြင်များကို ဖြတ်ပြီး လျှပ်စီးခြင်းနှင့် မီးပွား (လျှပ်ပန်း) စီးခြင်း (Arcing) ဖြစ်ပေါ်လာလေသည်။ ထိုအခါ ချောဆီအလွှာကို ပျက်ဆီးခြင်း (သို့မဟုတ်) အရည်အသွေးနိမ့်ကျခြင်းဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ဝင်ရိုးပေါ်စီးဆင်းသော လျှပ်စီးသည် ဘမ်ရင်ကို ဖြတ်ကျော်ပြီး မြေစိုက်သို့ စီးဆင်းသွားခြင်းကို ကာကွယ်ရန်အတွက် (Bearing Pedestal) ၏ ထိန်းပေးထားသော မှုလီကိုလည်း သင့်တော်သည့် အစွပ် (Sleeve) စွပ်ပြီး၊ ကာကွယ်ပေးထားရသည်။

ပုံမှန်လုပ်ဆောင်သော အနေအထားရှိမရှိ၊ စစ်ဆေးလိုသော်၊ (the Pedestak) ၏ လျှပ်ကာအင်အားကို တိုင်းတာစစ်ဆေးပေဖို့လိုသည်။ စစ်ဆေးပုံမှာ ၎င်းနှင့် မြေစိုက်ကြားမှ ဗို့အားတန်ဖိုးတိုင်းတာစစ်ဆေးသောအခါ ဗို့အားအနည်းငယ်မျှသာရှိပါက၊ ပုံမှန်ဖြစ်သည်။

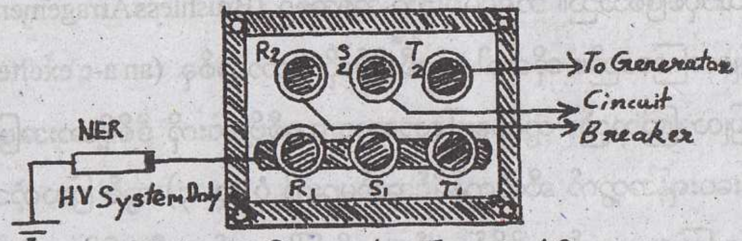
ရိုတာပိုစွန်းများအတွက် လိုအပ်သော ဒီစီလျှပ်စီးကို အိပ်ဆိုက်တာတစ်ခု

(an exciter) မှရရှိလေသည်။ ယခုအခါ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းခြင်းပြုလုပ်ရ အလွန်သက်သာသောပုံစံဖြစ်သည်။ ဘရပ်မပါသာ အစီအစဉ် (Brushless Arragement) ကိုအသုံးပြုလာကြသည်။ ထိုအခါ အေစီအိပ်ဆိုက်တာတစ်ခု (an a-c exciter) ကို အသုံးပြုလာကြသည်။ ထွက်ပေါ်လာသော အေစီဗို့အားကို ဒီစီဗို့အားအဖြစ်သို့ ပြောင်းပေးရန်အတွက် ဆီလီကွန်ဒိုင်အုတ်များကို ပုံ (၃-၄) တွင် ပြသကဲ့သို့ တပ်ဆင်ထားကြလေသည်။ ထိုဒိုင်အုတ်များကို တြိအသွင်အေစီ/ ဒီစီဆက်ကူးထားကြလေသည်။ ထိုဒိုင်အုတ်များကို တြိအသွင်အေစီ/ဒီစီဆက်ကူးပတ်လမ်း (3 phase a.c/ d.c bridge circuit) ပုံစံဆက်သွယ်ထားပြီး အေစီလျှပ်စီးကို ဒီစီလျှပ်စီး အဖြစ်ပြောင်းပေးရလေသည်။

ဒိုင်အုတ်ခြောက်ခုကို ဝင်ရိုးပေါ်တပ်ဆင်ပြီး အေစီအိပ်ဆိုက် တာအထွက် (the a.c exciter output) ကို ဒီစီလျှပ်စီးအဖြစ်သို့ ပြောင်းပေးလေသည်။ ပြီးနောက် အဓိကဂျင်နရေတာရိုတာစက်ကွင်းအရစ်ပတ်များကို ပေးသွင်းထားလေသည်။

အေစီအိပ်ဆိုက်တာတွင် ၎င်း၏ကိုယ်ပိုင်ဒီစီစက်ကွင်း ပိုစွန်းများကို ၎င်း၏ စတေတာပေါ်၌ တပ်ဆင်ထားကြလေသည်။ ထိုအချိန်တွင် ရိုတာသည် ၎င်း၏ တြိအသွင်အေစီအိပ်ဆိုက်တာ အထွက်အရစ်ပတ်များကို သယ်ဆောင်ထားလေသည်။

ဂျင်နရေတာအတွင်း ဖြစ်ပေါ်သော အပူကြောင့် အထွက်စွမ်းအား၏ ဆယ်ရာခိုင်နှုန်း (၁၀ %)အထိ စွမ်းအင်လေလွင့်ဆုံးရှုံးခြင်းဖြစ်ပေါ်လေသည်။ ရိုတာနှင့် စတေတာအရစ်ပတ်များနှင့် သံလိုက်အူတိုင်များ (magnetic cores) ကြောင့် အတွင်းပိုင်းအပူများ ထွက်ပေါ်ခြင်းဖြစ်သည်။ ထိုအပူများသည် ဂျင်နရေ



Fig(3-2) Generator Terminal Box.

ပုံ (၃-၂)
ဂျင်နရေတာ၏ တာမီနယ် ဘောက်(စ်)

Fig(3-4) Rotor Diode Plate.

ပုံ (၃-၄)

တာ၏ ပြင်ပသို့ စဉ်ဆက်မပြတ်၊ လေလွှင့်ဆုံးရှုံးခြင်းဖြင့် ကွိုင်အရစ်ပတ်များကို ဖုံးအုပ်ကာကွယ်ပေးထားသော လျှပ်ကာများ၏ ပျက်ဆီးမှုကို ကာကွယ်ပေးနိုင်လေသည်။

အများအားဖြင့် ဖိအားမြင့်လေဖြင့် လှည့်ပတ်ခြင်း (Forced air circulation) ကို အသုံးများသည်။ မော်တာဖြစ်စေ၊ ဂျင်နရေတာဖြစ်စေ အဖွင့်ပုံစံ တည်ဆောက်ရန်မဖြစ်နိုင်သောကြောင့် တစ်စိတ်တစ်ပိုင်းအလုံပိတ်သော အနေအထားများကို သင့်တော်သလို အသုံးပြုကြလေသည်။

စတေတာအူတိုင်အတွင်းရှိလေ ချူပေါက်များမှ အအေးခံလေများ အဆက်မပြတ်ဝင်ရောက်ပြီးအေးစေသည်။ စတေတာနှင့် ရိုတာကြားရှိလေကွက်လပ် သည် အအေးခံလေများဖြတ်သန်းသွားလာနိုင်သော လမ်းကြောင်းများ ဖြစ်လာ လေသည်။

အထွက်စွမ်းအားအလွန်ကြီးသော အေစီလျှပ်ထုတ်စက်ကြီးများတွင် ရေအေးခံခြင်း (Water Cooling) ကို အသုံးပြုကြလေသည်။ ရေဖြင့် အအေးခံသည်ဖြစ်စေ၊ လေဖြင့်အအေးခံသည်ဖြစ်စေ၊ အတွင်းပိုင်းအပူချိန်သည် အန္တရာယ်ပေးနိုင်သော အပူချိန်ဟုတ်၊ မဟုတ်သိထားဖို့လိုအပ်သောကြောင့် ခုခံမှုအမျိုးအစား အပူချိန် အာရုံခံကိရိယာများ (Temperature Detectors) ကိုအသုံးပြုကြလေသည်။

(၂) လှုံ့ဆော်နည်းများ (Excitation Methods)

အေစီဂျင်နရေတာမှ ထုတ်လုပ်သော ညှို့လျှပ်စစ်တွန်းအားသည် (၁) လည်ပတ်သောအမြန်နှုန်းနှင့် သံလိုက်စက်ကွင်းတို့ကို အခြေခံလေသည်။ ရိုတာပေါ်မှ စက်ကွင်းအရစ်ပတ်သည် အင်အားကြီးမားသော သံလိုက်ပိုစွန်းများ ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ စတေတာ- တာမီနယ်များမှ အလိုရှိသော အေစီအထွက်ဗို့အား

ကို ဒီစီစက်ကွင်းလှုံ့ဆော် လျှပ်စီးက ထုတ်လုပ်ပေးလေသည်။ ဝန်ပိုပါဝါ (Load-power demand) တန်ဖိုးတည်ငြိမ်မှ ဂျင်နရေတာ၏ အထွက်ဗို့အားတန်ဖိုး အမှန်ကို ရမည်ဖြစ်သည်။

လှုံ့ဆော်နည်းနှစ်မျိုးကို အသုံးများသည်။ ၎င်းတို့မှာ

(၁) ရိုထရီနည်းလမ်း (Rotary Method) နှင့်

(၂) စတက်တစ်နည်းလမ်း (Static Method) တို့ဖြစ်ကြသည်။

ရိုထရီအိပ်ဆိုက်များသည် ဒီစီဂျင်နရေတာများဖြစ်ကြသည်။ ၎င်း တွင် တည်ငြိမ်သော စက်ကွင်းပိုစွန်းများ ပါရှိပြီး၊ လည်ပတ်နေသော အစိတ်အပိုင်းများမှာ အာမေချာ၊ ကွန်မြူတေတာနှင့် (ဘရပ်ဂီယာ (Brush-gear)) တို့ဖြစ်ကြသည်။

အချို့သော စက်များတွင် မိန်းအိပ်ဆိုက်တာ စက်ကွင်း (the main exciter field) သို့ပေးသွင်းသော လျှပ်စီးကို ထပ်ဖြည့်ထားသည်။ ရိုထရီပိုင်းလော့အိပ်ဆိုက်တာငယ်တစ်ခု (a small additional rotary pilot exciter) မှ ထုတ်ပေးလေသည်။ ပိုင်းလော့အိပ်ဆိုက်တာသည် သေးငယ်သော သံလိုက်မြဲအေစီ ဂျင်နရေတာတစ်ခု (a small permanent magnet i.c generator) ဖြစ်သည်။ ၎င်း မှ ထုတ်ပေးသော ဗို့အားသည်အလွန်မြင့်သော ကြိမ်နှုန်း (High Frequency) ရှိသည်။ တစ်ထောင်ဟာ့(ဇ်) (1000 Hz) အထိမြင့်တက်လေသည်။ သို့သော် အဓိက အိပ်ဆိုက်တာစက်ကွင်း (the main excita field) သို့ပေးသွင်းခြင်းမပြုမီ လျှပ်စီးပြင်ဖြင့် လျှပ်စီးပြင်ခြင်းပြုလုပ်ပေးရလေသည်။

ပုံ(၃-၅) တွင် ဘရပ်လက်(စ်) လှုံ့ဆော်ခြင်း (Brush less excition) ပြုလုပ်ပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံတွင်ဖော်ပြထားသော အစိတ်အပိုင်းများမှာ

(၁) ဒီစီအိပ်ဆိုက်တာစက်ကွင်း (d.c Exciter Field)

(၂) အေစီအိပ်ဆိုက်တာ (a.c Excitor)

(၃) တြီအသွင် ဒိုင်အုတ်လျှပ်စီးပြင် (3 phase Diode Bridge)

(၄) ရုတ်ချည်းဖြစ်ပေါ်တတ်သော ဗို့အားမြင့်များကို ဖိနှိပ်ဖြို့ခွဲထားသော လျှပ်ခံ (Surge Suppression Resistor)

(၅) ရိုတာစက်ကွင်း (Rotor Field)

(၆) စတေတာ (Stator) နှင့်

(၇) အလိုအလျှောက် ဗို့အားထိန်း (AVR) တို့ဖြစ်ကြသည်။

ဘရပ်မပါသောကြောင့် ဘရပ်နှင့် တွဲပြီး လုပ်ဆောင်သော ဘရပ်ဂီယာနှင့် အခြားသော ဒုက္ခပေးသည့် အစိတ်အပိုင်းများမပါတော့ပေ၊ ထိုအခါ ပြုပြင်ခြင်း ပြုလုပ်ရာတွင် ဝင်ရိုးပေါ်၌တပ်ဆင်ထားသော ဆီလီကွန်ဒိုင်အုတ် (၆) ခုကို အသုံးပြုထားသည်။ လှုံ့ဆော်လျှပ်စီးကြောင့် ဗို့အားတန်ဖိုး ရုတ်ချည်းမြင့်တက်လာကာ ဖြစ်ပေါ်တတ်သော မြင့်မားသည့် ဗို့အားဒဏ်အားကို အဓိက ဂျင်နရေတာ၏ စက်ကွင်းကွိုင်နှင့် ခွပြီး ဆက်သွယ်ထားသော ဖိနှိပ်လျှပ်ခံ (the suppression resistor) နှင့် လျှပ်စီးပြင်ဒိုင်အုတ်များက စုပေါင်းကာကွယ်ပေးကြလေသည်။

(၃) အေစီဂျင်နရေတာတွင်အသုံးပြုထားသော လည်ပတ်ဒိုင်အုတ်များ (The Rotating Diodes)

အေစီဂျင်နရေတာတွင်အသုံးပြုထားသော လည်ပတ်ဒိုင်အုတ်များသည် ပွင့်ပြတ်ခြင်း (an open-circuit) နှင့် ပတ်လမ်းတိုအပြစ် ဖြစ်ပေါ်ခြင်း (a Short

circuit) စသော ပြစ်ချက်များဖြစ်ပေါ်တတ်လေသည်။

ဒိုင်အုတ်များအားလုံး ပြစ်ချက်ဖြစ်ပေါ်လေ့မရှိတတ်ပေ၊တစ်ခုနှစ်ခု ချွတ်ယွင်းသောအခါ ကျန်သော ဒိုင်အုတ်များက ဂျင်နရေတာ၏ အဓိက စက်ကွင်း (the main field) ကို ဓာတ်အားသွင်းပေးခြင်း ဆက်လက်ပြုလုပ်လေသည်။

လက်ထိန်းစံနစ်တွင် ဒိုင်အုတ်အချို့ပျက်စီးချွတ်ယွင်းသည်နှင့် ဂျင်နရေတာမှ အထွက်ဗို့အား စတင်လျော့နည်းတတ်လေသည်။ ထိုကြောင့် ချက်ချင်း သိရသည်။ အကယ်၍ အလိုအလျောက်ဗို့အားထိန်းစံနစ်ကိုအသုံးပြုထားပါက၊ ဒိုင်အုတ်အချို့ပျက်ဆီးမှု စတင်ဖြစ်ပေါ်သောကြောင့် အထွက်ဗို့အား လျော့လာသောအခါ စက်အဖွဲ့က လျော့သွားသော ဗို့အားကို ကောင်းသော ဒိုင်အုတ်ကို ပိုပြီး လုပ်ဆောင်စေကာ ဖြန့်ဝေလေရာ ချက်ချင်းမသိနိုင်သော်လည်း ဒိုင်အုတ်များ လွန်ကဲစွာ ပူလာပြီး ဝန်ပိုအနေအထားသိသာထင်ရှားလာလေသည်။ ထိုအခါ စက်ပိတ်ပြီး ပျက်ဆီးချို့ယွင်းနေသော ဒိုင်အုတ်ကို ရှာဖွေဖြုတ်ထုတ်ပြီး တူညီသော ဒိုင်အုတ်နှင့် အစားထိုးလဲလှယ်ပေးဖို့ လိုအပ်လေသည်။

ပတ်လမ်းတို ဒိုင်အုတ်တစ်ခု (a short circuited diode) သည် အိပ်ဆိုက်တာ (Excitor) ကို ပတ်လမ်းတိုပြစ်ချက်ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ပတ်လမ်းတို ပြစ်ချက်ဆဖြစ်ပေါ်လာသည်နှင့် အိပ်ဆိုက်တာသည် လွန်ကဲစွာ ပူလာမည်ဖြစ်သည်။

ဒိုင်အုတ်တွင်ပြစ်ချက်ဖြစ်ပေါ်မှုကို ချက်ချင်းလျှင်မြန်စွာ ထောက်လှမ်းဖော်ထုတ်နိုင်ရန်အတွက် ဂျင်နရေတာစက်ကွင်းစံနစ်များတွင် အီလက်ထရွန်းနစ်အာရုံခံရီလေး (Electronic Detector Relay) တစ်ခု တပ်ဆင်ထားပေးထားလေသည်။ ထို့ကြောင့် ပြစ်ချက်ဖြစ်ပေါ်လာသည်နှင့် သိသာထင်ရှားသော အချက်ပြမှု တစ်ခုဖြစ်စေသည်။ ထိုအခါ အော်ပရေတာသည် ပြစ်ချက်ရှိနေပြီဟု ချက်ချင်း

သိရလေသည်။ ဒီတက်တာသည် အိပ်ဆိုက်တာ စက်ကွင်းလျှပ်စီး၏ အခြေအနေကို အာရုံခံထောက်လှမ်းလိုက်သည်နှင့် လျှပ်စီး၏ ပမာဏအတိုင်းအတာနှင့် ပုံသဏ္ဍာန်သည် ဒိုင်အုတ်၏ ပြစ်ချက်အနေအထားကို သိသာစွာ ဖော်ပြလေသည်။

လည်ပတ်အိပ်ဆိုက်တာများ (Rotary Excitors) (Conventional) သို့မဟုတ် ဘရပ်လက်(စ်) များ (Brushless) သည် ရုတ်ချည်းဝန်ပြောင်းလဲမှု ဒဏ်ကို သိသာစွာခံစားရလေသည်။

ဝန်တန်ဖိုးရုတ်ချည်းပြောင်းလဲသောအခါ ဂျင်နရေတာ၏ အထွက်ဗို့အားကို လိုက်လျောညီစွာပြောင်းလဲခြင်းဖြစ်ပေါ်စေရန်အတွက်

အဓိကရှိတာစက်ကွင်းအရစ်ပတ်၏ လျှပ်ညှို့သတ္တိကို လိုအပ်သလို ပြောင်းလဲပေးလေသည်။

အိပ်ဆိုက်တာစက်ကွင်း အရစ်ပတ်၏ လျှပ်ညှို့သတ္တိတန်ဖိုးကိုလည်း ပြောင်းလဲခြင်းဖြစ်ပေါ်လာစေသည်။ ပြောင်းလဲသော အခြေအနေနှင့်လိုက်လျောညီထွေဖြစ်သော အနေအထားကို (AVR) က အလိုအလျောက်ပြောင်းပေးနိုင်သော်လည်း၊ လက်ထိန်းစံနစ် အသုံးပြုထားပါက အော်ပရေတာ ကိုယ်တိုင် လိုအပ်သလို ပြောင်းလဲပေးဖို့ လိုအပ်လေသည်။ ဂျင်နရေတာတွင် ဗို့အားတန်ဖိုး ရုတ်ချည်းပြောင်းလဲမှုများကို တိုးတက်အောင် ဆောင်ရွက်ရာတွင်၊ လည်ပတ်အိပ်ဆိုက်တာ (Static Excitator) ဖြင့် ပြုလုပ်ရလေသည်။ ထိုအစီအစဉ်အရ ဂျင်နရေတာစက်ကွင်းသည် စတက်တစ်လှို့ဆော်ထရန်စဖော်မာ သို့မဟုတ် လျှပ်စီးပြင် ယူနစ်မှတဆင့် စက်ကွင်းအတွက် ဒီစီလျှပ်စီးကို ဆွဲယူလေသည်။

ပုံ (၃-၅)တွင် ဧကအသွင် ကွန်ပေါင်းအိပ်ဆိုက်တေးရှင်းပတ်လမ်း (Single Phase Compound excitation circuit) ကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံ (၃-

၆) တွင် တြိအသွင်ကွန်ပေါင်းလှုံ့ဆော်ပတ်လမ်း (Three-Phasec Compound excitation circuit) တည်ဆောက်ပုံကိုဖော်ပြထားပါသည်။

ပုံ (၃-၅) တွင် ဖော်ပြထားသော အစိတ်အပိုင်းများမှာ

(၁) စတေတာ (Stator)

(၂) ရိုတာ (Rotor)

(၃) ချော်ကွင်းများနှင့် ဘရပ်များ (Slip Rings and Brushes)

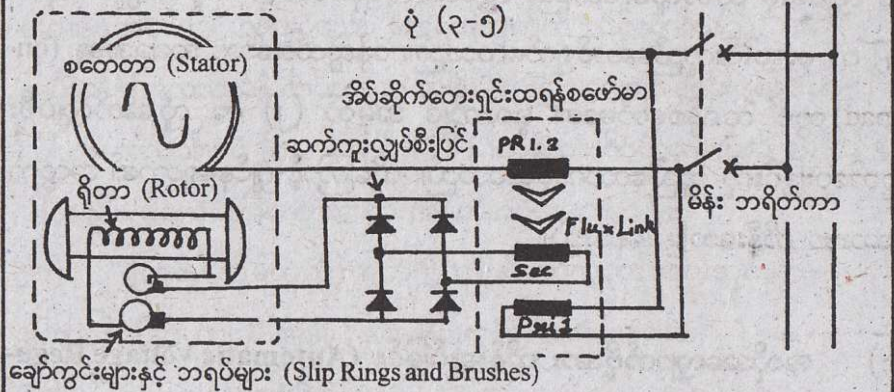
(၄) ဆက်ကူးလျှပ်စီးပြင် (Bridge Rectifior)

(၅) အိပ်ဆိုက်တေးရှင်းထရန်စဖော်မာ (Excitation Trans former) နှင့်

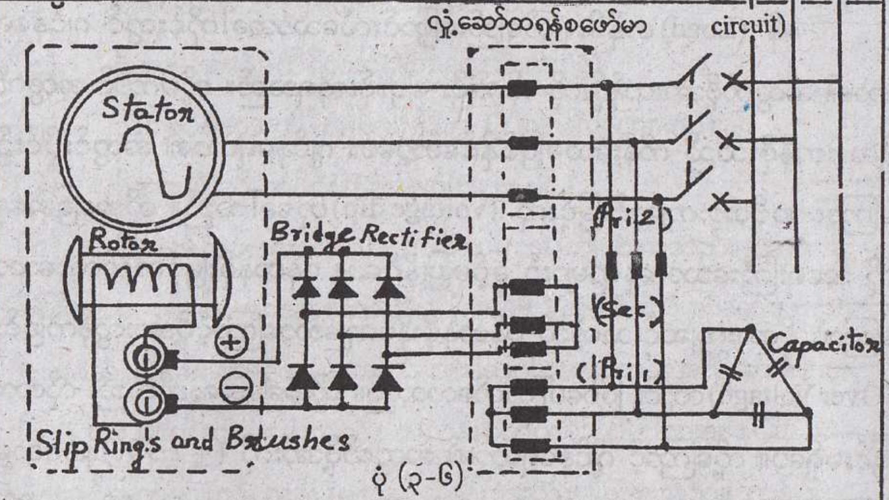
(၆) မိန်း ဘရိတ်ကာ (Main Breaker) တို့ဖြစ်ကြသည်။

ပုံ (၃-၆) တွင် တြိအသွင် ကွန်ပေါင်းအိပ်ဆိုက်တေးရှင်းအသုံးပြုထားသောကြောင့် အိပ်ဆိုက်တေးရှင်းထရန်စဖော်မာ တည်ဆောက်ပုံနှင့် ရီဒက်တာကွိုင်များ (Reactor Coils) သည် ဘရိတ်ကာလုပ်ဆောင်မှုနှင့် တွဲဖက်လုပ်ဆောင်မှုပုံအနေအထားများသာကွာခြားလေသည်။ ထရန်စဖော်မာ၏ မူလကွိုင်အမှတ် (၁) မှ အထွက်တွင် ရီအက်တာကွိုင် (၃) ခုနှင့် ဆက်သွယ်ပြီးမှ တြိဂံပုံ အနေအထားဆက်သွယ်ထားသော လျှပ်သိုအတွဲနှင့် ဆက်သွယ်ပေးထားလေသည်။

ပုံ (၃-၅) တွင်ဖော်ပြထားသော ဂျင်နရေတာသည် ကိုယ်တိုင် လှုံ့ဆော်သည့် ဂျင်နရေတာ (Self -excited compound generator) ဖြစ်သည်။ ဧကအသွင်လည်းဖြစ်သောကြောင့် ရှင်းသည်။ ကွန်ပေါင်းပြုလုပ်ခြင်းဆိုသည်မှာ ၎င်းအတွက် လိုအပ်သော လှုံ့ဆော်ခြင်းကို ဂျင်နရေတာ၏ အထွက်ဗို့အားနှင့် လျှပ်စီးမှယူထားသောကြောင့် ဖြစ်သည်။ ဝန်မဲ့ အခြေအနေ (no-Load) တွင် ဂျင်နရေတာအတွက် လိုအပ်သော လှုံ့ဆော်ခြင်းကို ဂျင်နရေတာ၏ အထွက်ဗို့အား



ဧကအသွင် ကွန်ပေါင်းအိပ်ဆိုက်တေးရှင်းပတ်လမ်း (Single Phase Compound excitation circuit)



တြိအသွင်ကွန်ပေါင်းလှုံ့ဆော်ပတ်လမ်း (Three-Phasec Compound excitation circuit) တည်ဆောက်ပုံ

နှင့် လျှပ်စီးမှ ထုတ်ယူလေသည်။ လှုံ့ဆော်ထရန်စဖော်မာ၏ မူလကွိုင် အမှတ် (၁) က ပူးပေါင်းကူညီဆောင်ရွက်လေသည်။ ဝန်ဆွဲထားသော အခြေအနေ (on-Load) တွင် ထရန်စဖော်မာ၏ မူလကွိုင် အမှတ် (၂) က လှုံ့ဆော်လျှပ်စီး ထုတ်ပေးခြင်းကို ကူညီထောက်ပံ့လေသည်။ ထို့ကြောင့် ဂျင်နရေတာ၏ အထွက် ဗို့အားမှာ ကိန်းသေဖြစ်နေသည်။

(၄) အလိုအလျှောက်ဗို့အား ထိန်းချုပ်ခြင်း (Automatic Voltage Regulation)

ဝန် (Load) တန်ဖိုးရုတ်ချည်းပြောင်းလဲသောအခါတိုင်းတွင် ဂျင်နရေတာ၏ အထွက်ဗို့အားတန်ဖိုးကို လိုက်ပြီး ပြောင်းနေရသည်။ ထို့ကြောင့် အထွက်ဗို့အားတန်ဖိုးသည် ကိန်းသေမဖြစ်နိုင်တော့ပေ။ ဂျင်နရေတာ၏ အတွင်းပိုင်း၌ မကြာခဏဗို့အားကျဆင်းခြင်းကို (voltage dip) ဟုခေါ်သည်။ ထိုအခြေအနေကို အရေးကြီးသော နေရာများ၌ ခွင့်မပြုနိုင်ပေ။ ဝန်တန်ဖိုးမြင့်တက်လာသောကြောင့် ဗို့အားကျဆင်းသကဲ့သို့ ဝန်တန်ဖိုးနိမ့်ကျသောကြောင့်ဗို့အားလွန်ကဲခြင်း (Over Voltage) လည်း ဖြစ်ပေါ်တတ်လေသည်။ ထိုအခြေအနေကိုလည်း လိုလားခြင်းမရှိပေ။ ထို့ကြောင့် ဂျင်နရေတာ၏ အထွက်ဗို့အားကို (± 2.5 %) နှစ်ဒသမ ငါးရာခိုင်နှုန်းအထိ တိကျစွာ ထိန်းချုပ်ပေးနိုင်သော အလိုအလျှောက်ဗို့အားထိန်း (A.V. R)ကိုအသုံးပြုလာကြလေသည်။ (15%) စက္ကန့်အတွင်းပြုပြင်ပေးနိုင်စွမ်းရှိလေသည်။ ထို့ကြောင့် အော်ပရေတာ၏ လုပ်ဆောင်မှုတာဝန်များလျှော့နည်းသွားလေသည်။ ခေတ်မှီ (AVR) ထိန်းချုပ်ပတ်လမ်းတစ်ခုတွင်ပါဝင်သော အဓိက အစိတ်အပိုင်းများမှာ လျှပ်စီးပြင်များ (Rectifiers) ဓါနာဒိုင်အုတ်များ၊ ထရန်စစ္စ

တာများနှင့် သိုင်ရစ်စတာများ (Thyristors) ဖြစ်ကြသည်။ ၄င်းတို့ကို ဂျင်နရေတာဆွစ်ဘုတ်တွင် လိုအပ်သော အရေအတွက်ကို သင့်တော်သည့် ပုံစံများဖြင့် တပ်ဆင်ကြလေသည်။ ထုပ်လုပ်သူ အမျိုးမျိုးကွဲပြားလေရာ ဒီဇိုင်းဖွဲ့စည်းပုံ လည်း ကွဲပြားလေသည်။ ပုံ (၃-၇) တွင် (AVR) ဘလောက်ပတ်လမ်းပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံတွင်ဖော်ပြထားသော အစိတ်အပိုင်းများမှာ -

(၁) ရိုထရီ (သို့မဟုတ်) စတက်တစ်အိပ်ဆိုက်တာမှပေးသွင်းသော အေစီ ထောက်ပံ့ပိုင်း (a.c Supply From Rotary or static exciter)

(၂) ချဲ့စက် (Amplifier)

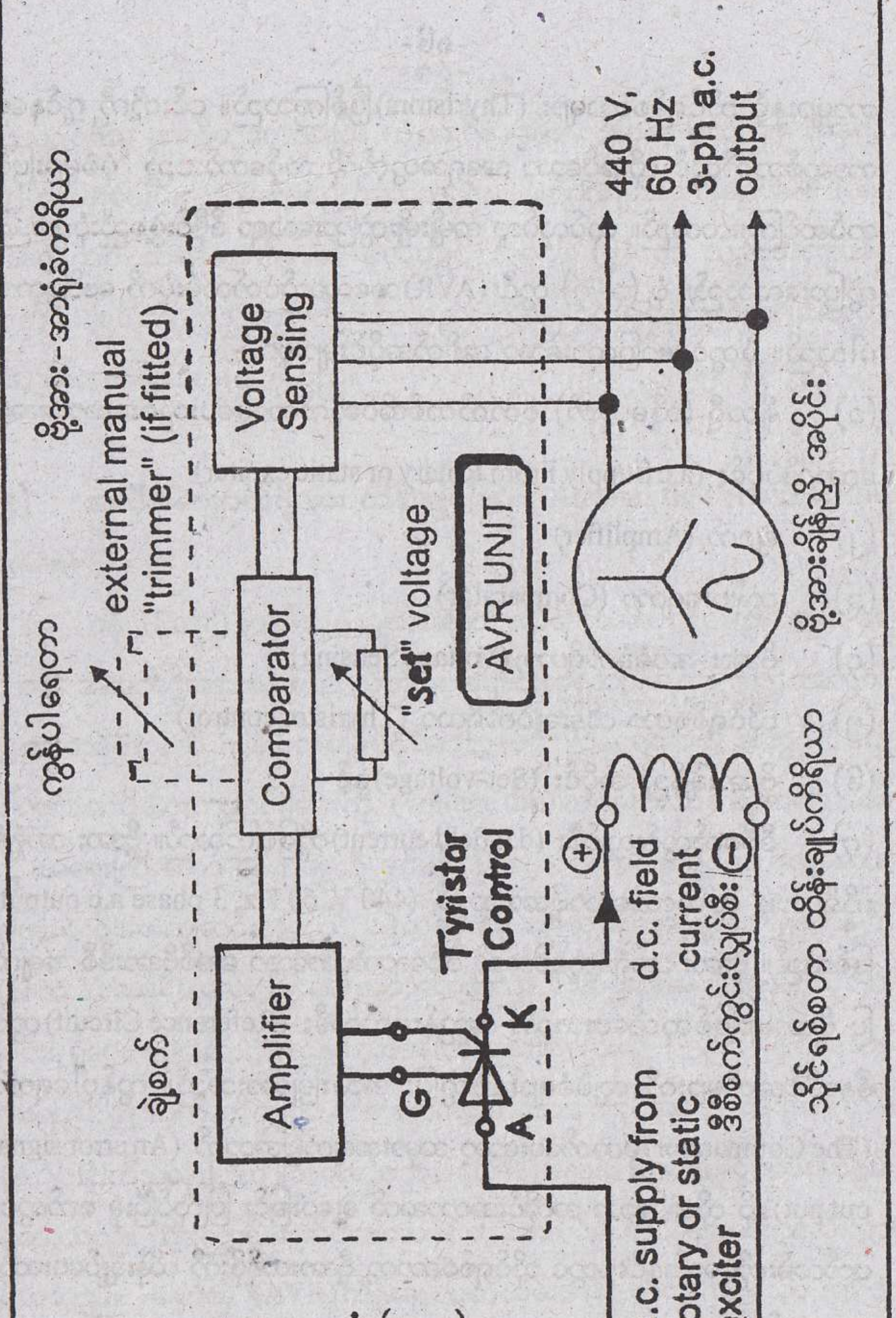
(၃) ကွန်ပါရေတာ (Comparator)

(၄) ဗို့အား-အာရုံခံကိရိယာ (Voltage Sensing)

(၅) သိုင်ရစ်စတာ ထိန်းချုပ်ကိရိယာ (Thyristor control)

(၆) ဗို့အားချိန်ညှိ အပိုင်း (Set-voltage) နှင့်

(၇) ဒီစီစက်ကွင်းလျှပ်စီး (d.c field current) တို့ဖြစ်ကြသည်။ ဗို့အား အာရုံခံကိရိယာမှ ထွက်လာသောဗို့အားသည် (440 V, 60 Hz, 3 phase a.c output) ဖြစ်သည်။ ဗို့အား အာရုံခံယူနစ်သည် ဝင်ရောက်လာသော အေစီဗို့အားဒီစီ အချက်ပြ ဗို့အားအဖြစ်ထုတ်ပေးသည်။ အညွှန်းပတ်လမ်း (Reference Circuit) တွင် ဓါနာဒိုင်အုတ်များကို လျှပ်ခံများနှင့်တွဲပြီး အသုံးပြုထားသည်။ ကွန်ပါရေတာ (The Comparator) မှထုတ်ပေးသော အမှားအချက်ပြအထွက် (An error signal out put) ကို လိုအပ်သော အတိုင်းအတာအထိ ချဲ့ပေးခြင်း ပြုလုပ်ပြီးမှ စက်ကွင်းပတ်လမ်းကိုမောင်းနှင်ရာတွင် သိုင်ရစ်စတာက ဗို့အားတန်ဖိုးကို ထိန်းချုပ်ပေးထားလေသည်။



ပုံ (၃-၇)

(AVR) ဘလောက်ပက်ဂ်ရမ်းပုံ

အချက်ပြဗို့အားကို သိုင်ရစ်စတာ၏ ဂိတ်ဘမီနယ် (Gate Terminal) သို့ သွင်းပေးလိုက်သောအခါ အထိန်းခလုတ်တစ်ခုအဖြစ် လျှင်မြန်စွာ လုပ်ဆောင်ပေးတော့သည်။ (AVR) ၏ ကောင်းကွက်များမှာ လျှင်မြန်စွာ တုန့်ပြန်လုပ်ဆောင်ပြီး ဗို့အားအခြေခိုင်မြဲမှုရှိသည်။ ဂျင်နရေတာများစွာကို အပြိုင်အသုံးပြုရသောအခါ၊ (KVA) ခွဲဝေခြင်းမှာ မျှတမှုရှိသည်။ ဂျင်နရေတာလည်ပတ်လုပ်ဆောင်သည့်နှင့် ထုတ်ပေးရမည့် ဗို့အားတန်ဖိုးကို အတိအကျထုတ်ပေးနိုင်ရန် (A.V.R) က ထိန်းချုပ်ပေးသည်။ ဗို့အားလွန်ကဲစွာမြင့်တက်ခြင်းနှင့်လွန်ကဲစွာနိမ့်ကျခြင်းများကို အချက်ပေးပြီး၊ ကာကွယ်ပေးခြင်း၊ ပတ်လမ်းကို ယာယီဖြတ်တောက်ထားခြင်းများပြုလုပ်ပေးလေသည်။ (AVR) ပတ်လမ်းအပြည့်အစုံမှာ အလွန်ရှုပ်ထွေးသည်။ သိလွယ်မှု သတ္တိ (Sensitivity) ကို ချိန်ညှိပေးသော ကြိုညှိတန်ဖိုးပြောင်းလျှပ်ခံများ ရှုပ်ထွေးစွာ ပါဝင်လေသည်။

အော့(ဖ)ဆက်အမှား (offset-error) နှင့် အခြေခိုင်မြဲမှုချိန်ညှိပေးသော လျှပ်ခံရှင်များပါဝင်ကြလေသည်။

ပြန်ကျွေးချိန်ညှိစံနစ် (Feedback Control System) တွင် လည်းရှုပ်ထွေးသော အစိတ်အပိုင်းများပါဝင်လေသည်။

(AVR) ထုတ်လုပ်သူများသည်၊ အေစီဗို့အားနှင့် ဒီစီဗို့အားတန်ဖိုးကို စစ်ဆေးပေးသော (Test Points) ကို ဖော်ပြပေးထားကြလေသည်။

ဗို့အားမြင့် (500 V) ဗို့ မဂ္ဂါစစ်ဆေးခြင်း (High voltage 500 V Meggertest) ပြုလုပ်ပေးသောအခါ မြင့်မားသော ဗို့အားဒဏ်ကြောင့် ထရန်စစ္စတာများ၊ အိုင်စီပတ်လမ်းချိ(ပ်)များ (Integrated circuit chips) သိုင်ရစ်စတာများ၊ (Thy ristors) လောင်ကျွမ်းပျက်ဆီးတတ်လေသည်။

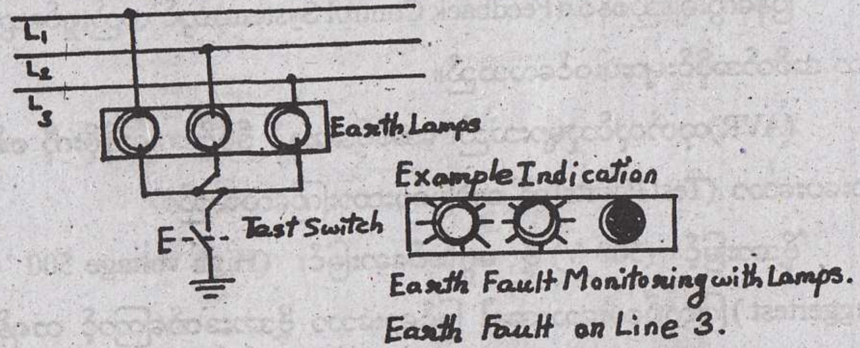
ဂျင်နရေတာကိုစစ်ဆေးသောအခါ ကေဘယ်များကို မြေစိုက်အနေအထား မဖြစ်စေရန်နှင့် အခြားသော အစိတ်အပိုင်းများနှင့် ထိတွေ့မှုမဖြစ်စေရန်အတွက် သတိထားပြီးကာကွယ်ပေးရမည်။

---

(၅) အရေးပေါ်သုံး ဂျင်နရေတာများ (Emergency Gonerators)

အရေးပေါ်သုံး ဂျင်နရေတာ၏ အရွယ်အစားသည် အသုံးပြုသော အခြေအနေပေါ်အခြေခံလေသည်။ ကီလိုဝပ်အနည်းငယ်မှ ကီလိုဝပ်ရာပေါင်းများစွာအထိ လိုအပ်မည်ဖြစ်သည်။

အရေးပေါ်သုံး ဂျင်နရေတာနှင့် မိန်းဂျင်နရေတာတို့သည် အမည့်ကွဲပြားသော်လည်း တည်ဆောက်ပုံနှင့် လုပ်ဆောင်ပုံသဘောတရားတို့မှာ အတူတူပင်ဖြစ်သည်။ အိပ်ဆိုက်တေးရှင်းပေးသွင်းမှု (Excitation Supplies) သည် စတက်တစ်ဖြစ်နိုင်သကဲ့သို့ ရိုထရီ (Rotary) လည်းဖြစ်နိုင်သည်။ ပေးသွင်းစွမ်းအားကို (AVR) ကထိန်းချုပ်ပေးလေသည်။



ပုံ (၂-၆) Earth Fault Monitoring with Lamp

မီးလုံးများအသုံးပြုထားသော မြေစိုက်ပြစ်ချက်ဖော်ပြသော ကိရိယာ

အခန်း(၄)

မော်တာများနှင့် စတက်တာများ (Motors and Starters)

(၁) နိဒါန်း (Introduction)

စက်ရုံများ၊အလုပ်ရုံများမှစပြီး ပင်လယ်ကူးသင်္ဘောကြီးများအထိ မော်တာများကို ကျယ်ပြန့်စွာ အသုံးပြုကြသည်။ မော်တာမသုံးရသောအလုပ်ဟူ၍ လုံးဝမရှိနိုင်ပေ။ အအေးခန်းစက်များမှစပြီး လေအေးပေးစက်များ၊ ရေခဲသေတ္တာများအထိ၊ မော်တာကို သုံးရသည်။ အဝတ်လျှော်စက်၊ပန်ကာများမှစပြီး အစာမွှေစက်၊ မဆလာကြိတ်စက်ငယ်လေးများ၊ ဖျော်ရည်စက်လေးများအထိမော်တာကို အသုံးပြုရသည်။

အမြန်နှုန်းထိန်းချုပ်ခြင်း (Speed Control) အလွန်အရေးကြီးသောအခါ၊ ဒီစီကွန်မြူတေတာမော်တာများ (DC commutator Motors) ကို ကျယ်ပြန့်စွာအသုံးပြုကြသည်။ မောင်းနှင်မှုနှုန်းနိမ့်သော အမောင်းများ (Low Power Drives) ဖြစ်ကြသော အိမ်သုံးကိရိယာများတွင် ဇကေ အသွင်မော်တာများကို အသုံးပြုကြလေသည်။

ကြီးမားသော လျှပ်စစ်မောင်းနှင်မှုစွမ်းအား လိုအပ်သော ကိစ္စရပ်များတွင် စွမ်းအားမြင့် ပါဝါပြိုင်ကျ အေစီ မော်တာများ (High Power Synchronous A.C Moters) ကိုအသုံးပြုကြလေသည်။

---

(၂) မော်တာတည်ဆောက်ပုံ (Motor Construction)

လျှပ်ညှို့မော်တာတွင်အဓိက အစိတ်အပိုင်းနှစ်ခုသာရှိလေသည်။ ၎င်းတို့မှာ စတေတာနှင့် ရိုတာတို့ဖြစ်ကြသည်။ စတေတာသည်သီးခြားစီ လျှပ်ကာဖုံး

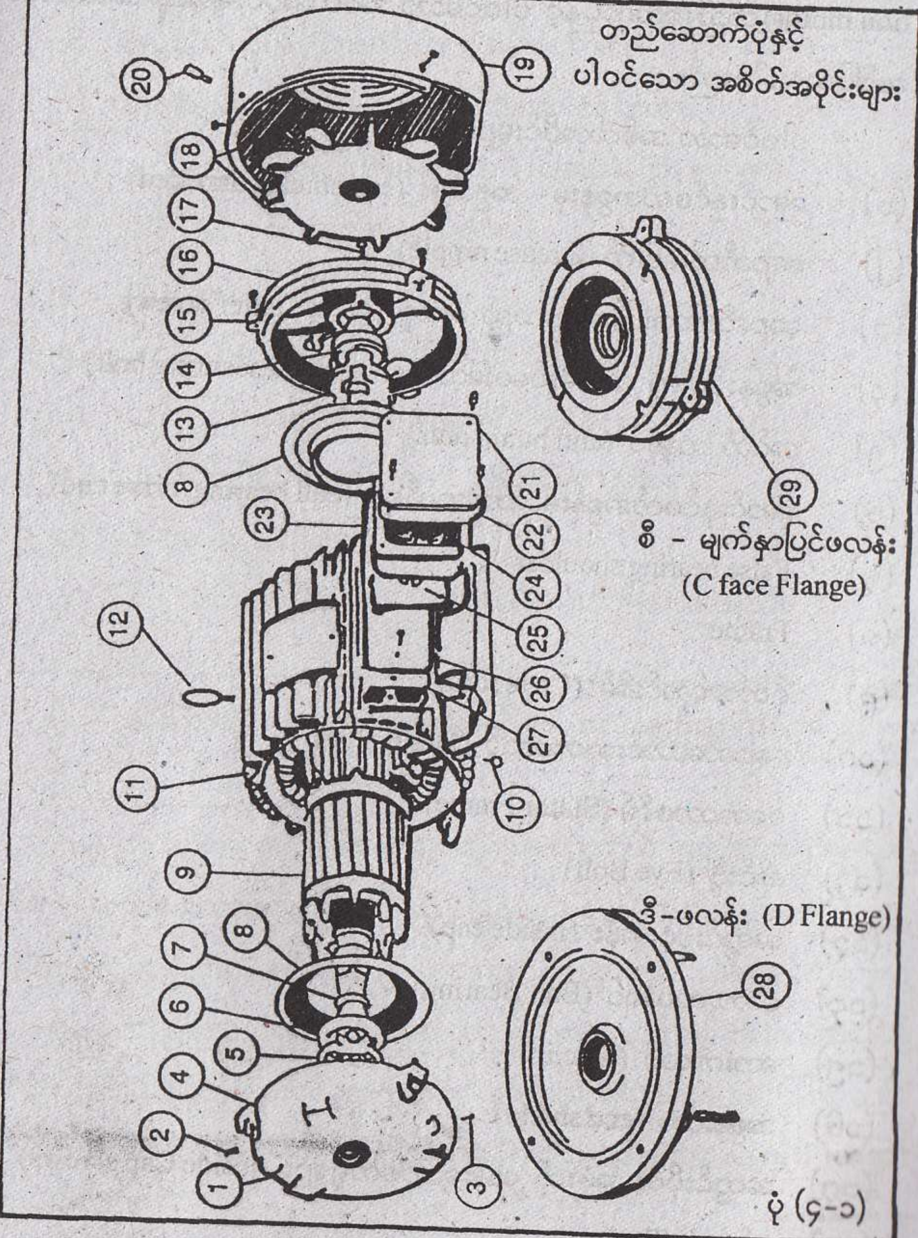
ထားသော အသွင်အရစ်အပတ်များ (Phase Windings) ကို လျှပ်စစ်ထောင့်အားဖြင့် (120) ဒီဂရီစီခွဲခြားပေးထားရသည်၊ ပြီးနောက် လွှာထပ်ပြားသံမဏိအူတိုင်ကို အမြောင်းများဖောက်ပြီး ပြုလုပ်ပေးထားသော အူတိုင်ပေါ်တွင် ရစ်ပတ်ပေးရမည်။ ထိုပုံစံတည်ဆောက်ပုံသည် ဂျင်နရေတာ၏ တည်ဆောက်ပုံနှင့်ဆင်တူလေသည်။ စတေတာအရစ်ပတ်၏ အဆုံးများ၌၊ တာမီနယ်များထုတ်ထားပြီး၊ တာမီနယ်ဘောက်(စ်)၌၊ အထိုင်ချထားရသည်။ ၎င်းတို့ကို တြိအသွင်အေစီပါဝါ အဝင်လိုင်းမှ လာသော တာမီနယ်သုံးခုနှင့် ဆက်သွယ်ပေးထားသည်။

ရိုတာတည်ဆောက်ပုံမှာ ကြေးနီ သို့မဟုတ် အလူမီနီယမ်ချောင်းများကို ဆက်သွယ်ပေးထားပြီး၊ ပတ်လမ်းတိုကွင်းများ (Short-circuiting rings) နှင့် ထပ်ပြီးဆက်သွယ်ပေးကာ၊ လှောင်အိမ်ပုံစံအရစ်ပတ် (Cage Winding) တစ်ခုဖြစ်ပေါ်လာလေသည်။ ကွန်ဒတ်တာချောင်းများကို လွှာထပ်သံမဏိကို အမြောင်းများအတွင်း၌ တပ်ဆင်ထားသည်။

လျှပ်ညှို့မော်တာသည် တည်ဆောက်ပုံရှင်းလင်းသော်လည်း အကြမ်းခံပြီး လွယ်ကူစွာလုပ်ဆောင်နိုင်စွမ်းရှိလေသည်။ ထို့အပြင် အဓိကကောင်းကွက်များမှာ လျှပ်ကူးချောင်းများကို လျှပ်ကာဖုံးပေးဖို့ မလိုအပ်ခြင်း၊ ဘရပ်များ (Brushes) ကဲ့သို့ လည်ပတ်လုပ်ဆောင်သောအစိတ်အပိုင်းများ မလိုအပ်ခြင်း လျှပ်ကူးပြောင်းပေးသော ကွန်မြူတေတာနှင့် ချော်ကွင်းများ (Slip Rings) ပါဝင်မှုမရှိခြင်းတို့ကြောင့် အသုံးများကြခြင်းဖြစ်သည်။ လည်ပတ်လှုပ်ရှားသောအစိတ်အပိုင်းများ ပါဝင်မှုနည်းလေ ပျက်ဆီးမှု ဒုက္ခပေးမှုများ လျော့နည်းမည်ဖြစ်သည်။

ပုံ (၄-၁) တွင် အလုံပိတ်ပန်ကာဖြင့် လေဝင်၊ လေထွက်ပြုလုပ်ပေးသော လျှပ်ညှို့မော်တာ (Typical Totally enclosed , fan ventilated (TEFV) induc-

အလုံပိတ်ပန်ကာဖြင့် လေဝင်၊ လေထွက်ပြုလုပ်ပေးသော လျှပ်ညှို့မော်တာ



ပုံ (၄-၁)

tion motor) တည်ဆောက်ပုံနှင့် ပါဝင်သော အစိတ်အပိုင်းများကို အသေးစိတ် ဖော်ပြထားပါသည်။

ပါဝင်သော အစိတ်အပိုင်းများမှာ

(၁) မောင်းနှင်ဖက်အစွန်းမှ- အစွန်းဖုံး (end shield , drivided)
(၂) ချောဆီထိုးပေါက် (grease nipple)
(၃) ချောဆီဖိအားပြန်လျှော့သည့် စကရူ (grease relief screw)
(၄) အစွန်းပိုင်းကို ထိန်းချုပ်ပေးသော စကရူ (end securing bolt)
(၅) အင်တီ ဘန့်နပ် (anti bump nuts)
(၆) မောင်းနှင်ဖက်အစွန်းမှ ဘောဘယ်ရင် (ball bearing, drive end)
(၇) False bearing shoulder
(၈) Frame
(၉) ရိုတာလှောင်အိမ် (Cage rotor)
(၁၀) ချောဆီဟောင်းထုတ်ပလပ် (Drain plug)
(၁၁) စတေတာဖရိမ် (Stator Frame)
(၁၂) အိုင်းဗို့ (Eye Bolt)
(၁၃) အတွင်းပိုင်းအဖုံး (inside cap)
(၁၄) ဘော ဘယ်ရင် (Ball Bearing)
(၁၅) ဆားကလစ် (Circlip)
(၁၆) အစွန်းကာ (end shield)
(၁၇) အတွင်းပိုင်း အဖုံးကို ထိန်းသောစကရူများ (inside Cap screws)
(၁၈) ပန်ကာ (Fan)

(၁၉) ပန်ကာအဖုံး (Fan Cover)
(၂၀) ချောဆီထိုးပိုက် (Lubricator extension pipe)
(၂၁) တာမီနယ်ဘောက်(စ်) အဖုံး (Terminal box cover)
(၂၂) တာမီနယ်ဘောက်(စ်)ဂက်စကက် (Terminal box gasket)
(၂၃) တာမီနယ်ဘုတ် (Terminal Board)
(၂၄) တာမီနယ်ဘောက်(စ်)
(၂၅) တာမီနယ်ဘောက်(စ်) ဂက်စကက် (Terminal box gasket)
(၂၆) လမ်းကြောင်းပလိတ် (Race way Plate)
(၂၇) လမ်းကြောင်း - ဂက်စကက် (Race way Gasket)
(၂၈) ဒီ-ဖလန်း (D-Flange) နှင့်
(၂၉) စီ - မျက်နှာပြင်ဖလန်း (C face Flange) တို့ဖြစ်ကြသည်။

---

(၃) <u>မော်တာအကာအကွယ်အဖုံးများနှင့် လုပ်ဆောင်နည်းများ (Enclosures and Ratings)</u>

အားလုံးသော လျှပ်စစ်စက်များကို အကာအကွယ်၊ အဖုံးအကာလုံလောက်စွာ ပြုလုပ်ပေးထားရသည်။ သို့မှသာ ပြင်ပမှ ဖုန်မှုန့်များနှင့်ရေများဝင်ရောက်ပြီး ဒုက္ခပေးခြင်းကို ထိရောက်စွာ ကာကွယ်နိုင်မည်ဖြစ်သည်။ မော်တာကဲ့သို့ အရှိန်အဟုန်ပြင်းထန်စွာဖြင့် လည်ပတ်လှည့်ပတ်နေရသောအခါ အနှောင့်အယှက်ဘေးဥပါဒ် ပစ္စည်းများဝင်ရောက်ပါက အကြီးအကျယ်ဒုက္ခပေးမည်ဖြစ်သည်။ မော်တာအတွက် ဖုံးအုပ်ကာကွယ်ခြင်းကို (The Ingress Protection, IP) ဟုခေါ်သည်။

အရည်များဝင်ရောက်မှုကာကွယ်ထားသော အပွင့်အမျိုးအစားလေဝင်လေထွက်ပြုလုပ်ထားသည်။ မော်တာများ (Drip-Proof open ventilated moters) ကို၊ အပေါ်ပိုင်း ပိုက်လိုင်းများနှင့် အဆို့ရှင်များ (Valves) မှရေများ ဝင်ရောက်ခြင်းမရှိစေရန်အတွက် လုံလောက်သော အကာအကွယ်ပြုလုပ်ပေးသော်လည်း၊ လေဝင်လေထွက်ရှိမှသာ မော်တာအတွင်းမှ အပူများကို ဖယ်ထုတ်နိုင်သောကြောင့် လေအေးဝင်ရောက်သော လမ်းကြောင်းများကို၊ ပြုလုပ်ပေးထားသည်။ လေဝင်လေထွက်လမ်းကြောင်းများ (The Ventilation ducts) တွင် ဆန်ကာများခံပေးထားသည်။ ပြင်ပမှ အမှိုက်များ ဝင်ရောက်ပြီး ဒုက္ခမပေးစေရန်အတွက်ဖြစ်သည်။ အသုံးပြုသော အချိန်ကာလကြာရှည်လာသောအခါ ဆန်ကာများပိတ်ဆို့လာတတ်လေသည်၊ ထိုအခါ ဆန်ကာများကို ဖြုတ်ထုတ်ပြီး သန့်ရှင်းပေးဖို့ လိုအပ်သည်။ သို့မဟုတ်ပါက လေဝင်လေပေါက်များပိတ်ဆို့နေသောကြောင့် မော်တာအတွင်းသို့ လေအေးများလုံလောက်စွာ မဝင်နိုင်ဘဲ၊ အတွင်းပိုင်း၌ အပူလွန်ကဲပြီး၊ မော်တာလောင်တတ်သည်။

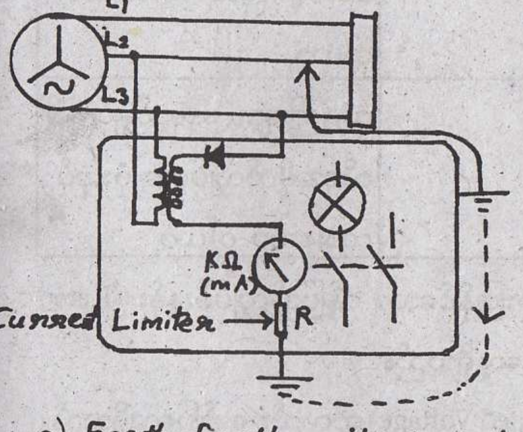
အကာယ်၍လုပ်ငန်းခွင်အတွင်း ရေငွေ့များ၊ ရေများ၊ အမှုန့်အမွှားများအလွန်ထူထပ်သည်။ လေထုအလွန်ညှို့ဖျင်းသောနေရာတွင်မော်တာကို သုံးစွဲဖို့လိုအပ်သည်ဆိုပါက ကာကွယ်မှုအကောင်းဆုံးဖြစ်သော အလုံပိတ်ပန်ကာဖြင့်လေလှည့်ပေးသော မော်တာ (Totally Enclossed Fan Ventilated (TEFV) နှင့် (Jet-proof) တို့ကို အသုံးပြုသင့်သည်။ ထိုမော်တာများသည် အလုံပိတ်မော်တာများဖြစ်သောကြောင့် လေအေးသွင်းရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။ ထို့ကြောင့် မော်တာကိုယ်ထည်မျက်နှာပြင်၌ လေအေးများ ဝင်ရောက်ထိတွေ့ပွတ်တိုက်ပြီး၊ အအေးခံပေးသော ပြင်ပလေအေးဖြင့် အအေးခံသောနည်းကို အသုံးပြုလာကြလေသည်။ ပုံ (၄-၂)

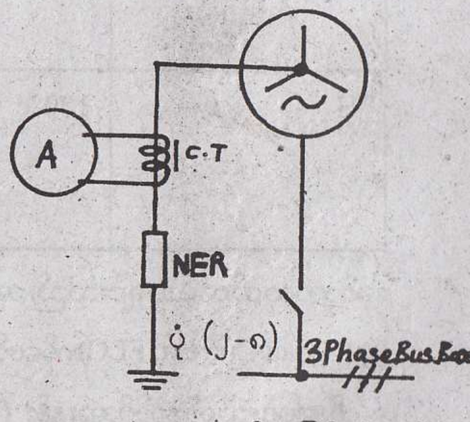
တွင် အလုံပိတ်မော်တာကိုဖော်ပြထားပါသည်။

ယခုဆက်လက်ပြီးမော်တာ၏ လုပ်ဆောင်မှုနှုန်းများကို ရှင်းပြပါမည်။ မော်တာသည် လျှပ်စစ်စွမ်းအင်ကို လက်ခံရယူပြီးနောက် စက်မှုစွမ်းအင်အဖြစ်ပြောင်းပေးသော ကိရိယာဖြစ်သည်။ စက်မှုစွမ်းအင်ကို မော်တာဝင်ရိုးမှ ရရှိလေသည်။ စွမ်းအင်ပြောင်းသောအချိန်ကာလတွင် စွမ်းအားလေလွင့်ဆုံးရှုံးမှုများရှိနိုင်လေသည်။ ဆုံးရှုံးသောစွမ်းအင်သည်မော်တာတွင် အပူအဖြစ် ထွက်ပေါ်လေသည်။

မော်တာအရစ်ပတ်များပေါ်တွင် ဖုံးအုပ်ကာကွယ်ပေးထားသော လျှပ်ကာများသည် မော်တာလည်ပတ်လုပ်ဆောင်ချိန်၌ ထွက်ပေါ်လာသော အပူပမာဏကို အခြေခံလေသည်။ အပူပမာဏများလေ၊ လျှပ်ကာပျက်ဆီးမှု များလေ၊ မော်တာ၏ လုပ်ဆောင်မှုသက်တမ်းတိုလေဖြစ်သည်။

မော်တာအတွက်အသုံးပြုသော လျှပ်ကာအမျိုးအစားကို အခြေခံပြီး အမြင့်ဆုံးခံနိုင်သော အပူချိန် (ဒီဂရီ) နှင့် အသုံးပြုသော အရာဝတ္ထုများ (Materials) တို့၏ ဆက်စပ်ပုံကို အောက်ပါဇယား၌ ဖော်ပြထားပါသည်။





ပုံ (၂-၈)

ပုံ (၂-၇) Earth fault monitoring by d.c injection. ဒီစီသွင်းပေးပြီး၊ မြေစိုက်ပြစ်ချက် ရှာဖွေပုံ

နယူထရယ် မြေစိုက်လျှပ်ခံ (NER) အသုံးပြု ထားသော ပတ်လမ်း

လျှပ်ကာအမျိုးအစား Insulation Class	အမြင့်ဆုံးအပူချိန် Maximum Temp(-c)	အသုံးပြုသော အရာများ (Typical Materials)
A	105 °C	ဝါချည်၊ ပိုးချည်၊ ပိုးတုချည်၊ (Prusspan)
E	120°c	ဝါယာဖုံး လျှပ်ကာသုတ်ဆေးများဖြစ်ပေါ်ကြသော (Polyvinly acetyl, epoxy (or) Polyanmide
B	130°c	လကြေးများ၊ လွှာထပ်ဖန်ချည်မျှင်များ ပေါ်လီတာရီသာလိတ် (Polyterephthalate)
F	155°c	လကြေးများ၊ ဖန်ချည်မျှင်၊ ပေါ်လီအက်စတာနှင့် အက်စတာမိုက်ဖုံးအုပ်ထားသော ဝါယာ
H	180°c	လကြေးများ၊ ဖန်ချည်မျှင် ပေါ်လီအေမိုက်လျှပ်ကာ ဖုံးအုပ်ထားသော ဝါယာ

မော်တာထုတ်လုပ်သူများသည် အသုံးပြုနိုင်သော ဝန်ပြည့်လျှပ်စီးနှုန်း (Rated Full Load Current, FLC) ကိုဖော်ပြလေ့ရှိသည်။

ထို့အပြင် သတ်မှတ်ဗို့အားနှုန်း (Rated Voltage) ကိုလည်း ဖော်ပြလေ့ရှိသည်။

ထို တန်ဖိုးအောက် နိမ့်ကျပါက၊ အန္တရာယ်မရှိသော်လည်း ပိုများပါက၊ အပူလွန်ကဲပြီး၊လောင်ကျွမ်းနိုင်သည်။

သတ်မှတ်ကြိမ်နှုန်း (Rated Frequency) ကိုလည်း ထည့်သွင်း စဉ်းစားပေးဖို့လိုအပ်သည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် မော်တာ၏လည်ပတ်နှုန်း (Speed) ထည့်ပေးသွင်းဗို့အား၏ ကြိမ်နှုန်းကို အခြေခံသောကြောင့် ဖြစ်သည်။ ကြိမ်နှုန်းတန်ဖိုးနိမ့်ကျနေပါက မော်တာ၏ လည်ပတ်နှုန်းကျဆင်းနေမည်ဖြစ်သည်။

ပုံ (၄-၃)တွင်မော်တာ၏လုပ်ဆောင်နှုန်းဖော်ပြထားသော ပလိတ်ပြားကိုဖော်ပြထားပါသည်။(60. Frame Sizes) ထုတ်လုပ်လေ့ရှိသည်။ ၄င်း၏ ပါဝါနှုန်းမှာ (0.37)KW) မှ (500KW) အတွင်းဖြစ်သည်။

---

(၄) ထိန်းချုပ်ကိရိယာများ (Control Equipments)

လျှပ်ညှို့မော်တာတစ်ခုကို၊ တိုက်ရိုက်အသွင်အေစီပေးသွင်းဗို့အားလိုင်းနှင့် တိုက်ရိုက်ဆက်သွယ်လိုက်သောအခါ အလွန်ကြီးမားသော စတေတာလျှပ်စီးတန်ဖိုးဖြစ်ပေါ်လာမည်ဖြစ်သည်။

ဝန်ပြည့်လျှပ်စီး (Full Load Current) သည် အဆမတန်မြင့်မားပြီး သံလိုက်ဖြတ်သန်းထုဖြတ်စီးနှုန်းသည် ရိုတာ၌ ရာနှုန်းပြည့် (100 %) ဖြစ်ပေါ်လာလေသည်။ ထိုအခါ ရိုတာလျှပ်စီးကြောင်းသည် အလွန်ကြီးမားသော ညှို့ရိုတာလျှပ်စီးဖြစ်လာသည်။ ထိုလျှပ်စီးပမာဏသည် အလွန်ထိန်းချုပ်ရ ခက်ခဲသောကြောင့် မလိုလားအပ်ပေ။

ထို့အတူ ပေးသွင်းဗို့အားတန်ဖိုးလွန်ကဲစွာ နိမ့်ကျနေပါက စတင်လည်ပတ်ရန် အလွန်ခက်ခဲနေမည်၊ ဝန်မဲ့ အနေအထား၌ (0.5 Lagging) ရှိနေပါက၊

ဝန်ပြည့်အနေအထားတွင် (0.85 Lagging) အထိ၊ မြင့်တက်လာမည်ဖြစ်ရာ မလိုလားအပ်ပေ၊

အကယ်၍ ဝန်ပေါ့များ (Light Loads) ကို လုပ်ဆောင်စေလိုသောအခါ၊ စွမ်းအားမြှောက်ဖော်ကိန်းတန်ဖိုနိမ့်ပါက (I^2R) ခုခံမှု ကြေးနီဆုံးရှုံးခြင်းများ (resistive copper Losser) လွန်ကဲစွာ ဖြစ်ပေါ် (I^2R) ခုခံမှု ကြေးနီဆုံးရှုံးခြင်းများ resistive copper losses) လွန်ကဲစွာဖြစ်ပေါ်လာမည်။ ဝန်ပေါ့အခြေအနေတွင် စွမ်းအားမြှောက်ဖော်ကိန်းတန်ဖိုးမြင့်တက်စေလိုသော် ပေးသွင်းဗို့အားတန်ဖိုးကို လိုအပ်သောအတိုင်းအတာ အထိ နိမ့်ချပေးထားဖို့လိုအပ်သောအတိုင်းအတာအထိ နိမ့်ချပေးထားဖို့လိုအပ်သည်။ ထိုကဲ့သို့ပြုလုပ်ရန်အတွက် အီလက်ထရွန်းနစ်ဗို့အားထိန်းကိရိယာ (The electronic voltage controller) ကိုအသုံးပြုဖို့လိုအပ်သည်။ ၎င်းတို့ကို ညင်သာသောစတတ်တာ (Soft-starter) သို့မဟုတ် စွမ်းအားမန်နေဂျာ(Energy manager) ဟုခေါ်သည်။ နူးညံ့သော စတက်တာသည် ပေးသွင်းဗို့အား (Star Up) နှင့် ဝန်အခြေအနေများ (Load Conditions) ကိုအခြေခံပြီး ဆက်သွယ်ပေးလေသည်။ ထိန်းချုပ်ကိရိယာများ၏ အဓိကတာဝန်သည် ပေးသွင်းလျှပ်စစ်တန်ဖိုးကို အနိမ့်ဆုံးဖြစ်ပြီး ပါဝါဆုံးရှုံးမှုကိုလည်း အနိမ့်ဆုံးဖြစ်စေကာ လုပ်ဆောင်မှုစွမ်းအားမြှောက်ဖော်ကိန်း (the operating power factor) အလွန်မြင့်မားစေသည်။ သို့သော် ဝင်ရိုးအမြန်နှုန်း (Shaft Speed) ကို ထိန်းချုပ်ခြင်း မပြုနိုင်ပေ။

သို့သော်အငယ်စားလျှပ်ညှို့မော်တာများအတွက် စတက်တာများ (starters) ကို အသုံးမပြုကြပေ။ အာ့ယဉ့်ကြောင့်ဆိုသော် တန်ဖိုးမြင့်မားသောကြောင့် ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့်တိုက်ရိုက်အွန်လိုင်း (Direct-on-Line, Dol) စံနစ်ဖြင့်

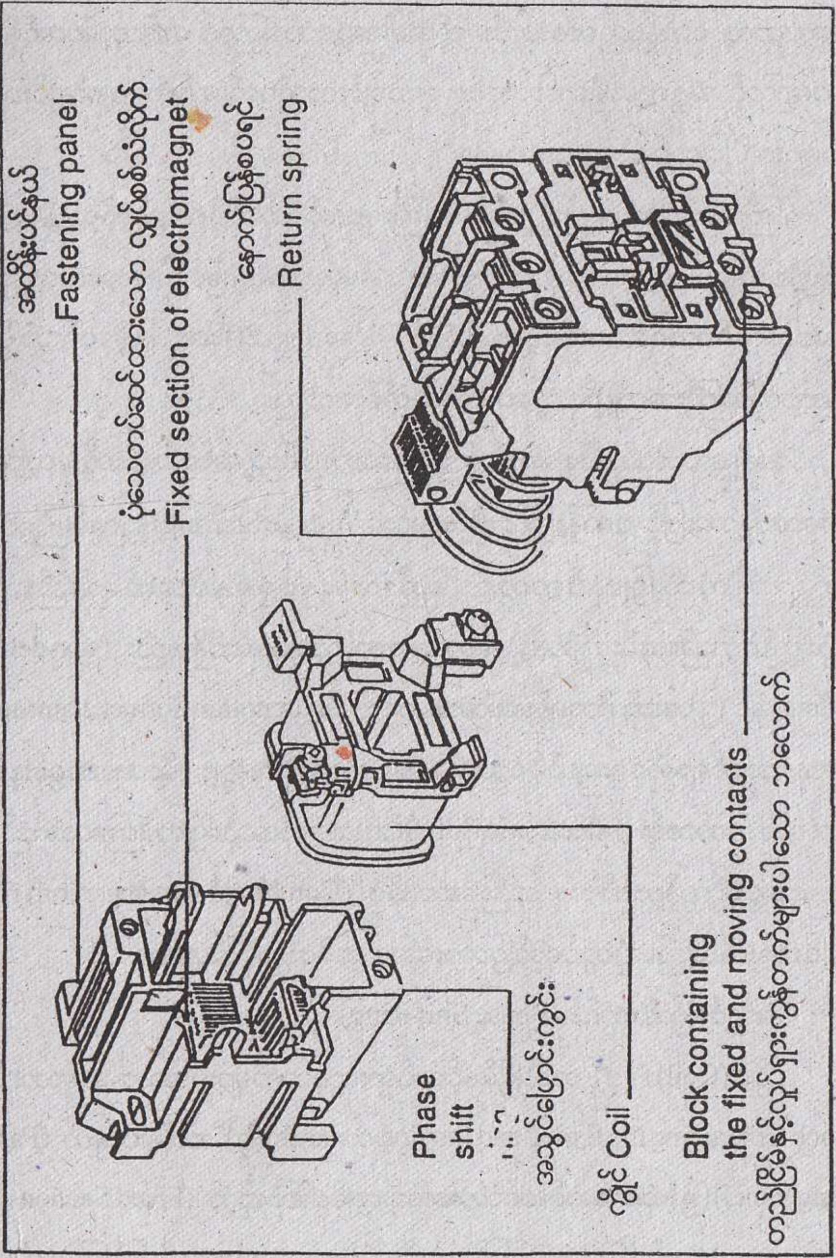
အလွယ်တကူ စက်နှိုးကြလေသည်။ ထိုအခါအပူဒဏ်ကြောင့် မော်တာလောင်နိုင်သောကြောင့် အန္တရာယ်ရှိသော်လည်း၊ ချက်ချင်းလည်ပတ်စေခြင်း၊ ချက်ချင်းရပ်ခြင်းများကို ပြုလုပ်နိုင်လေသည်။

ကြီးမားသော လျှပ်ညှို့မော်တာကြီးများကို တိုက်ရိုက်အွန်လိုင်း(DOL) စံနစ်ဖြင့်စက်နှိုးပါက ဗို့အားနှောင့်ယှက်ခြင်း (Voltage Dip) ဖြစ်ပေါ်လာလေသည်။ ထိုအခါဖလစ်ကာရင်းအကျိုးများ (The Flickering Effects) ဖြစ်ပေါ်လာပြီး မော်တာကိုအကြီးအကျယ်ဒုက္ခပေးလာတတ်လေသည်။

အချို့သောလုပ်ငန်းများတွင် ကြီးမားသောလျှပ်ညှို့မော်တာများကို လျှော့ချထားသောဗို့အားဖြင့် စက်နှိုးခြင်း (Reduced Voltage Starting) ပြုလုပ်ကြလေသည်။ ထိုကဲ့သို့ပြုလုပ်ရာတွင် နည်းလမ်းနှစ်ခုမှနှစ်သက်ရာနည်းကို အသုံးပြုနိုင်သည်။ ၎င်းတို့မှာ(၁) စတား-ဒယ်(လ်)တာစက်နှိုးနည်း (star-delta starting) နှင့် (၂) အော်တိုထရန်စဖော်မာစတက်တင်း (autotransformer statrting) တို့မှ နှစ်သက်ရာကိုရွေးချယ်နိုင်သည်။ အခုနောက်ပိုင်းတွင် အီလက်ထရွန်းနစ်ဆော့(ဖ)စတတ်တင်း (Electronic Soft Starting) ကိုအသုံးပြုလာကြလေသည်။ ပုံ(၄-၄)တွင် ကွန်တက်တာ တည်ဆောက်ပုံ (Conductor Construction) ကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံတွင်ဖော်ပြထားသော အစိတ်အပိုင်းများမှာ

(၁) အသွင်ပြောင်းကွင်း (Phase Shif Ring)

(၂) ကွိုင်(Coil)၊ (၃) တည်ငြိမ်နှင့်လှုပ်ရှားကွန်တက်များပါသော ဘလောက် (Block Containing the fixded and moving contacts) (၄) အထိန်းပင်နယ် (Fastening Panel) (၅) ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော လျှပ်စစ်သံလိုက် (Fixed Section of electromagnet) နှင့် (၆) နောက်ပြန်စပရင်း (Return spring) တို့ ဖြစ်ကြသည်။



ပုံ(၄-၄) **Contactor construction.** ကွန်တက်တာ တည်ဆောက်ပုံ

ကွန်တက်တာသည် လျှပ်စစ်သံလိုက်နည်းဖြင့် ထိန်းချုပ်ပြီးလုပ်ဆောင်သော ပိုစွန်းသုံးခုခလုတ် (Electronomagnetically operated 3-pole switch) တစ်ခုဖြစ်သည်။ ၄င်းကို စက်အနီး၌ တပ်ဆင်ပြီးအဖွင့်အပိတ်ပြုနိုင်သကဲ့သို့၊ အဝေး၌ တင်ဆင်ပြီး၊ အဝေးထိန်းဖြင့် အဖွင့်အပိတ်ပြုလုပ်နိုင်လေသည်။ အကယ်၍ ပေးသွင်းလျှပ်စီးသည် ခွင့်ပြုအတိုင်းအတာထက်များစွာပိုနေပါက၊ ကွန်တက်တာသည် အလိုအလျောက်ဖြတ်တောက်ပေးလေသည်။

---

(၅) <u>မော်တာလည်နှုန်းထိန်းခြင်း **(Speed Control)**</u>

စံချိန်မှီ ရှဉ့်လှောင်အိမ် ရိုတာအေစီလျှပ်ညှို့မော်တာသည် ဝန်ဆွဲရသော တာခွင်တစ်ခုလုံးတွင် ကိန်းသေအမြန်နှုန်းဖြင့် လည်ပတ်နိုင်စွမ်းရှိလေသည်။ တစ်ခါတစ်ရံလည်ပတ်နှုန်း အမျိုးမျိုးလိုအပ်တတ်လေသည်။ ဥပမာ ပန်ကာများ၏ လိုအပ်ချက်မှာ အနည်းငယ်နှင့် အများ၊ အနိမ့်အမြင့် ပြောင်းလဲနေမည်ဖြစ်သော်လည်း၊ လေအေးပေးစက်များနှင့် ရေခဲသေတ္တာများတွင် ဆက်တိုက်လည်ပတ်နေဖို့ လိုအပ်မည်ဖြစ်သည်။

ကရိန်းများ ဝန်ချီစက်များတွင် ကြီးမားသော လျှပ်စီးကြောင်း လိုအပ်ချိန်မှာ ဝန်ကို မတင်ချိန်ဖြစ်ပြီး၊ ဝန်ကိုဖြန့်ပြီး လွှတ်ချချိန်တွင် လျှပ်စီးလိုအပ်ချက် နည်းလေသည်။ မော်တာလည်ပတ်မှုအမြန်နှုန်းထိန်းရာတွင် အောက်ပါနည်းနှစ်ခုမှ သင့်တော်သည့်နှုန်းကိုအသုံးပြုရလေသည်။

(၁) လျှပ်ညှို့မော်တာကို၊ ပိုစွန်းပြောင်းပေးသောပုံစံ (Pole Changing) ဖြင့် လည်ပတ်မှုအမြန်နှုန်းကို ထိန်းပေးရလေသည်။ ထိုအခါ လည်ပတ်မှုနှစ်ခု အထက် ရရှိနိုင်သည်။ ဥပမာ ပန်ကာအတွက် အမြန်နှုန်းနှစ်ခု (Low Speed and High

Speed) လိုအပ်သလိုပြောင်းပေးနိုင်ခြင်း၊

(၂) တန်ဖိုးပြောင်းနိုင်သော ကြိမ်နှုန်း (Variable Frequency) ကိုအသုံးပြုပြီး၊ လည်ပတ်မှုအမြန်နှုန်း အမျိုးမျိုးပြောင်းပေးနည်းတို့ဖြစ်ကြသည်။

ပုံသေချိန်ညှိထားသော အမြန်နှုန်းများ (Fixed set speeds) ရရှိစေရန်အတွက် ရှဉ့်လှောင်အိမ်ရိုတာ လျှပ်ညှို့မော်တာကို နှစ်ထပ်ရစ် ပတ်ထားသော စတေတာ အရစ်ပတ် (Dual wound stator winding) ကို အသုံးပြုပြီး လည်ပတ်နှုန်းပြောင်းပေးရလေသည်။ အရစ်ပတ်တစ်ခုစီတွင် တန်ဖိုးကွဲပြားသော သံလိုက်ပိုစွန်းများကို အသုံးပြုထားသည်။

လည်ပတ်နှုန်းသုံးမျိုးပြောင်းနိုင်သော ပိုစွန်းပြောင်း ကရိန်းမော်တာတွင် ရှဉ့်လှောင်အိမ်ရိုတာနှစ်ခုကို အမောင်းဝင်ရိုးတစ်ခုတည်းပေါ်၌ တပ်ဆင်ထားသည်။ ပိုစွန်း ၂၄ ခုနှင့် ဆက်သွယ်ထားသော အမြန်နှုန်းနိမ့် (Low Speed) ပိုစွန်း (၈) ခုနှင့် ဆက်သွယ်ထားသော အချိန်တွင် အလယ်အလတ်အမြန် နှုန်း (Medium Speed) ဖြစ်ပေါ်လာပြီး၊ မြန်နှုန်းမြင့် (High Speed) တွင် ပိုစွန်း ၄ ခုနှင့် ဆက်သွယ်ထားလေသည်။ (Control pedestal) ကိုအသုံးပြုခြင်းဖြင့် ကွန်တက်တာများနောက်ပြန်လုပ်ဆောင်ပြီး၊ ဆွစ်ချင်း (Switching) တစ်စုံ၏ ပြောင်းလဲမှု အနေအထားကြောင့်၊ လည်ပတ်နှုန်းတန်ဖိုး အနိမ့်အမြင့်ပြောင်းလဲသကဲ့သို့၊ မော်တာလည်ပတ်သော ဦးတည်ဖက်လည်းပြောင်းလဲသွားသည်။

ရှဉ့်လှောင်အိမ်ရိုတာလျှပ်ညှို့မော်တာ (Cage rotor induction motor) တွင် စတေတာ အရစ်အပတ်တစ်ခုတည်းသာအသုံးပြုထားပြီးလည်ပတ်နှုန်းကို နှစ်မျိုးပြောင်းလိုသည်။ (2:1) နှစ်အချိုးတစ်ပြောင်းလဲလိုသော် အသွင်တစ်ခုစီတွင် အဆက်အသွယ်ပုံစံတစ်မျိုးစီဖြစ်ပေါ်စေရန်အတွက် ဗဟိုငုတ်ထုတ်ခြင်းပြုလုပ်ပေးရလေ

သည်။ ထိုနည်းတွင်လည်ပတ်နှုန်းပြောင်းသောအဆက်အသွယ်အတွက် ကွန်တက်တာ (Contactor) တစ်စုံကို စတုတ်တာ၌ အသုံးပြုထားသည်။ ထိုအခါ ကွန်တက်တာသည် အသွင်အရစ်ပတ်ကိုမြန်နှုန်းနိမ့် (Low Speed) တွင် ဧကစတား (Single-Star) ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ မြန်နှုန်းမြင့်များ (High Speeds) အတွက် ဒွိစတား (Double Star)အဆက်အသွယ်ဖြစ်ပေါ်စေသည်။

ပုံ (၄-၅)တွင် စတားနှစ်ထပ် စတားဆက်သွယ်ပုံများ (Star Double Star Commection)ကို ဖော်ပြထားပါသည်။အမြန်နှုန်းသုံးမျိုးအထိပြောင်းနိုင်သော ပိုစွန်းပြောင်းမော်တာ (a 3 Speed Pole Chage Motor)တွင်မောင်းနှင်ဝင်ရိုးတစ်ခုတည်းပေါ်၌ ရှဉ့်လှောင်အိမ် ရိုတာ (Cage Rotors)အရစ်ပတ်နှစ်ခုကို သီးခြားစီရစ်ပတ်ထားသည်။ အလိုရှိသောလည်ပတ်နှုန်းအမျိုးမျိုးကို စိတ်တိုင်းကျရရှိစေသော အမြန်နှုန်းထိန်းခြင်းများပြုလုပ်သောအခါ ကုန်ကျစရိတ်များစွာ သက်သာလာလေသည်။ အသုံးများသော မော်တာလည်ပတ်နှုန်း ထိန်းနည်းများမှာ

(၁) အီလက်ထရို ဟိုက်ဒရောလစ် အမောင်း (Electro Hydraylic Drive)

(၂) ရိုတာပေါ်တွင် ရစ်ပတ်ထားသော ခုခံမှုထိန်းချုပ် လျှပ်ညှို့မော်တာများ (Wound Rotor Resitance Control Of Induction Motor)

(၃) တပ်ဒ် လီယိုနာဒ် ဒီစီမော်တာ အမောင်း(Ward-Leolard DC Motor Drice) နှင့်

(၄) တန်းဖိုးပြောင်း အင်ဒတ်ရှင်း (သို့မဟုတ်) ပြိုင်ကျမော်တာ အထိန်း (Variable Frquency Induction or Synchronous Motor Control)တို့ ဖြစ်ကြသည်။

အီလက်ထရို ဟိုက်ဒရောလစ် အမောင်းတွင် ကိန်းသေအမြန်နှုန်းရရှိစေရန်

အတွက် ကိန်းသေအမြန်နှုန်းဖြင့်လုပ်ဆောင်ရန်တီထွင်ထားသည်။ ၄င်းအတွက် လိုအပ်သောစွမ်းအားကို စတားဒဲလ်တာစတက်တာ (Star Delta Starter)မှ ဖြစ်စေ (Delta)မှဖြစ်စေ ပေးသွင်းလေသည်။ လေသည် မော်တာ၏ အဆက်မပြတ် လည်ပတ်မှုကို လည်ပတ်နှုန်းပြောင်းဟိုက်ဒရောလစ်မောတာများက ဆီဖိအားဖြင့် ထိန်းချုပ်ပေးလေသည်။

ဒုတိယ ထိန်းချုပ်နည်းဖြစ်သော ရစ်ပတ်ရိုတာမော်တာ လည်နှုန်းထိန်း ကိရိယာသည် တည်ဆောက်မှုပုံစံသည်အကြမ်းခံသော ပုံစံဖြစ်သည်။ လည်နှုန်း ထိန်းလျှပ်ညှို့မော်တာ ၏ရိုတာတွင် ၄င်း၏စတေတာအရစ်ပတ် (Stator Winding)နှင့်ဆင်တူသော တြိအသွင်အရစ်ပတ်ကို ရစ်ပတ်ထားသည်။ ထိုအရစ်ပတ်သုံးခု ကို ဝင်ရိုးပေါ်၌ တပ်ဆင်ထားသောချော်ကွင်း (Slip Ring)သုံးခုနှင့် ဆက်သွယ်ပေး ထားသည်။ ပုံ(၄-၆) တွင် ရစ်ပတ်ရိုတာတည်ဆောက်ပုံကို အသေးစိတ်ဖော်ပြထား ပါသည်။ ပုံတွင်ဖော်ပြထားသော အစိတ်အပိုင်းများမှာ

(၁) လွှာထပ် ရိုတာ (laminated Rotor)

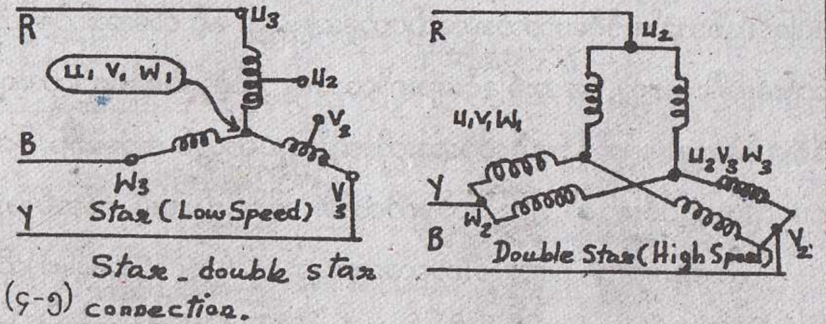
(၂) ချော်ကွင်းများ (Slip Rings)

(၃) ဘရပ်များ (Brushes)

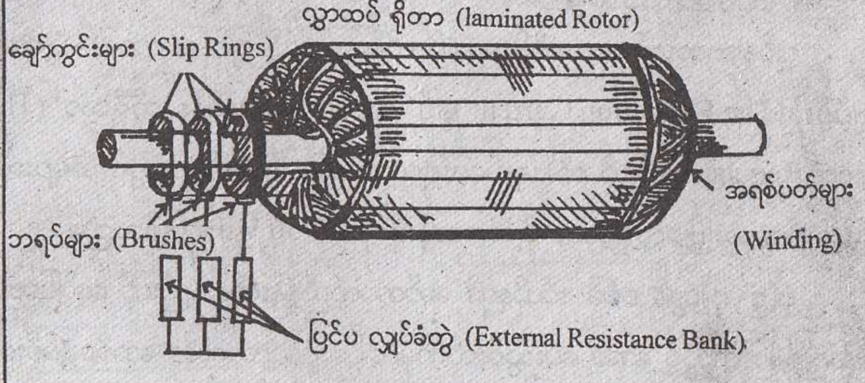
(၄) ပြင်ပ လျှပ်ခံတွဲ (External Resistance Bank)နှင့်

(၅) အရစ်ပတ်များ (Winding)တို့ဖြစ်ကြသည်။

ပြင်ပမှ ဆက်သွယ်သော လျှပ်ခံ၏ ခုခံမှုတန်ဖိုးကိုမြှင့်တင်ပေးလေရိုတာ၏ လည်ပတ်နှုန်းကျဆင်းလေဖြစ်သည်။ ရိုတာရစ်ပတ် မော်တာများ၏ စတက်တာသည် ရိုတာ၏ ခုခံမှုအမြင့်ဆုံးအချိန်တွင် ရိုတာကို စတင်လည်ပတ်ခြင်း ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ရုတ်ချင်းမြင့်တက်လာသော စတက်တင်း လျှပ်စီးသည်ရိုတာ



ပုံ (၄-၅)
စတားနှစ်ထပ် စတားဆက်သွယ်ပုံများ



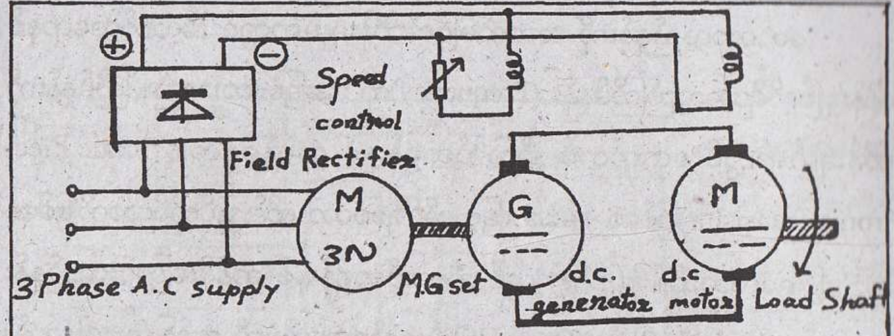
ပုံ(၄-၆)
ရစ်ပတ်ရိုတာတည်ဆောက်ပုံ

အတွက်ကြီးမားသော လိမ်အားဖြစ်ပေါ်စေသောကြောင့် မော်တာစတင်လည်ပတ်နိုင်ခြင်းဖြစ်သည်။ ဒီစီမော်တာ၏လည်ပတ်မှုအမြန်နှုန်း နှင့် လိမ်အားတို့ကိုတိကျစွာထိန်းချုပ်ပြီးနောက် အအေးခံခြင်းများကိုလည်း လွယ်ကူစေရန်စီစဉ်ထားရသည်။ ဒီစီမော်တာ၏ လည်နှုန်းနှင့်လိမ်အားကို ထိန်းချုပ်ရာတွင် အာမေချာ ဗို့အားနှင့် စက်ကွင်းလျှပ်စီးတို့၏ ပြောင်းလဲမှုကိုလည်း ထိန်းချုပ်ပေးဖို့ လိုအပ်သည်။

ကရိန်းများ (Cranes) ဓါတ်လှေကားများ (Lift)နှင့် (Wincher)ကို လည်ပတ်နှုန်းထိန်းချုပ်ရာတွင် ဝပ်ဒ်လီယိုနာဒ် အမောင်း (The Ward Leonard Drive)ကို သာအသုံးပြုနေကြဆဲဖြစ်သည်။

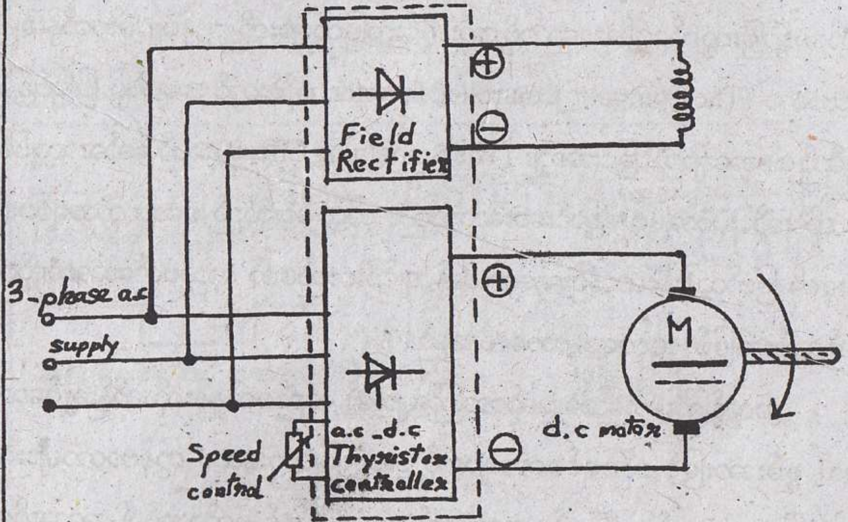
ဂျင်နရေတာ၏ အထွက်ဗို့အားကို ထိန်းချုပ်ရာ၌ ဂျင်နရေတာ၏ လှုံ့ဆော်လျှပ်စီး (The Excitation Current)နှင့် လည်ပတ်နှုန်းထိန်း ကိရိယာ (The Speed Regulator)တို့ကို ထိန်းချုပ်ပေးရလေသည်။ ဒီစီစက်များတွင် အများဆုံး ထိန်းချုပ်အသုံးပြုလေ့ရှိသော ဗို့အားတန်းဖိုးမှာ (750 V d.c)ဖြစ်သည်။

ပုံ(၄-၇)တွင် ဝပ်ဒ် လီယိုနာဒ် မော်တာလည်နှုန်းထိန်းနည်းကို ဖော်ပြထားပါသည်။ တြိအသွင် အေစီ ပေးသွင်းလိုက်မှ ဝင်ရောက်လာသော အေစီလျှပ်စီးကို မော်တာဂျင်နရေတာစုံတွဲသို့ ပေးသွင်းခြင်း မပြုမီ စက်ကွင်းလျှပ်စီးပြင် (Field Rectifier)သို့ သွင်းပေးထားရလေသည်။ အထွက် ဒီစီလျှပ်စီးကို လည်နှုန်းထိန်း ကိရိယာသို့ ပေးသွင်းထားရလေသည်။ ပုံ(၄-၈)တွင် ဖော်ပြထားသော အီလက်ထရောနစ် ထိန်းချုပ်ကိရိယာကို လေ့လာသောအခါ ပုံ(၄-၇)တွင် ဖော်ပြထားသော ပတ်လမ်းပုံ နှင့် အခြေခံ လုပ်ဆောင်ပုံများ တူညီကြောင်းတွေ့ရလေသည်။ ကွဲပြားမှုမှာ အေစီ/ဒီစီ သိုင်းရစ်စတာ ထိန်းချုပ်ကိရိယာ (a.c - d.c thyristor controls)အဖြစ် အသုံးပြုထားခြင်းဖြစ်သည်။



ပုံ(၄-၇) Ward Leonard Speed Control Method.

ဝပ်ဒ် လီယိုနာဒ် မော်တာလည်နှုန်းထိန်းနည်း



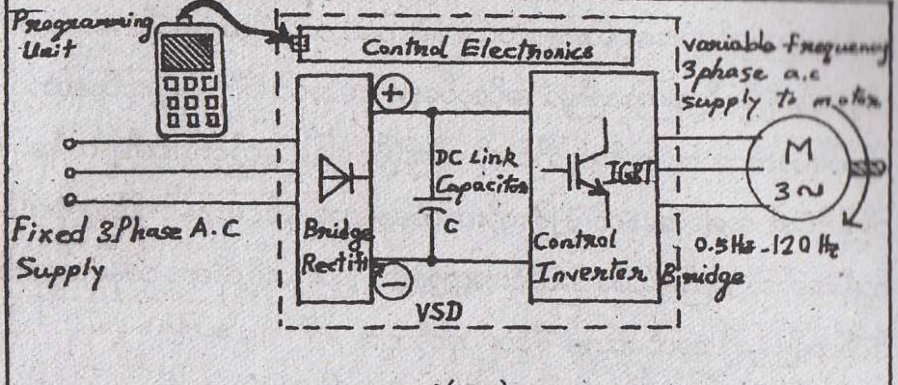
Electronic control for a d.c. motor.

ပုံ(၄-၈)

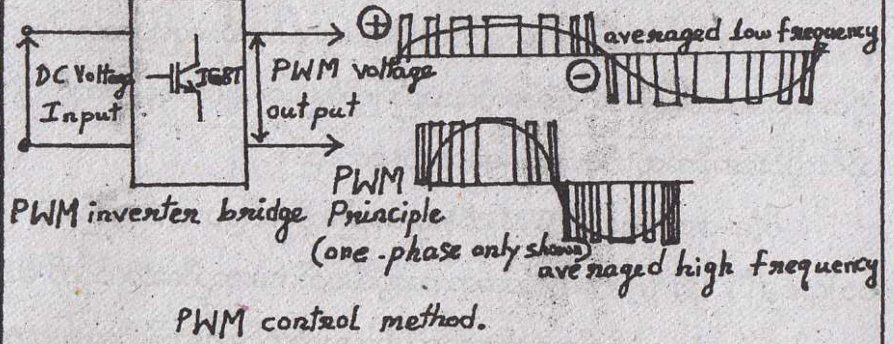
အီလက်ထရောနစ် ထိန်းချုပ်ကိရိယာ

မော်တာလည်နှုန်းကို အဆက်မပြတ်ထိန်းချုပ်ရာတွင် အီလက်ထရောနစ် ထိန်းချုပ်ကိရိယာသည်ကြိမ်နှုန်း (Frequency)ကို အခြေခံထားသည်။ ကြိမ်နှုန်းကို ထိန်းချုပ်ရာတွင် စတက်တစ် အီလက်ထရွန်းနစ် ထရန်စစ္စတာ (Static Electronic Transistor)ဖြစ်စေ စွမ်းအားမြင့် သိုင်ရစ်စတာ ထိန်းချုပ်ကိရိယာကိုဖြစ်စေ အသုံးပြုရလေသည်။ ပုံ(၄-၉) တွင် အီလက်ထရွန်းနစ် တန်ဖိုးပြောင်းလည်နှုန်း အမောင်း (Variable Speed Drive VSD)တည်ဆောက်ပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ပေးသွင်းဗို့အား (440 V, 60 HZ)ကို တြိအသွင်လျှပ်စီးအပြင် (Bridge Rectifier)ဖြင့် ပြုပြင်ပေးပြီးနောက် ဒီစီလင့် လျှပ်သို (d.c link Capacitor)ကို ဖြတ်ကျော်ပြီးထွက်ပေါ်လာသောဗို့အားလှိုင်းအပြတ်များကို ကွန်ပျူတာထိန်းချုပ် အင်ဗာတာ (The Computer Controlled Inverter)အပိုင်းတွင် အချက်ပြ ပြုပြင်ခြင်း လျှပ်ညှို့၏ အချောကိုင်ခြင်းအကျိုး (The Smoothing Effecit)သည် မော်တာလျှပ်စီး ကို ဆိုင်းလှိုင်းပုံစံအဖြစ် ပြောင်းပေးလေသည်။ ထိုလျှပ်စီးသည် စတေတာအရစ်ပတ် သုံးခုကို ဖြတ်သန်းစီးဆင်းပြီးနောက် ဆန့်ကျင်ဦးတည်ဖက် လှည့်ပတ်သောသံလိုက် စက်ကွင်းအဖြစ် ထွက်ပေါ်လာလေသည်။

အလွန်ကြီးမားသော မော်တာကြီးများ၏ လည်ပတ်နှုန်းကို ထိန်းချုပ်သော အခါ စွမ်းအားမြင့် သိုင်ရစ်စတာများကို အသုံးပြုထားသော ကွန်ဗာတာများကို အသုံးပြုရလေသည်။ သိုင်ရစ်စတာများ၏ အသုံးပြုပုံနှင့် ပတ်သက်၍ အသေးစိတ် သိလိုပါက စာရေးသူ ရေးသားထုတ်ဝေခဲ့သော သိုင်ရစ်စတာ စာအုပ်ကို ဝယ်ယူ လေ့လာပါ။ လျှပ်စစ်ပညာရပ် ဆိုသည်မှာ အလွန်ကျယ်ပြန့်ပါသည်။ စာအုပ်တစ် အုပ်ဖြင့် အလုံးစုံတတ်မြောက်ဖို့ ဝေးစွ။ လျှပ်စစ်အင်ဂျင်နီယာကြီးများတတ်မြောက် ထားသောအတတ်ပညာဖြင့် လက်တွေ့ လုပ်ငန်းခွင်ဝင်နိုင်ပါလိမ့်မည်။ အလုံးစုံ



ပုံ(၄-၉)
အီလက်ထရွန်းနစ် တန်ဖိုးပြောင်းလည်နှုန်း အမောင်း
(Variable Speed Drive VSD)တည်ဆောက်ပုံ



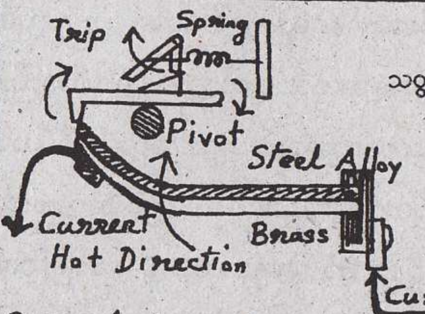
ပုံ (၄-၁၀)
လှိုင်းပြတ် အကျယ်သခြင်း ပြုလုပ်ပုံ

တတ်မြောက်ပြီဟု မယူဆပါနှင့်၊ ၁၉၀၀ မှစပြီး ယနေ့အထိ ကမ္ဘာပေါ်တွင် စွယ်စုံ ပညာရှင်များရေးသားပြုစုထုတ်ဝေခဲ့ကြသော လျှပ်စစ်စာအုပ်အရေအတွက် သိန်းသန်းချီပြီး ရှိနေကြသည်မှာ အပိုလုပ်နေခြင်းမဟုတ်၊ လိုအပ်လို့လုပ်နေတာပါ။ ကိုယ်မတတ်တာလေးနှင့် လူတိုင်းကို လိုက်ပြီး ခြေရာမတိုင်းသင့်ပါ။ ကျွန်တော်တို့နိုင်ငံ၏ အခြေအနေကို ဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်နေသော နိုင်ငံများနှင့် နှိုင်းယှဉ်ပါက ကျွန်တော်တို့ မည်မျှသော အတိုင်းအတာအထိ ကြိုးစားဖို့လိုတာ သိနိုင်ပါတယ်။ ဒီလိုအချိုးနဲ့ဆို ဘယ်တော့မှ မှီမှာမဟုတ်ဘူး။

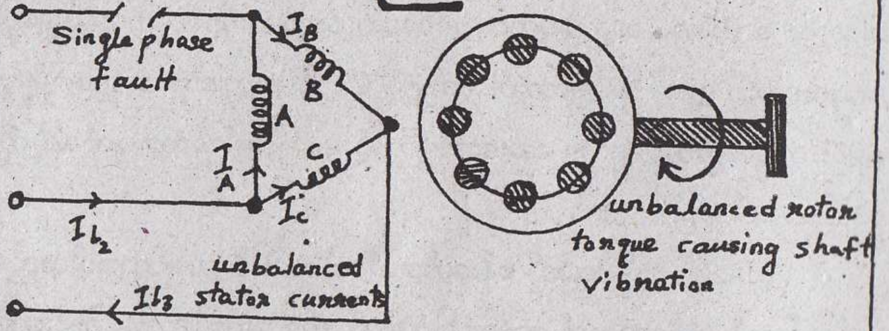
အင်ဗာတာ အပိုင်း၌ လျှပ်ကာဖုံးဂိတ်ဗိုင်ပိုလာ ထရန်စစ္စတာ (Insulated Gate Bipolar Transisters)ကို အသုံးပြုထားသည်။ လုပ်ဆောင်ပုံကို လှိုင်းပြတ်အကျယ်သခြင်း (Pulse Width Modulation or PWM)ဟုခေါ်သည်။ ပုံ (၄-၁၀) တွင် လှိုင်းပြတ် အကျယ်သခြင်း ပြုလုပ်ပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။ လှိုင်းသပြီးနောက် ထွက်လာသောလှိုင်းသည် ကြိမ်နှုန်းတာခွင်တစ်ခုလုံးတွင် ပျမ်းမျှဆိုင်းလှိုင်းအေစီအထွက်ပုံစံဖြင့် ပြန်ထွက်လေသည်။

ပုံ(၄-၁၀) တွင် (PWM)ထိန်းချုပ်နည်းကိုဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံ (၄-၁၁)တွင် (LV)နှင့် (HV)မော်တာအကာအကွယ်ပတ်လမ်းတည်ဆောက်ပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။ အသေးစိတ်အချက်အလက်များနောက်တွင်အသေးစိတ်ဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံ (၄-၁၂) တွင် အီလက်ထရွန်းနစ် လွန်ကဲလျှပ်စီးရီလေး (Electronic Over Current Relay)တွင် အသုံးပြုထားသော အစိတ်အပိုင်းများကို ဖော်ပြထားပါသည်။

ပုံ (၄-၁၃) တွင် သတ္တုစပ် လွန်ကဲလျှပ်စီး လုပ်ဆောင်ပုံ အနေအထားကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံ (၄-၁၄) တွင် ဧကအသွင်ပြစ်ချက် (Single Phasing

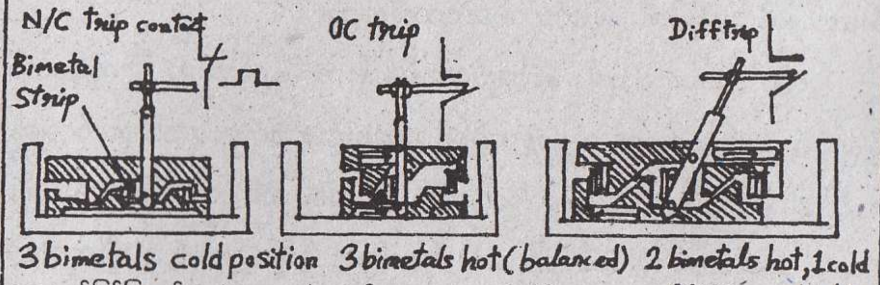


ပုံ (၄-၁၃)
သတ္တုစပ် လွန်ကဲလျှပ်စီး လုပ်ဆောင်ပုံ အနေအထား



ပုံ (၄-၁၄) ဧကအသွင်ပြစ်ချက် (Single Phasing Fault)ဖြစ်ပေါ်ပုံ

ပုံ (၄-၁၅)



သတ္တုစပ်ဖြင့်ပြုလုပ်ထားသောဧကအသွင် အကာအကွယ်ကိရိယာ၏ လုပ်ဆောင်ပုံအနေအထားများ

Fault)ဖြစ်ပေါ်ပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။ တြိအသွင် ကောင်းမွန်ပါက မော်တာသည် မျှတသော အနေအထားဖြင့် လည်ပတ်လုပ်ဆောင်နိုင်မည် ဖြစ်သော်လည်း အသွင် တစ်ခုတွင် ပြစ်ချက်ဖြစ်ပေါ်ပါက မျှခြေအနေအထား ပျက်သွားမည်ဖြစ်သည်။ ပုံ (၄-၁၅) တွင်သတ္တုစပ်ဖြင့်ပြုလုပ်ထားသောဇကေအသွင် အကာအကွယ်ကိရိယာ ၏ လုပ်ဆောင်ပုံအနေအထားများကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံ (A)တွင် သတ္တုစပ်၌ ပါဝင်သောသတ္တုသုံးမျိုးစလုံးအေးနေချိန်၌ရှိသော အနေအထားကို ဖော်ပြထား ပါသည်။ ပုံ (B)တွင် သတ္တုစပ်တွင် ပါဝင်သော သတ္တုသုံးမျိုးစလုံးပူနေချိန်မျှခြေ အနေအထား၌ ရှိပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံ(C)တွင် သတ္တုစပ်မှ သတ္တုနှစ်မျိုးပူ နေပြီး ကျန်သောတစ်မျိုးသာ အေးသောကြောင့် မျှခြေအနေအထားပျက်နေပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။

ပုံ(၄-၁၆) တွင် လျှပ်သို စနိုးမော်တာ ပတ်လမ်းကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ပတ်လမ်းတွင် ဗဟိုခွာခလုတ် တစ်ခုနှင့် လျှပ်သို နှစ်ခုအသုံးပြုထားကြောင်းတွေ့ ရမည်ဖြစ်သည်။ (Cage Rotor)ကို စတေတာ အရစ်ပတ်နှင့်ဝန်းရံထားသည်။ ပုံ (၄-၁၇) တွင် ရှိတ်ပိုးမော်တာ တည်ဆောက်ပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။ လွှာထပ် သံမဏိအူတိုင်အပေါက်၌ ရိုတာတပ်ဆင်ထားသည်။

လွတ်လပ်ရေးရကာနီး ဗိုလ်ချုပ်အောင်ဆန်းက မိန့်ခွန်းထဲမှာ “ ကျွန်တော် တို့နိုင်ငံရဲ့ အခြေအနေဟာ ကမ္ဘာနဲ့ယှဉ်ရင် နှစ်ပေါင်းတစ်ရာလောက်နောက်ကျနေ တယ်၊ ဒါကြောင့် လွတ်လပ်ရေးရပြီးတဲ့အခါ သူများခြေလှမ်းတစ်လှမ်း လှမ်းတိုင်း ကိုယ်က ဆယ်လှမ်း လှမ်းနိုင်ဖို့လိုတယ်၊ ဒီတော့မှ တစ်ချိန်ချိန်မှာ ဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်တဲ့ နိုင်ငံတွေကို မှီမယ်လို့” ဆိုတယ်။

အဲဒီခေတ် ကာလကိုမှီ ခဲ့ကြတဲ့သူတွေ ဘာတွေလုပ်ခဲ့ကြတယ်ဆိုတာဝေ