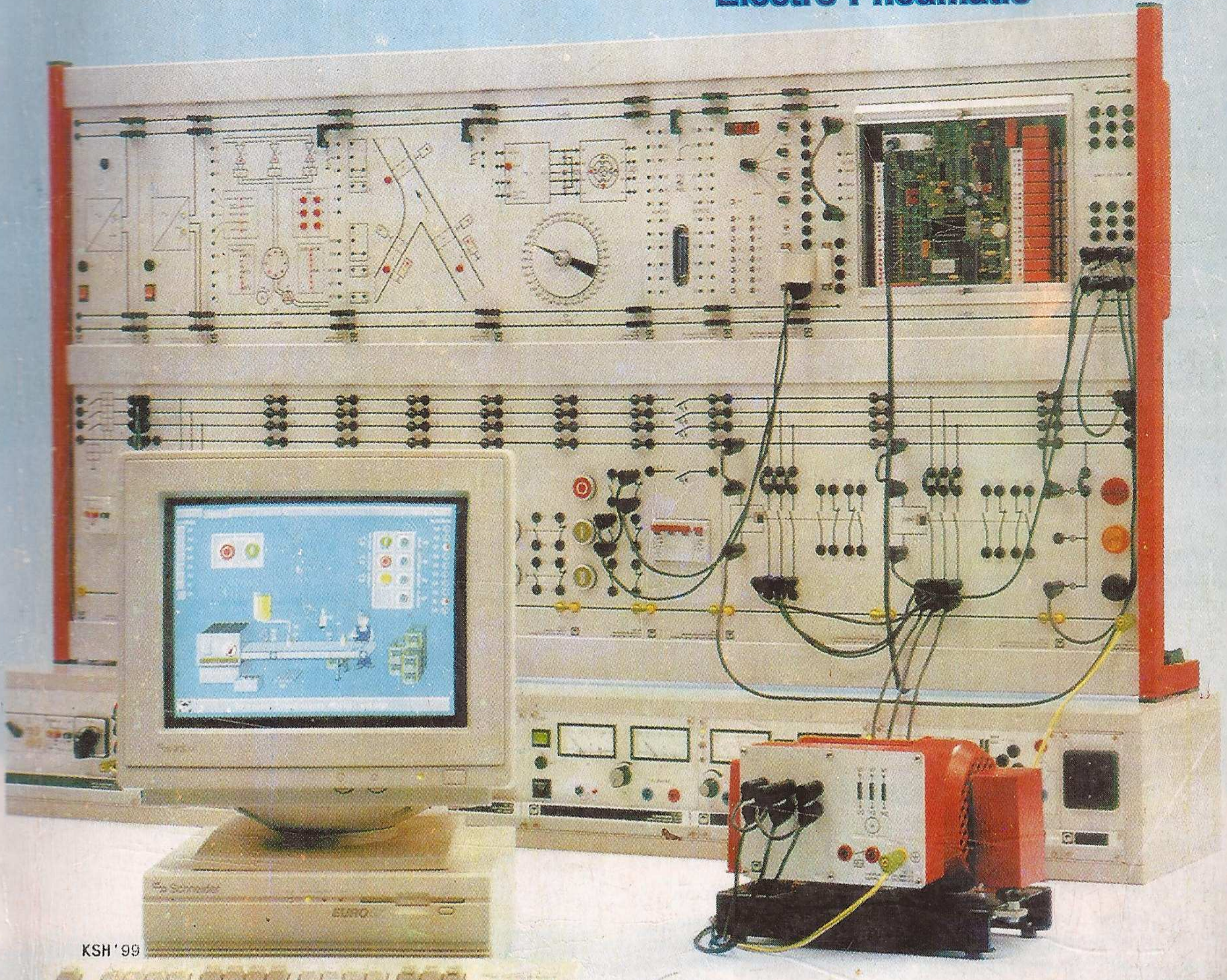
MECHATRONIC

စက်မှု အီလက်ထရောနစ်

Digital Integrated Circuits
Electronics
Hydraulics
Electro-Pneumatic



U TINT ZAW
Automation and Control Engineer

စာရေးသူ၏ အမှာ

ယနေ့ အင်ဂျင်နီယာနှင့် နည်းပညာလောကတွင် Mechatronic ဘာသာရပ်သည် မရှိမဖြစ်လိုအပ်လျက် ရှိနေပြီး ကျယ်ပြန့်စွာ အသုံးချလျက် ရှိပါသည်။ ထို့ကြောင့် နိုင်ငံအသီးသီးရှိ နည်းပညာတက္ကသိုလ်များနှင့် သိပ္ပံပညာ ကျောင်းများတွင် ၎င်းဘာသာရပ်ကို ကျယ်ပြန့်စွာသင်ကြားလျက် ရှိနေကြပါသည်။ မြန်မာနိုင်ငံတွင်လည်း Mechatronic ဘာသာရပ်ကို စက်မှုသိပ္ပံ (G.T.I) များတွင် ခေတ်နှင့်အညီ သင်ကြားလျက်ရှိပြီး ပိုမိုကျယ်ပြန့်စွာသင်ကြားရန် ဆောင်ရွက်လျက်ရှိပါသည်။

Mechatronic ဘာသာရပ်သည် Control နှင့် ပတ်သက်သော Mechanical နှင့် Electrical, Electronic ဘာသာရပ်တို့ကို Computer နည်းပညာရပ်နှင့် ပေါင်းစပ်ထားသော ဘာသာဖြစ်ပါသည်။

ဤစာအုပ်တွင် Mechatronic ဘာသာရပ်နှင့်ပတ်သက်သောအခြေခံများကို ဖော်ပြထားရာ Control နှင့် ပတ်သက်သော နည်းပညာ အခက်အခဲဖြစ်နေသည့် Engineers များ၊ လုပ်ငန်းရှင်များနှင့် Mechatronic ဘာသာရပ်ကို လေ့လာနေသော ပညာလိုလားသူ ကျောင်းသူကျောင်းသား အင်ဂျင်နီယာလောင်းများ အတွက် အထောက်အကူ ဖြစ်လိမ့်မည် ဟုယုံကြည်မိပါသည်။

"စာရေးသူ"

ဦးတင့်ဇော်

Automation and Control Engineering

Electro Pneumatic

Electro Pneumatic ဟူသည် Pneumatic ကို Electrical နှင့်တွဲဘက် အသုံးချထားသော သာဘာရပ်ဖြစ်သည်။ Electrical နှင့် တွဲလိုက်ခြင်းအားဖြင့် Pneumatic Control တွင်တိုက်ရိုက် အသုံးမပြုနိုင်သော Signal Element များတိုက်ရိုက် အသုံးချလာနိုင်ကာ Electrical အနေနှင့်လည်း တိုက်ရိုက် မဖန်တီးနိုင်သည့် Linear Motion, Holding Force စသည်တို့ကို လွယ်ကူစွာရရှိလာနိုင်သည်။ Electro Pneumatic ဘာသာရပ်တွင်အဓိကအားဖြင့် Control ပိုင်းကို Electrical ဖြင့် Control လုပ်၍ Power ပိုင်းကို Pneumatic ဖြင့်ဆောင်ရွက်လေသည်။

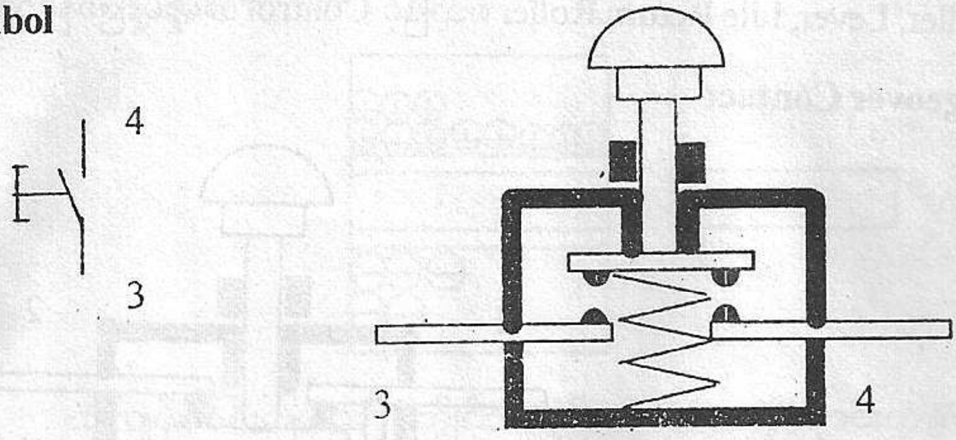
Electro Pneumatic ဘာသာရပ်လေ့လာရာတွင် လျှပ်စစ်ပိုင်းဆိုင်ရာများကို မဖြစ်မနေ အသုံး ချရသဖြင့် လျှပ်စစ်နှင့်ပတ်သက်သော အခြေခံသဘောတရားများကို သိထားရမည်။

လျှပ်စစ်နှင့်ပတ်သက်သော ပစ္စည်းကရိယာများကို လေ့လာပါက ထုတ်လုပ်သူမှပင် အရေးကြီး သောအချက်အလက်များကို ဈေးကွက်တွင် တင်ပို့ရောင်းချနိုင်ရန် ဖော်ပြလေ့ရှိသည်။ ၄င်းတို့မှာအသုံး ပြုသည့် Power (Watt), ခံနိုင်သည့် လျှပ်စီးအား Ampere (Amp)၊ အသုံးပြုသည့် Voltage တို့ဖြစ်သည်။ ၄င်းတို့မှာလည်း တခုနှင့်တခု ဆက်စပ်လျက်ရှိသည်။ အသုံးပြုသည့် Voltage ကိုလည်း AC or DC ဟုဖော်ပြကြပြီး၊ AC ဖြစ်ပါက ကြိမ်နှုန်းကိုလည်းဖော်ပြကြသည်။

ဤနေရာတွင်ဖော်ပြလိုသည်မှာ လူ၏ခန္ဓာကိုယ်လျှပ်စစ်ခုခံမှုမှာ 1000 ohm ခန့်ရှိ၍ လူခန္ဓာကိုယ် အတွင်းသို့ 50 mA ခန့် လျှပ်စစ်ဖြတ်စီးပါက အန္တရာယ်ရှိနိုင်လေသည်။ ထို့ကြောင့် Ohm's Law နှင့် တွက်ကြည့်ပါက 50 Volt ခန့်ရှိလျှပ်စစ်တွန်းအားသည် လူကိုအန္တရာယ် ဖြစ်စေ နိုင်လေသည်။ ယခု မြန်မာနိုင်ငံတွင် အသုံး ပြုနေသော အိမ်သုံးလျှပ်စစ်မှာ 230 Volt ရှိရာ လူအတွက် အန္တရာယ်ရှိပေသည်။

Switch with Normally Open Contact

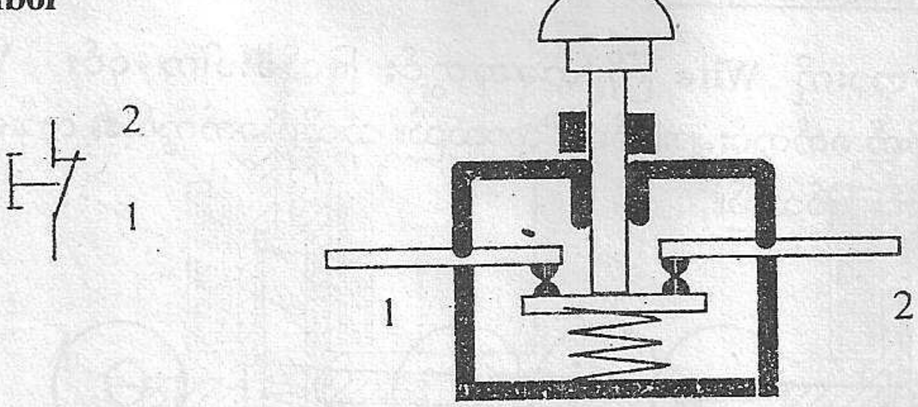
Symbol



Normal အနေအထားတွင် Point 3 မှ 4 သို့ပြတ်တောက်နေသည်။ ထို့ကြောင့် Normally Open ဟု ခေါ်ပြီး Spring အားကိုဆန့်ကျင်၍ Push Button ကိုနှိပ်လိုက်ပါက Point များသည် ဆက်သွားပြီး 3 to 4 လျှပ်စစ်ဖြတ်စီးသွားနိုင်လေသည်။ Drive ကို Push Button ဖြင့်ပြထားသော်လည်း Roller, Lever, Idle Return Roller စသည်ဖြင့် အမျိုးမျိုးဖြစ်နိုင်သည်။

Switch with Normally Closed Contact

Symbol

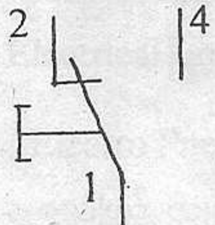


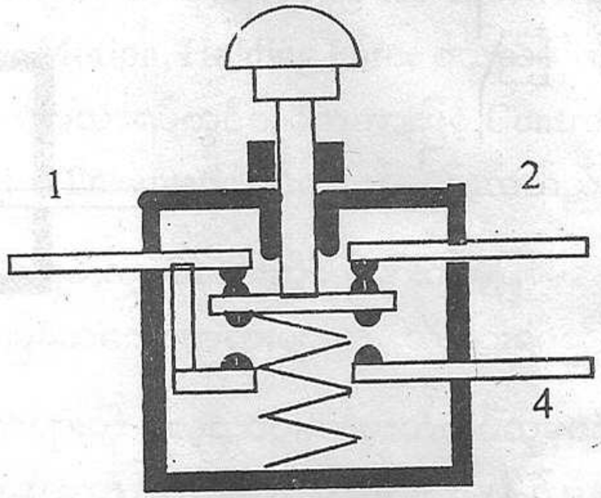
Normal အနေအထားတွင် Point 1 မှ 2 သို့ လျှပ်စစ်ဓာတ်ဖြတ်စီးနိုင်၍ Normally Closed Contact ဟုခေါ်သည်။ Sping အားကို ဆန့်ကျင်၍ Push Button ကိုနှိပ်လိုက်ပါက

Point နှစ်ခုမှာ ကွာသွားပြီး လျှပ်စစ်ဓာတ်အား စီးဆင်းနိုင်မှု ပြတ်သွားမည်။ Drive ကို Normally Close မှာကဲ့သို့ပင် Roller, Lever, Idle Return Roller စသဖြင့် Control အမျိုးမျိုးဖြစ်နိုင်သည်။

Switch with Changeover Contact

Symbol

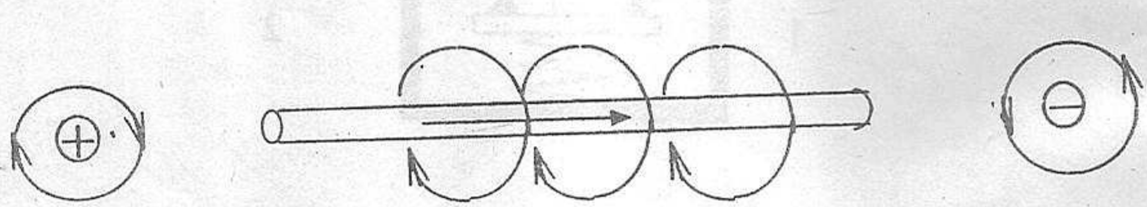




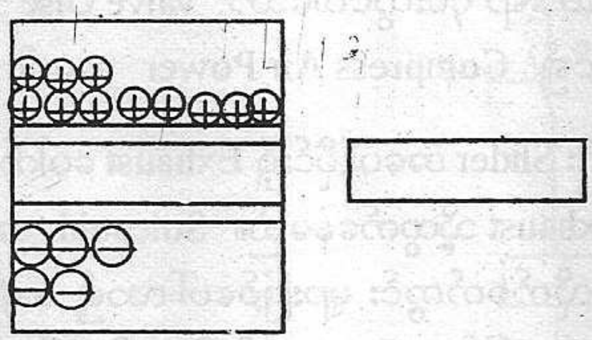
ခလုပ်နှိပ်လိုက်ပါက လျှပ်စစ်ဓါတ်အား signal ကို 2 မှ 4 သို့မဟုတ် 4 မှ 2 ပြောင်းပေးနိုင် သော ခလုပ်ဖြစ်သည်။ Normall position တွင် 1 to 2 လျှပ်စစ် ဖြတ်စီးနိုင်၍ 1 to 4 contact ပြတ်နေသည်။ ခလုပ်နှိပ်လိုက်လျှင် 1 to 2 contact ပြတ်သွားကာ 1 to 4 လျှပ်စစ်ဖြတ်စီးနိုင်သွားမည်။

Solenoid or Electromagnetic Drive

လျှပ်စစ်ဓါတ်အားကို Wire ကြိုးတခုအတွင်း ဖြတ်စီးပါက ၎င်း Wire ကြိုးပတ်လည်တွင်သံလိုက် စက်ကွင်းများဖြစ်ပေါ်လာသည်။ သံလိုက်စက်ကွင်း၏ လားရာမှာ ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း ဖြစ်သည်။



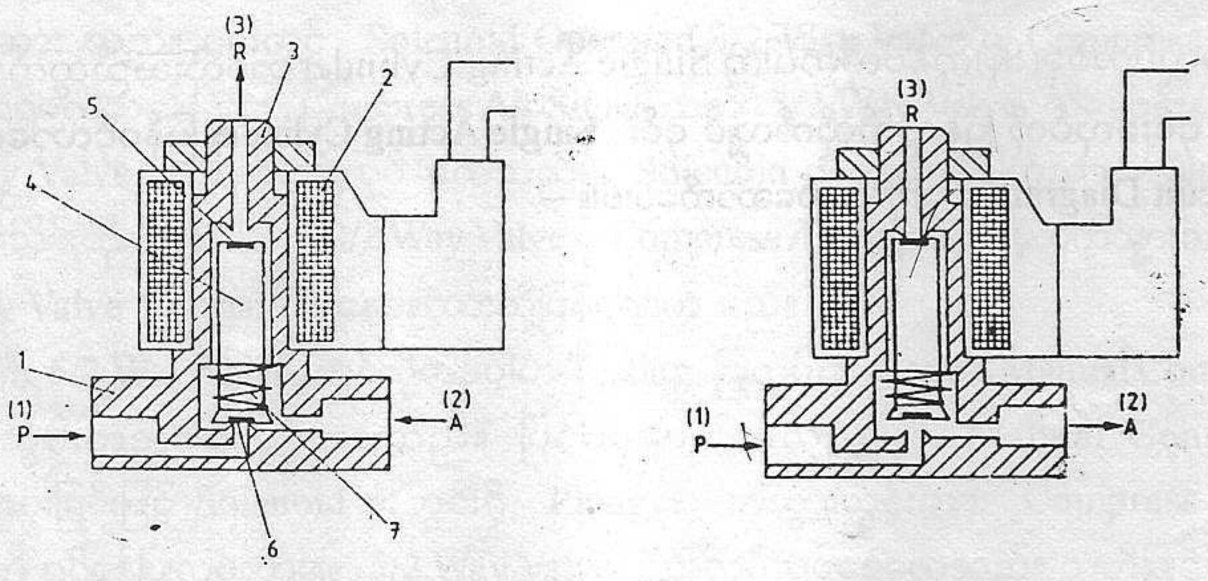
ထိုကြောင့်၄င်း Wire ကြိုးကို ကွိုင်ပုံစံ ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း ပတ်လိုက်ပါက အောက်ပါ အတိုင်း ဖြစ်မည်။



ထိုလျှပ်စစ်စီးနေသော ကွိုင်အတွင်းသို့ သံပျော့ချောင်းတခုကို ပုံတွင်ပြထားသည့် အတိုင်း ထည့်လိုက်ပါက ၄င်းသံပျော့ချောင်းကို ကွိုင်အတွင်းဆွဲသွင်းပေးမည်။ လျှပ်စစ် စီးဆင်းမှုကို ရပ်လိုက်ပါက Coil မှ သံပျော့ချောင်းကို ဆွဲသွင်းမှုရပ်သွားမည်ဖြစ်သည်။ ထိုကဲ့သို့သံပျော့ချောင်းအပေါ်လျှပ်စစ် Wire Coil ကအကျိုးသက်ရောက်ပုံအတိုင်း Electromagnetic Drive ခေါ် Solenoid ကပြုမူလေသည်။

Electromagnetic Drive 3/2 Way Valve

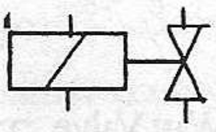
Electropneumatic တွင် ၄င်းElectromagnetic Drive 3/2 Way Valve သည် အဓိက ကျလေ သည်။ အားလုံးသော Control Valve များကို ၄င်းElectromagnetic Drive 3/2 Way Valve ခေါ် Solenoid Valve ဖြင့်မောင်းနှင်သည်။



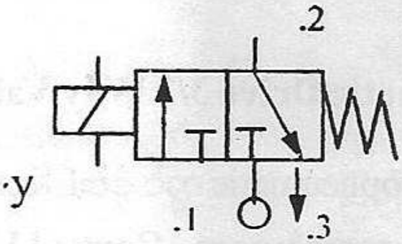
ပုံ(၁)သည် Electromagnectic Drive 3/2 Way Valve အလုပ်မလုပ်မီပုံဖြစ်သည်။ ၎င်းတွင် အလယ်ခေါင်ရှိ **Slider** သည် **3/2 Way Valve** ၏ **Valve Disc** ကဲ့သို့ပြုမူသည်။ **Spring** အားဖြင့် အဖိခံ ထားရာ ၎င်းတွင်ပါသော **Valve Disc** သည် **Housing** တွင်ရှိသော **Valve Seat** ပေါ်တွင်ထိုင်၍ **Compress Air Power** အပေါက်ကိုပိတ်ထားသည်။

ထိုအချိန်တွင် ၎င်း **Slider** အပေါ်ပိုင်းရှိ **Exhaust** ပေါက်သည်ပွင့်နေသဖြင့် **Working Line** မှလေသည် ၎င်း **exhaust** သို့ထွက်နေမည်။ **Solenoid** အတွင်းသို့ လျှပ်စစ်ဓါတ်အားကို ဖြတ်စီးစေသောအခါ သံလိုက်စက်ကွင်း များဖြစ်ပေါ်လာ၍ အလယ်တွင်ရှိသော **Slider** ကို **Spring** အားကိုဆန့်၍ ဆွဲသဖြင့် **P** အပေါက်သည် ပွင့်သွားပြီး **R** အပေါက်သည် ပိတ်သွားမည်။ ထိုအခါ **P** မှ **A** သို့ **Compress Air** ရောက်ရှိသွားမည်။ **A** အပေါက်မှ ရရှိသော **Compress Air** ဖြင့် **Pneumatic Valve** များကို မောင်းခြင်းပြုလုပ်၍ **Pilot Control** အဖြစ်အသုံးပြုလေသည်။

Symbol



Control

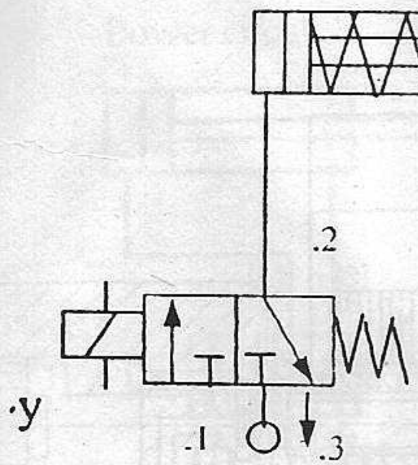


Power

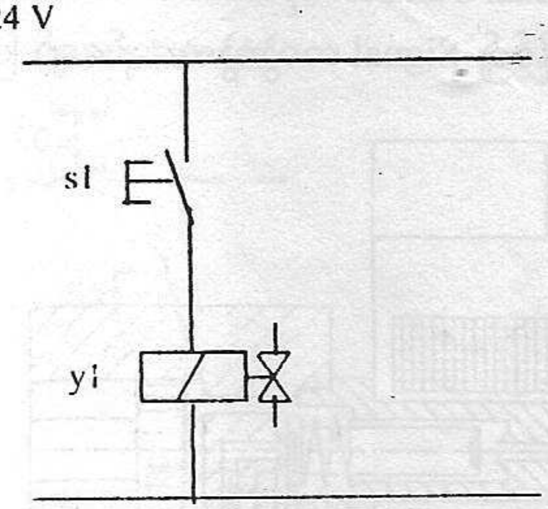
Problem

ခလုပ်တစ်ခု(S_1)ကိုနှိပ်လိုက်ပါက Single Acting Cylinder တစ်လုံးသည်ထွက်သွားစေပြီး။ ၎င်းခလုပ်ကို ပြန်လွှတ်လိုက်လျှင် ၎င်း **Single Acting Cylinder** ပြန်ဝင်လာစေရမည်။ **Circuit Diagram** တခုကို တည်ဆောက်ပေးပါ။

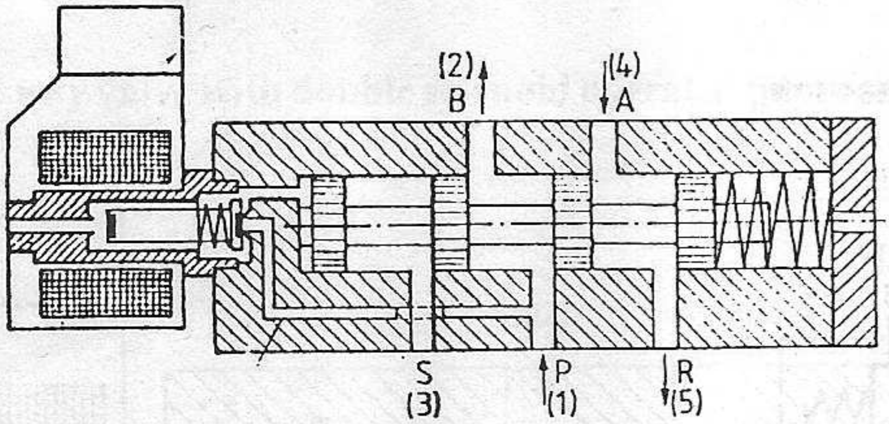
Pneumatic circuit



Control Circuit



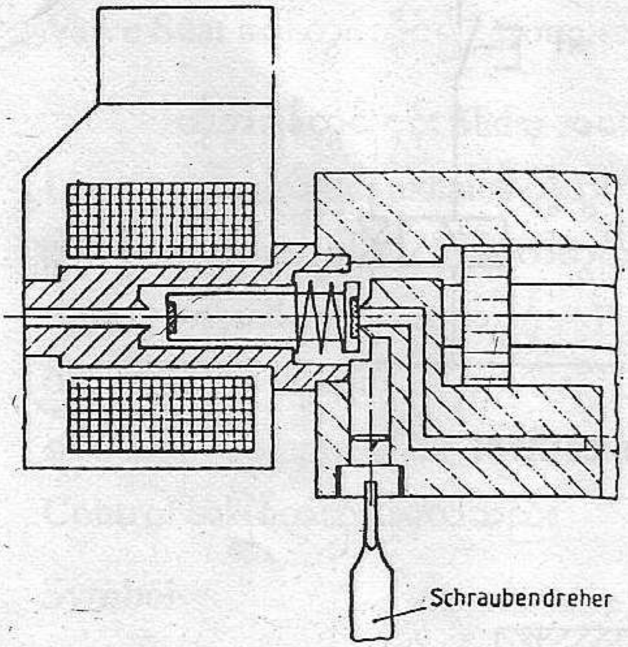
Solenoid operated 5/2 way valve with manual control

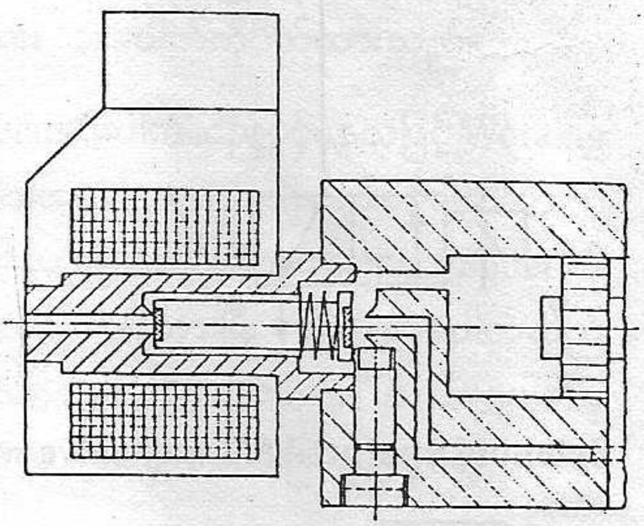


Solenoid Operated Pilot Control 5/2 Way Valve တည်ဆောက်ထားပုံကို ပုံတွင်ပြထား သည်။ ၄င်းတွင် Solenoid Operated 3/2 Way Valve မှ Compress Air Signal ရရှိလေသည်။ ၄င်း Compress Air Signal သည် 5/2 Way Valve ကိုမောင်းနှင်၍ 5/2 Way Valve ကို အလုပ်လုပ် လေသည်။ Solenoid မှ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား Signal ကိုပြန်ရုပ်သိမ်းလိုက်သောအခါ 3/2 Way Valve မှ Compress Air Signal ပြန်ထွက်သွားသဖြင့် 5/2 Way Valve Normal အနေအထားသို့ပြန်ရောက် မည်။

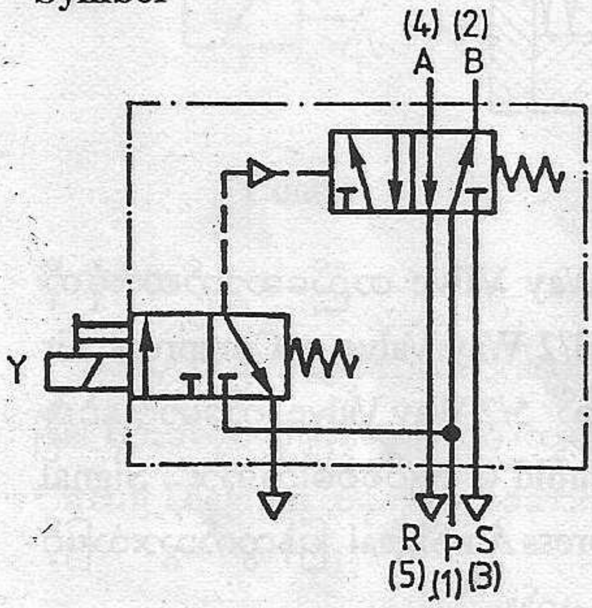
၄င်း 5/2 Way Valve တွင်လိုအပ်ပါက Testing ပြုလုပ်ရန်အတွက် Manual Control ပါထည့်သွင်းတည်ဆောက်ထားသည်။ ပြင်ပမှ ဝက်အူလှည့်ဖြင့် Manual Control ကိုလှည့်ပေးခြင်းဖြင့် Solenoid အတွင်းရှိ Plunger ကိုသွားတွန်းကာ Compress Air Signal ကို ရရှိရန်ပြုလုပ်ထား၍ 5/2 Way Valve ကိုအလုပ်လုပ်စေလေသည်။ သတိပြုရန်မှာ

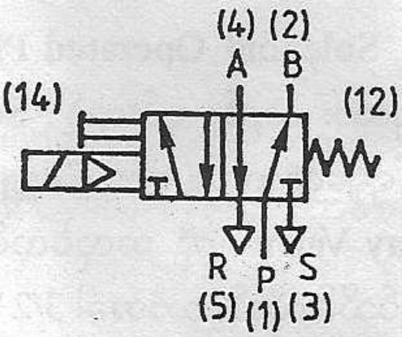
Manual Control ကိုသတိမထားမိဘဲ Solenoid Control ကိုမောင်းနှင်မိပါက Signal Block ဖြစ်နိုင်၍ Signal အလွဲလွဲအချော်ချော် ဖြစ်နိုင် လေသည်။





Symbol

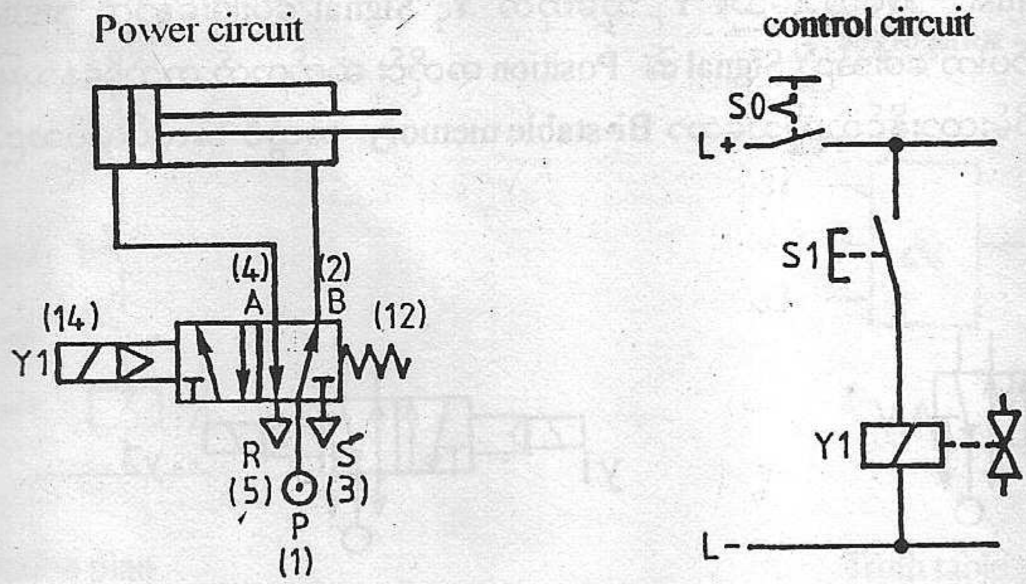




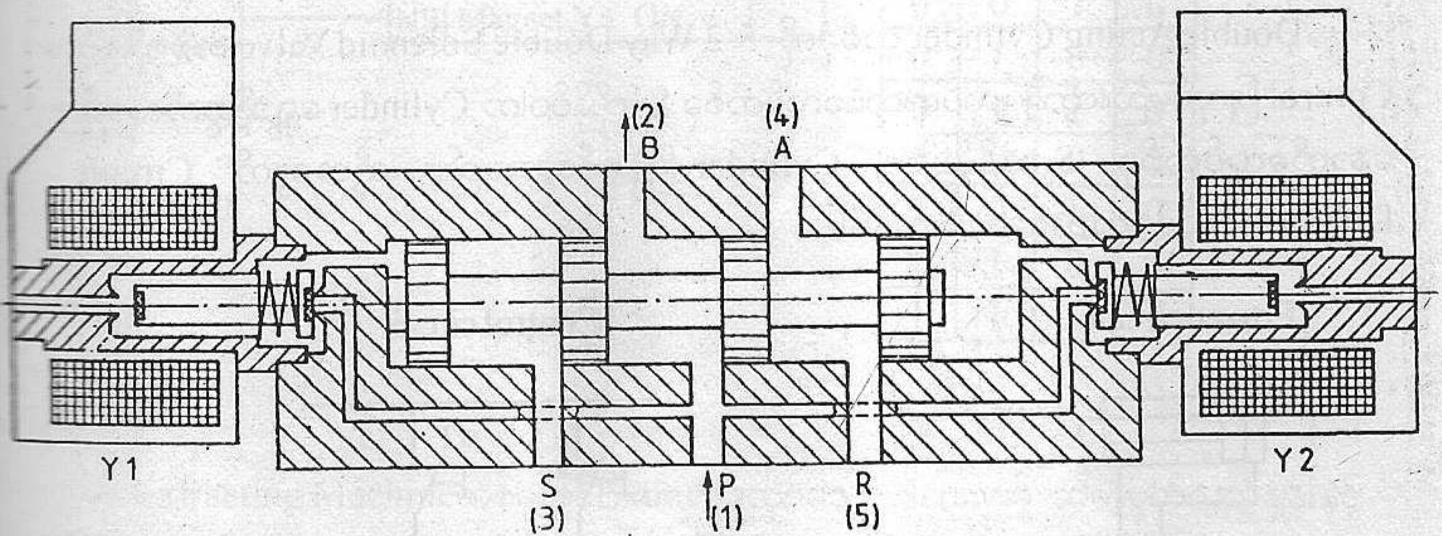
Problem

ခလုပ်တစ်ခု S_1 ကိုနှိပ်လိုက်ပါက Double Acting Cylinder တစ်လုံးသည် ထွက်လာပြီး ၄င်းခလုပ်ကိုပြန်လွှတ်လိုက်ပါက Cylinder Piston ပြန်ဝင်လာစေရမည်။ ၄င်းလုပ်ငန်းအတွက်

Electro Preumatic Circuit Diagram တခုဆွဲပေးပါ။



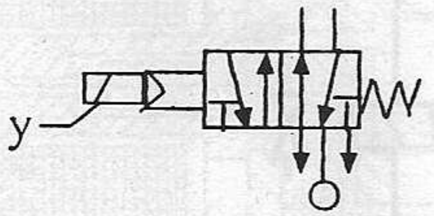
5/2 way valve with double solenoid operated pilot control



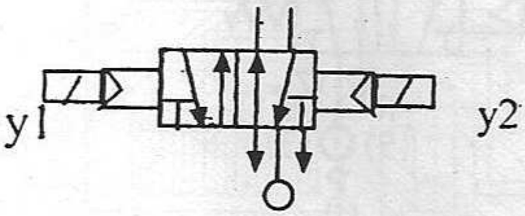
ပုံတွင်ဖော်ပြထားသော 5/2 Way Valve သည် Solenoid နှစ်ခုဖြင့် 5/2 Way Valve ၏ Position နှစ်ခုကိုချိန်းပေးသော Valve အမျိုးအစားဖြစ်သည်။ Y_1 ဘက်မှလျှပ်စစ် Signal ပေးပါက ထိုဘက်မှ Pilot 3/2 Way Valve သည်အလုပ်လုပ်ကာ Spool ကိုတဘက်သို့ တွန်းပို့ခြင်း ဖြင့် A အပေါက်မှ Compress Air Signal ရရှိကာ B အပေါက်ဘက်မှ Exhaust ဖြစ်မည်။ Y_2 ဘက်မှလျှပ်စစ် Signal ပေးပါက ၄င်းဘက်မှ Pilot 3/2 Way Valve

အလုပ်လုပ်ကာ Spool ကိုတဘက်သို့ပြန်တွန်းပြီး B မှ Compress Air Signal ရရှိကာ A အပေါက်မှ Exhaust ဖြစ်သွားမည်။ Y_1 သို့မဟုတ် Y_2 Signal ပေးပြီးနောက် Signal ကိုပြန်ရုပ်သိမ်းလိုက်ပါက ပေးသည့် Signal ၏ Position အတိုင်း ဆက်လက် တည်ရှိနေသဖြင့် Signal ကို ထိန်းသိမ်းထားနိုင်သည့်သဘော Bi-stable memory အသွင် အလုပ်လုပ်သည်။

Symbol



5/2 way valve without memory function

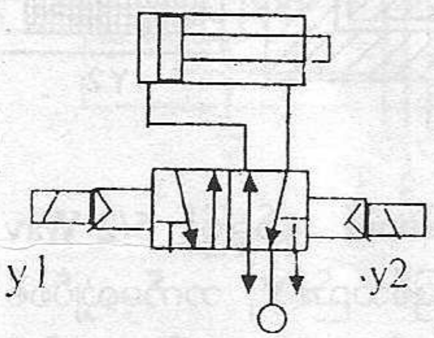


5/2 way valve with memory function

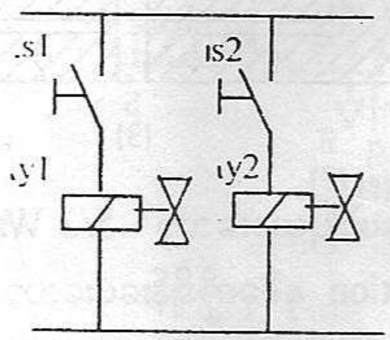
Problem

Double Acting Cylinder တစ်ခုကို 5/2 Way Double Solenoid Valve တစ်လုံးနှင့် Control ပြုလုပ်မည်။ထို့သို့ပြုလုပ်ရာတွင်ခလုပ်တစ်ခု S_1 ကိုနှိပ်ပါက Cylinder ရှေ့သို့ထွက်လာ၍ နောက်ခလုပ်တစ်ခု S_2ကိုနှိပ်ပါက Cylinder ပြန်ဝင်သွားမည်။ ထို့အတွက် Circuit Diagram တစ်ခုတည်ဆောက်ပေးပါ။

Power circuit

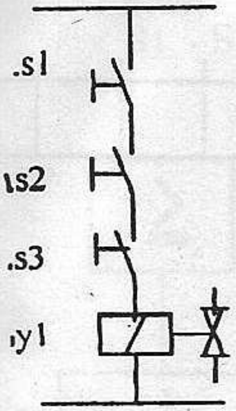


Control circuit

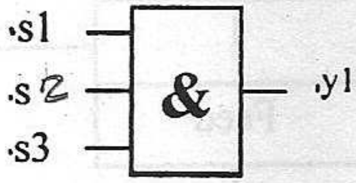


AND Function

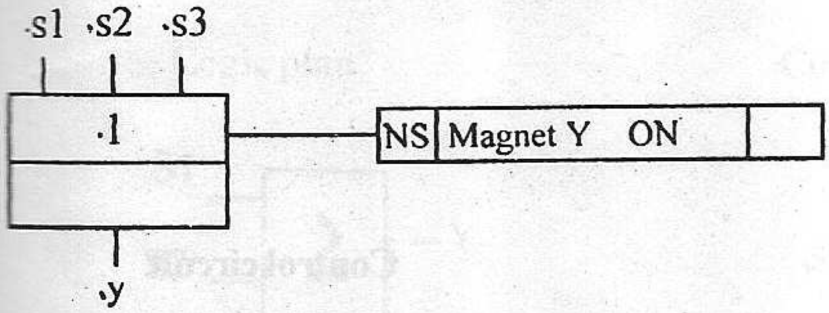
Contact plan



logic plan



Function plan



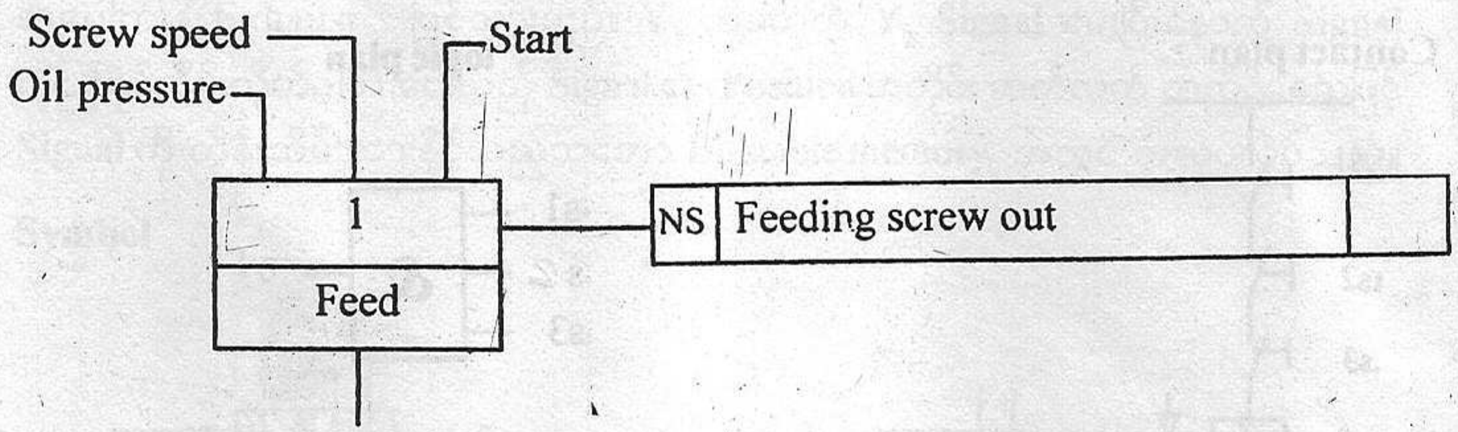
Truth table

s1	s2	s3	y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

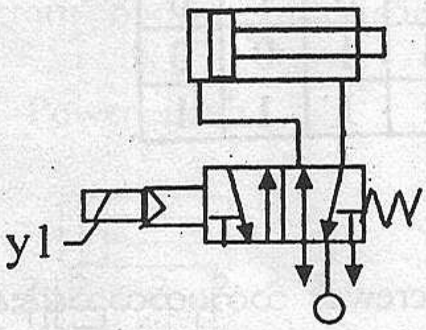
Problem

Extracting Machineတစ်ခုတွင်Extractပြုလုပ်သော Screw၏ သတ်မှတ်လည်နှုန်းနှင့် Hydraulic Oil Pressure သတ်မှတ်ဖိအားရရှိနေသောအချိန်တွင် ခလုပ်နှိပ်ပါက Extract အတွင်းသို့ Feed လုပ်သော Cyliner မှ Extract ပြုလုပ်မည်ဖြစ်သည်။ သတ်မှတ်ချက်တစ်ခုခုပျက်ကွက်နေပါက မည်မျှပင်ခလုပ်နှိပ်စေ Feed Cyliner အလုပ် မလုပ်ရပေ။ ၄င်းလုပ်ငန်းအတွက် Circuit Diagram တစ်ခုတည်ဆောက်ပေးပါ။

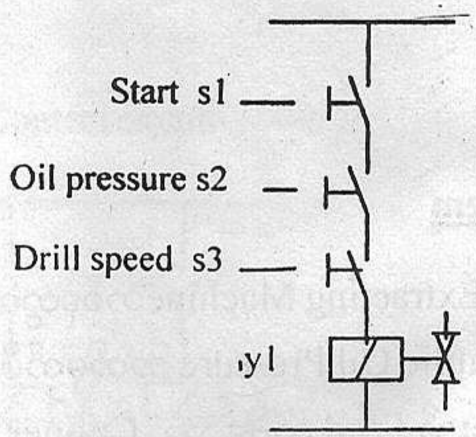
Function chart



Power circuit

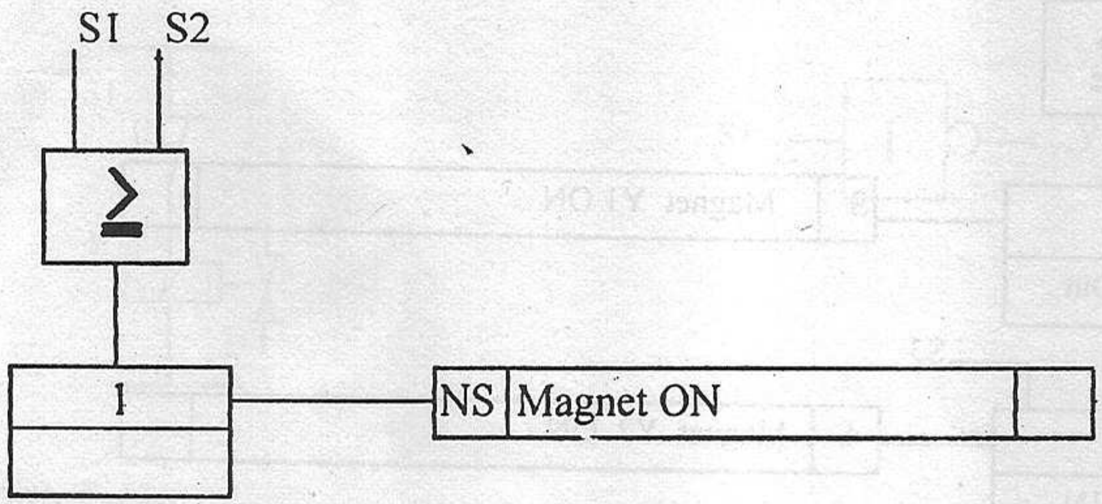


Control circuit

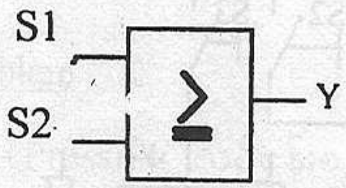


Or Function

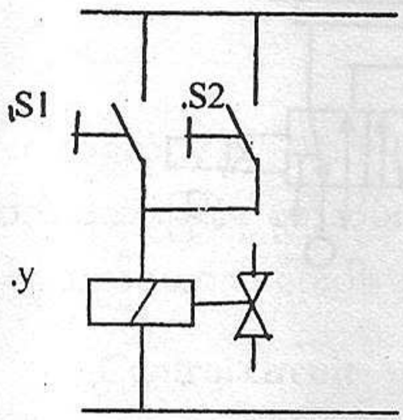
Function chart



Logic plan



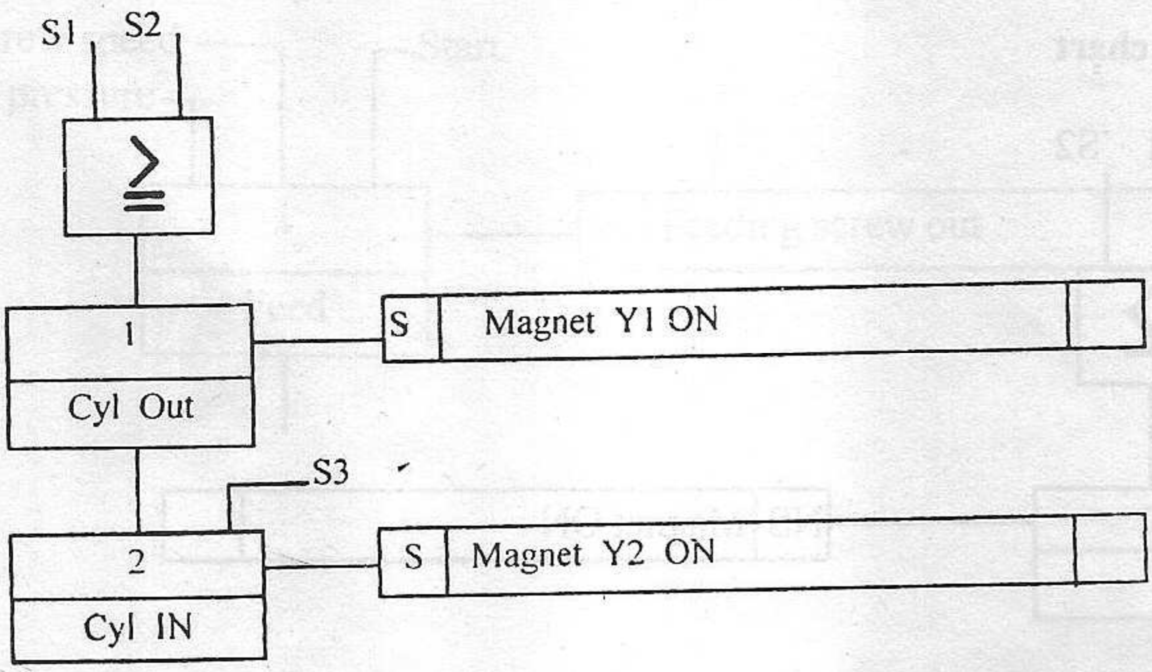
Control circuit



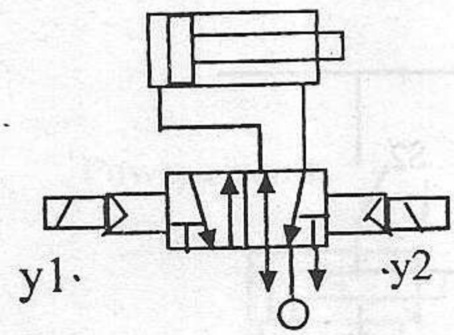
Problem

Double Acting Cylinder တစ်လုံး၏Piston အားခလုပ်နှစ်ခု S_1 နှင့်S_2 အားမည်သည့် ခလုပ် ကို နှိပ်နှိပ်ထွက်စေ၍ အခြားခလုပ် S_3 အားနှိပ်လျှင်ပြန်ဝင်ရန်စီစဉ်ရမည်ဖြစ်သည်။ ၎င်းနှင့်ပတ်သက်၍ လိုအပ်သော Circuit Diagram အားရေးဆွဲပေးပါ။

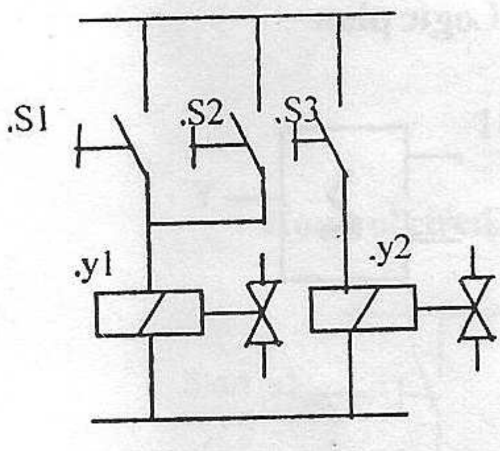
Function Chart



Power circuit

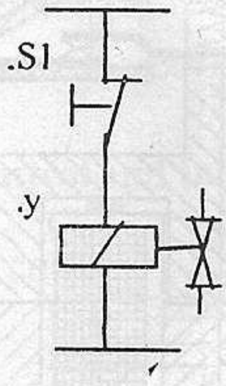


Control circuit

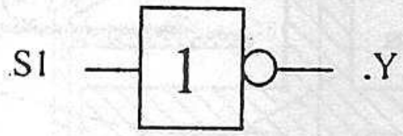


Not Function

Contact Plan



Logic Plan



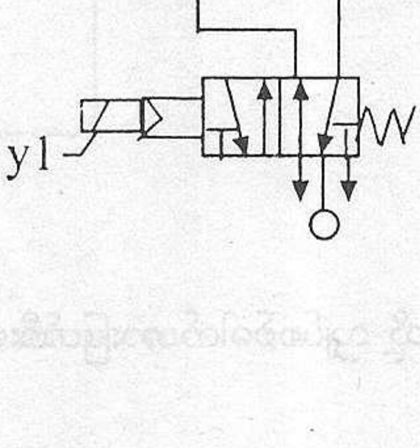
Truth Table

S1	Y
1	0
0	1

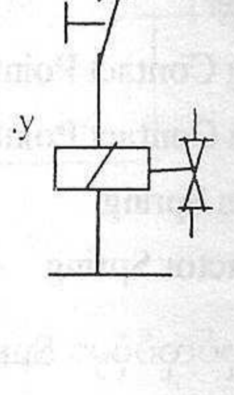
<u>Problem</u>

Pressing လုပ်ငန်းစဉ်တစ်ခုတွင် Cylinder တစ်လုံးသည် Work Piece ကိုအမြဲဖိထားရန်လိုအပ် ပြီး ခလုပ်နှိပ်ပါမှ ၎င်း Cylinder သည် ဖိထားခြင်းမှ ရုတ်သိမ်း ရမည်ဖြစ်သည်။ ၎င်းလုပ်ငန်းစဉ် အ တွက် Circuit Diagram တစ်ခုတည်ဆောက် ပေးပါ။

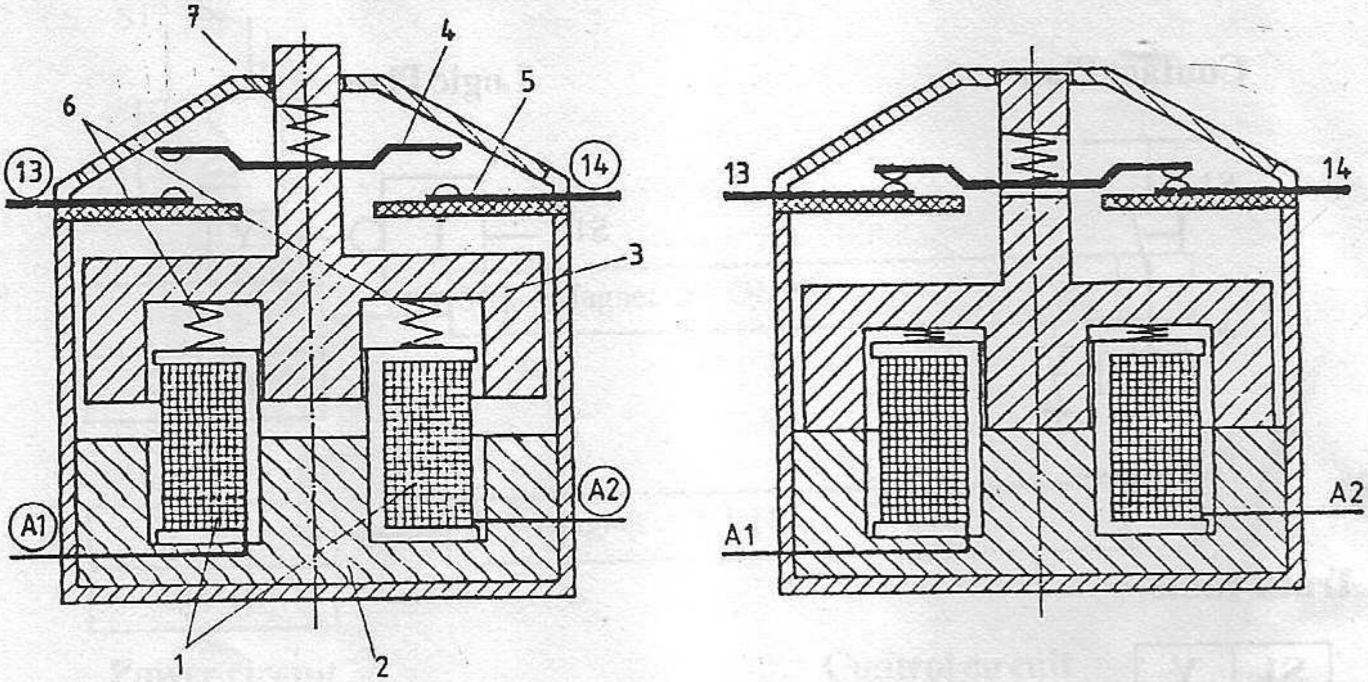
Power circuit



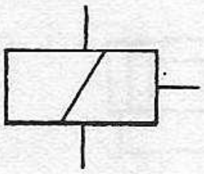
Control circuit



Electro-magnetic Contactor (Relay)



Symbol



Electro Magnetic Contactor ခေါ် Realy သည် · Eletro Magnetic Force ဖြင့် အလုပ်လုပ်သော ခလုပ်တစ်မျိုးပင် ဖြစ်သည်။ ၎င်းတွင်အဓိကအားဖြင့် အောက်ပါပစ္စည်းများဖြင့် ဖွဲ့စည်းထား သည်။

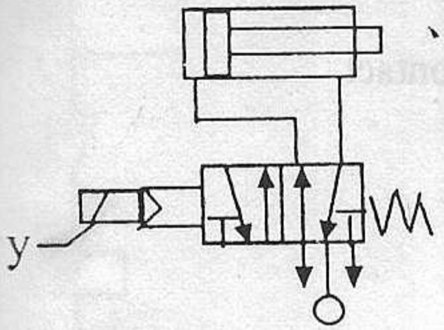
1. **Spule**
2. **Iron Core**
3. **Plunger**
4. **Flying Contact Point**
5. **Death Contact Point**
6. **Return Spring**
7. **Contactor Spring**

အဓိကအလုပ်လုပ်ပုံမှာ **Spule** ခေါ် **Coil** အတွင်းသို့ လျှပ်စစ်ဓါတ်အားဖြတ်စီးစေလျှင်

Iron Core တွင် သံလိုက်စက်ကွင်းများ ဖြစ်ပေါ်လာ၍ Plunger ကိုဆွဲလေသည်။ Plunger သည် Flying Contact နှင့် ဆက်ထားသဖြင့် ၎င်းပါ ဆက်လက်လှုပ်ရှားသည်။ ၎င်း Flying Contact သည် Death Contact နှင့်သွားရောက်ထိ၍ ဆက်သွယ်မိသောအခါ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားဖြတ် စီးလေသည်။ Normally Closed Contact ဖြစ်ပါကလည်းထိုအချိန်တွင် Contact များ ကွာသွားကာ လျှပ်စစ်စီးကြောင်း ပြတ်သွားမည် ဖြစ်သည်။

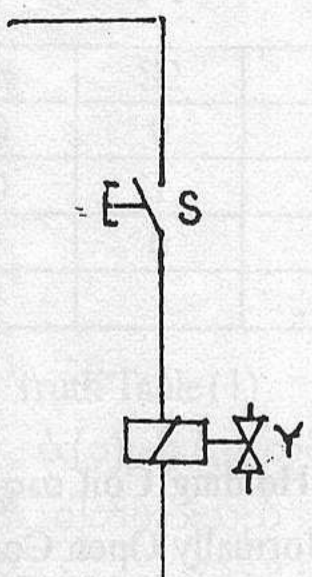
Direct Control and Indirect Control

Power Circuit

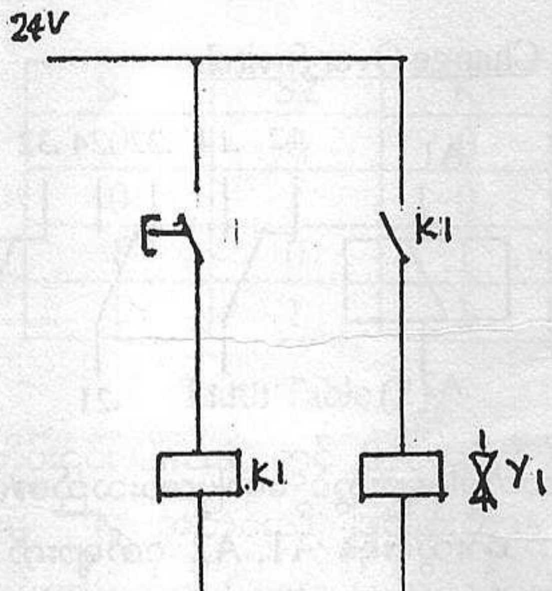


Control Circuit

Direct Control

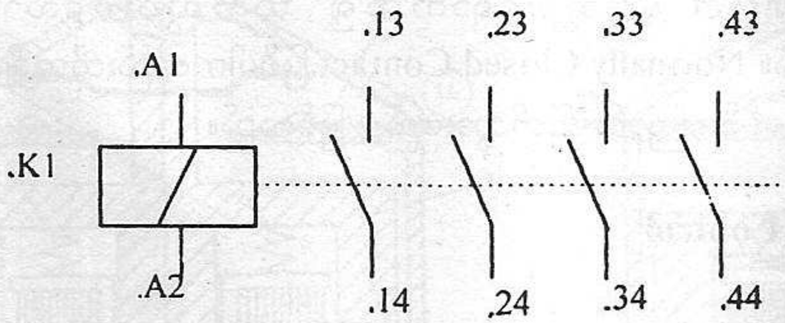


Indirect Control

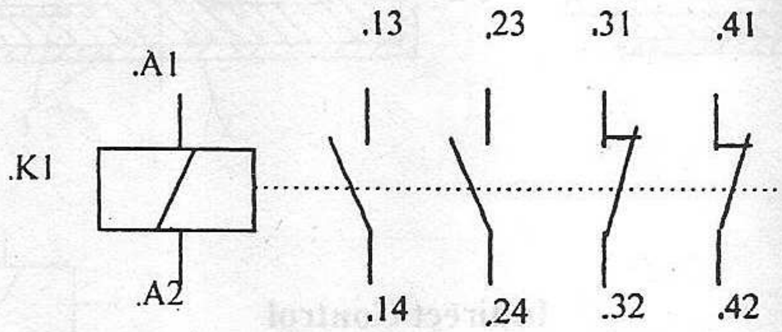


Type of Electro-magnetic Contactor (Relay)

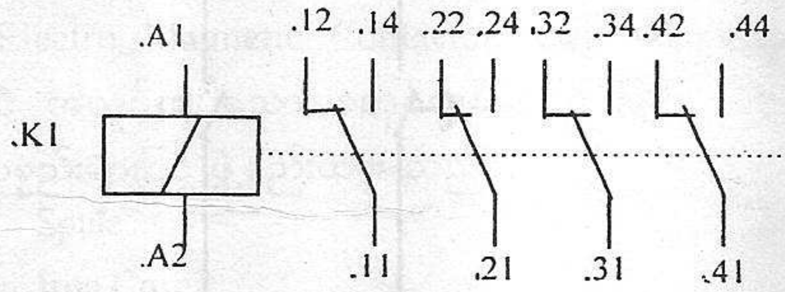
Relay with 4 Normally Open Contact



Relay with 2 Normally Open and 2 Normally Closed Contact



Relay with Change Over Switch

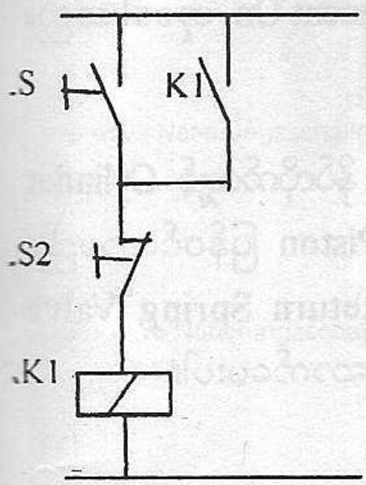


အထက်ပါပုံများတွင် ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း Relay ၏ Holding Coil အတွင်းသို့ လျှပ်စစ် ဓာတ်အားသွင်းရန် A1, A2 ငုတ်များကို အသုံးပြုသည်။ Normally Open Contact များအတွက် Connection ငုတ်များကို 3 နှင့် 4 အမှတ်အသားပြုပြီး Normally Closed Contact များအတွက် Connection ငုတ်ကို 1 နှင့် 2 ဟုအမှတ်အသားပြုသည်။ ရှေ့တွင်ရှိသော 1, 2, 3 စသည့်အမှတ်အသားများမှာ Contact စုံတွဲများ၏ အမှတ်အသားများဖြစ်သည်။ Change over Switch ဖြင့်လည်း Relay များကို တည်ဆောက်ထားသည်။ Change over Switch ဖြင့်တည်ဆောက်ထားသော Relay များတွင် Contact ၏ Connection ငုတ်များကို 11, 12, 14

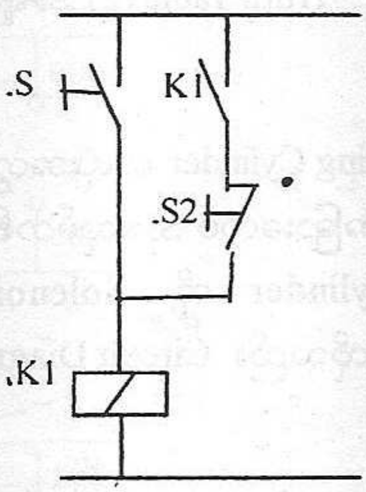
စသဖြင့် အတွဲလိုက်ဖော်ပြလေ့ရှိသည်။ ရှေ့တွင်ရှိသော 1, 2, 3 စသည်တို့သည် Contact တို့၏ အတွဲသင်္ကေတဖြစ်ပြီး နောက်တွင် ဖော်ပြထားသော သင်္ကေတတို့မှ 1 နှင့် 2 သည် Normally Closed 1 နှင့် 4 သည် Normally Open ဖြစ်သည်။

Self Holding Circuit

Bi-stable memory control



ပုံ (၁)



ပုံ (၂)

S1	S2	K
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

Truth Table (1)

S1	S2	K
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

Truth Table (2)

ပုံ (၁) နှင့် (၂) တွင်ပြထားသည့် အတိုင်းငင်း Circuit တွင် S_1 ခလုပ်ကို နှိပ်လိုက်ပါက လျှပ်စစ် ဓါတ်အားသည် S_1 မှ Relay K_1 အတွင်းသို့ ဖြတ်စီးကာ Relay ကို အလုပ်လုပ်စေသည်။ ထို Relay အလုပ်လုပ်သောအခါ Contact အလုပ်လုပ်သဖြင့် K_1 Contact သည်ပိတ်သွားကာ ၎င်းမှတဆင့် K_1 အတွင်းသို့ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ဖြတ်စီးသွားစေနိုင်စေသည်။ S_1 ခလုပ်ကို ပြန်လွှတ်လိုက်ပါက K_1 Contact မှ တဆင့် Relay ၏ Holding Coil အတွင်းလျှပ်စစ်ဓာတ်အားဆက်စီးနေသဖြင့် K_1 အလုပ်ဆက်လုပ်မည်။ K_1 Contact လည်း ကွာသွားမည်မဟုတ်ပေ။ S_2 ခလုပ်ကိုနှိပ်လိုက်ပါက

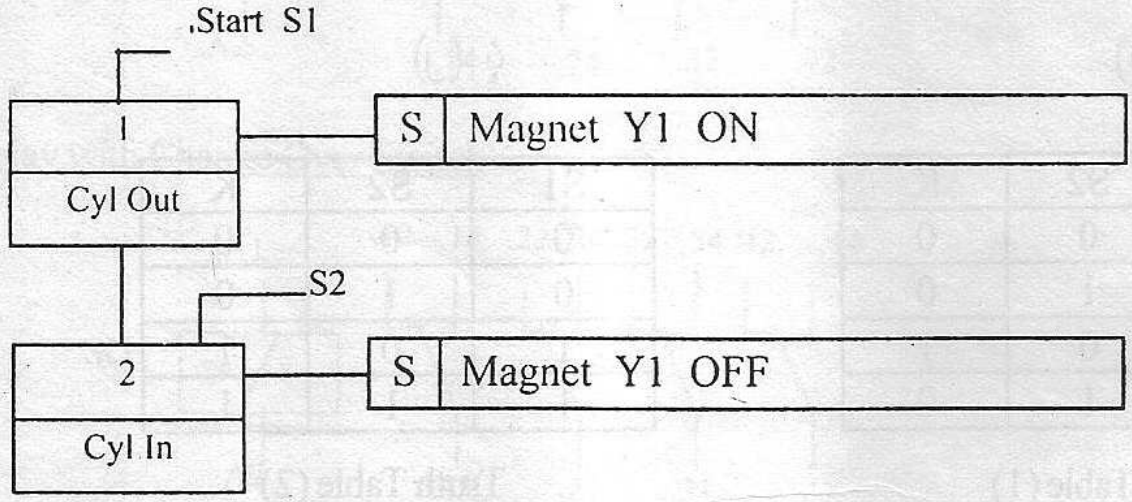
K_1 Contact မှတဆင့် Solenoid Coil အတွင်း စီးနေသော လျှပ်စစ်သည် S_2 နေရာမှ ပြတ်သွားသဖြင့် K_1 Contact သည် ကွာသွားကာ K_1 off ဖြစ်သွားသည်။

အထက်ပါ Circuit နှစ်မျိုးတွင် ပုံ (၁) သည် S_1 နှင့် S_2 တပြိုင်တည်းနှိပ်ပါက K_1 တွင် Signal ပြတ်သွားကြောင်းကို Truth Table (1) အရပြသည်။ ထို့ကြောင့်၎င်းကို Domenent Off ဟုခေါ်၍ ပုံ (၂) တွင် S_1 နှင့် S_2 တပြိုင်တည်းနှိပ်ပါက K_1 တွင် Signal ဆက် ရနေကြောင်းကို Truth Table (2) အရပြသဖြင့် ၎င်းကို Domenent On ဟုခေါ်သည်။

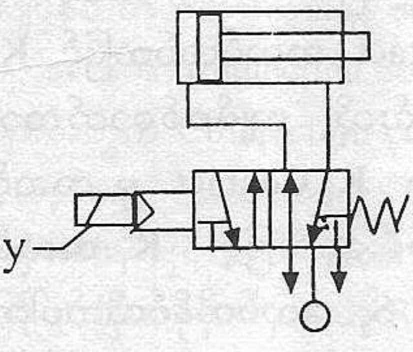
Problem

Double Acting Cylinder တလုံးအတွက် S_1 ခလုပ်တစ်ခုကို နှိပ်လိုက်လျှင် Cylinder Piston ထွက်လာ၍အခြားခလုပ် S_2 ခလုပ်တစ်ခုကို နှိပ်လိုက်ပါက Piston ပြန်ဝင်လာမည်။ Double Acting Cylinder ကို Solenoid Control with Return Spring Valve ကိုအသုံးပြုမောင်းနှင်လိုသည်။ Circuit Diagram တစ်ခုကို တည်ဆောက်ပေးပါ။

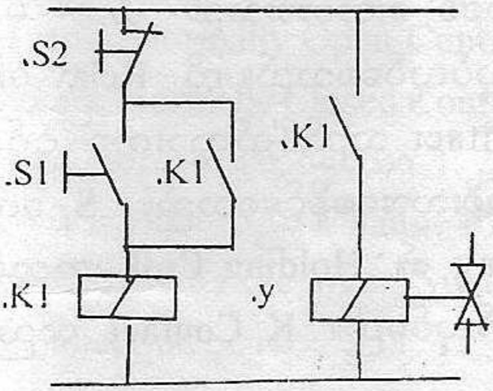
Function Chart



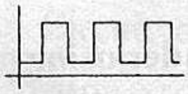
Power Circuit



Control Circuit



Binäre Sensoren



1 Magnetische Näherungsschalter

2 Induktive Näherungsschalter

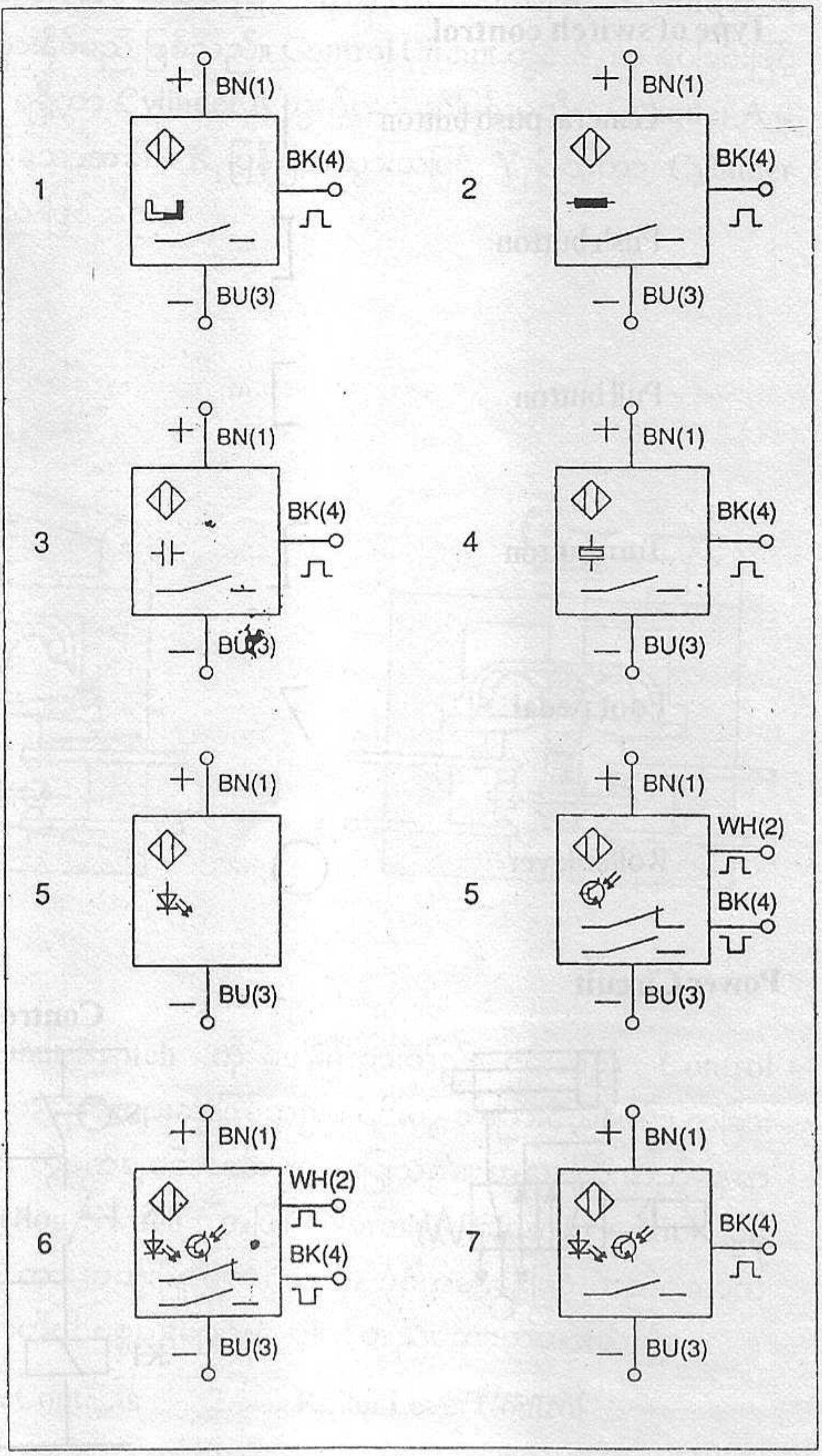
3 Kapazitive Näherungsschalter

4 Ultraschall-Näherungsschalter

5 Einweg-Lichtschranke

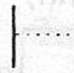
6 Reflex-Lichtschranke

7 Reflex-Lichttaster

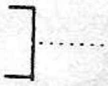


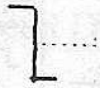
Automatic Return Control of Double Acting Cylinder using a limit switch

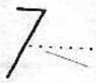
Type of switch control

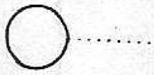
General push button 

Push button 

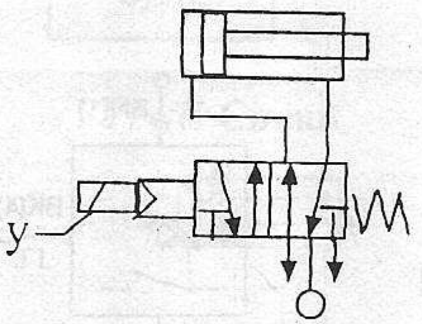
Pull button 

Turn button 

Foot pedal 

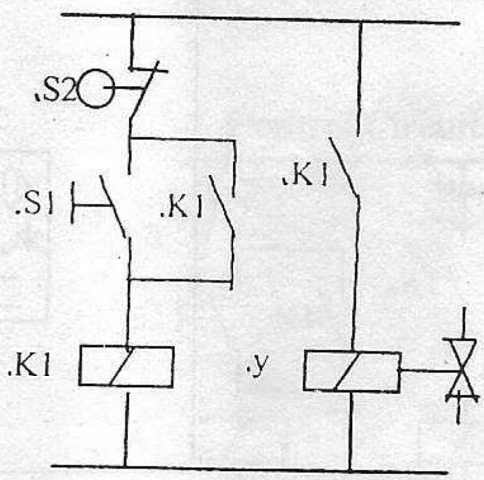
Roller lever 

Power Circuit



.S2

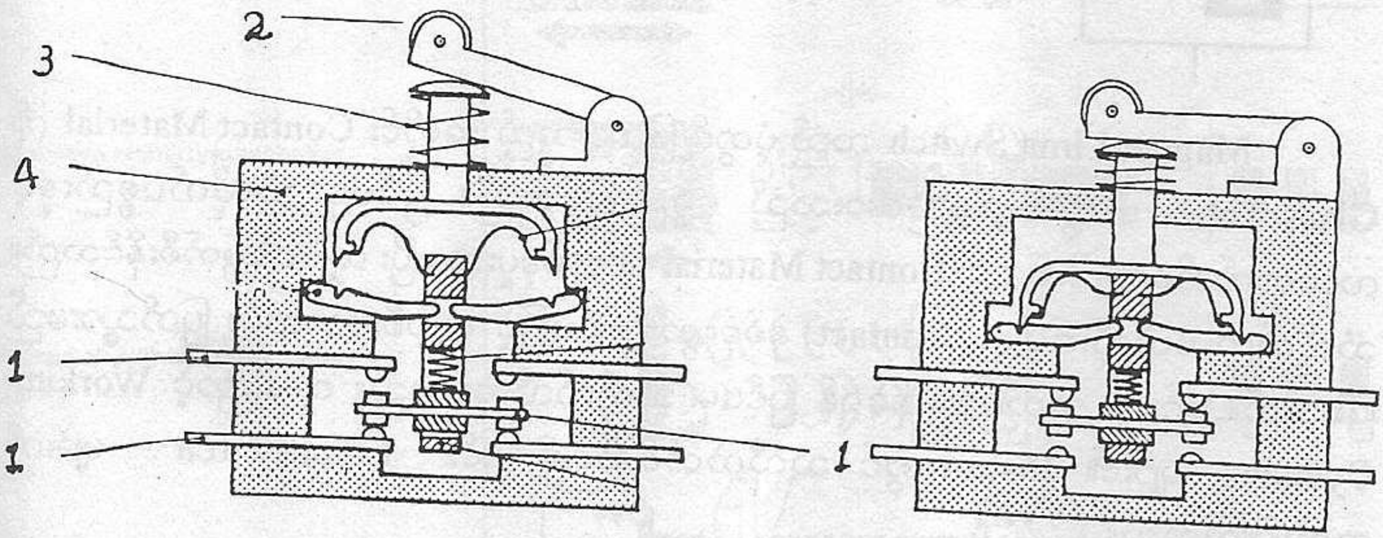
Control Circuit



အထက်ပါ Circuit တွင် Limit Switch S_2 ကို Double Acting Cylinder A ၏ Forward end Positon တွင် တပ်ထားသည်။ ထိုသို့တပ်ထားသဖြင့် Cylinder A အဆုံးထွက်လာလျှင် S_2 ကိုသွားနှိပ်မည် ဖြစ်သည်။ Control Circuit တွင် S_1 ကို နှိပ်ခြင်းဖြင့် K_1 အလုပ်လုပ်ပြီး Y_1 Signal ရရှိကာ Cylinder A ထွက်လာမည်ဖြစ်သည်။ Cylinder A မှ Limit Switch S_2 ကို ဖိလိုက်သောအခါ K_1 ပြန်ပြတ်သွားသဖြင့် Y_1 ပြတ်ကာ Cylinder အလိုအလျောက်ပြန်ဝင်လာမည် ဖြစ်သည်။

Sensors

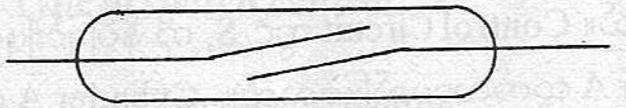
Mechanical Limit Switch

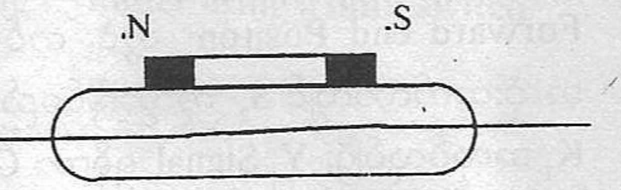


ပုံတွင် Mechanical Limit Switch ကို ဖော်ပြထားသည်။ ၎င်းသည် Control Technology လုပ်ငန်းများတွင် အသုံးအများဆုံးဖြစ်သည်။ ၎င်းကို သီးခြားသော်၎င်း၊ အခြား Proximity Switch များနှင့်၎င်း တွဲဖက်၍သော်၎င်း အသုံးပြုသည်။ အရေးကြီးသည့်နေရာများတွင် ၎င်းကို Final Protection Switch အဖြစ် Normally Closed Position ဖြင့် ကျန်ခလုပ်များနှင့် Series ဆက်ကာ အသုံးပြုလျှက်ရှိသည်။ ပုံစံအမျိုးမျိုးဖြင့် တည်ဆောက်ထားကာ အဓိက အားဖြင့် အောက်ပါ ပစ္စည်းများဖြင့် ပါဝင်တည်ဆောက်ထားသည်။

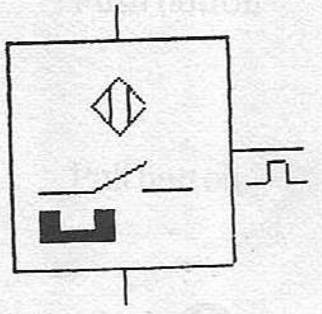
1. Flying and Death Contacts
2. Roller Lever Control
3. Return Spring
4. Housing

Magnet Limit Switch





Symbol



Magnet Limit Switch သည် ပုံတွင် ပြထားသည့် အတိုင်း Contact Material ကို Glass Tube အတွင်း တည်ထားသည့် ပစ္စည်းဖြစ်သည်။ ပြင်ပမှ သံလိုက်ပစ္စည်းနှင့် လာရောက်ထိတွေ့ပါက ၎င်း Contact Material များနှစ်ခုပူးသွားပြီး လျှပ်စစ်ဖြတ်စီးနိုင်သည်။ သံလိုက်ကို ဖယ်လိုက်ပါက Contact နှစ်ခုကွာသွားသဖြင့် လျှပ်စီးပတ်လမ်း ပြတ်သွားမည် ဖြစ်သည်။ ၎င်းကို အလုပ်လုပ်နိုင်ရန် ပြင်ပမှ သံလိုက်လိုအပ်သည်။ ထို့ကြောင့် Working Cylinder များ၏ Piston တွင် သံလိုက်တပ်ဆင်၍ ၎င်း LimitSwitch များကို အသုံးပြုကြသည်။

Proximity Switches

Binäre Sensoren

Magnetische Näherungsschalter

Induktive Näherungsschalter

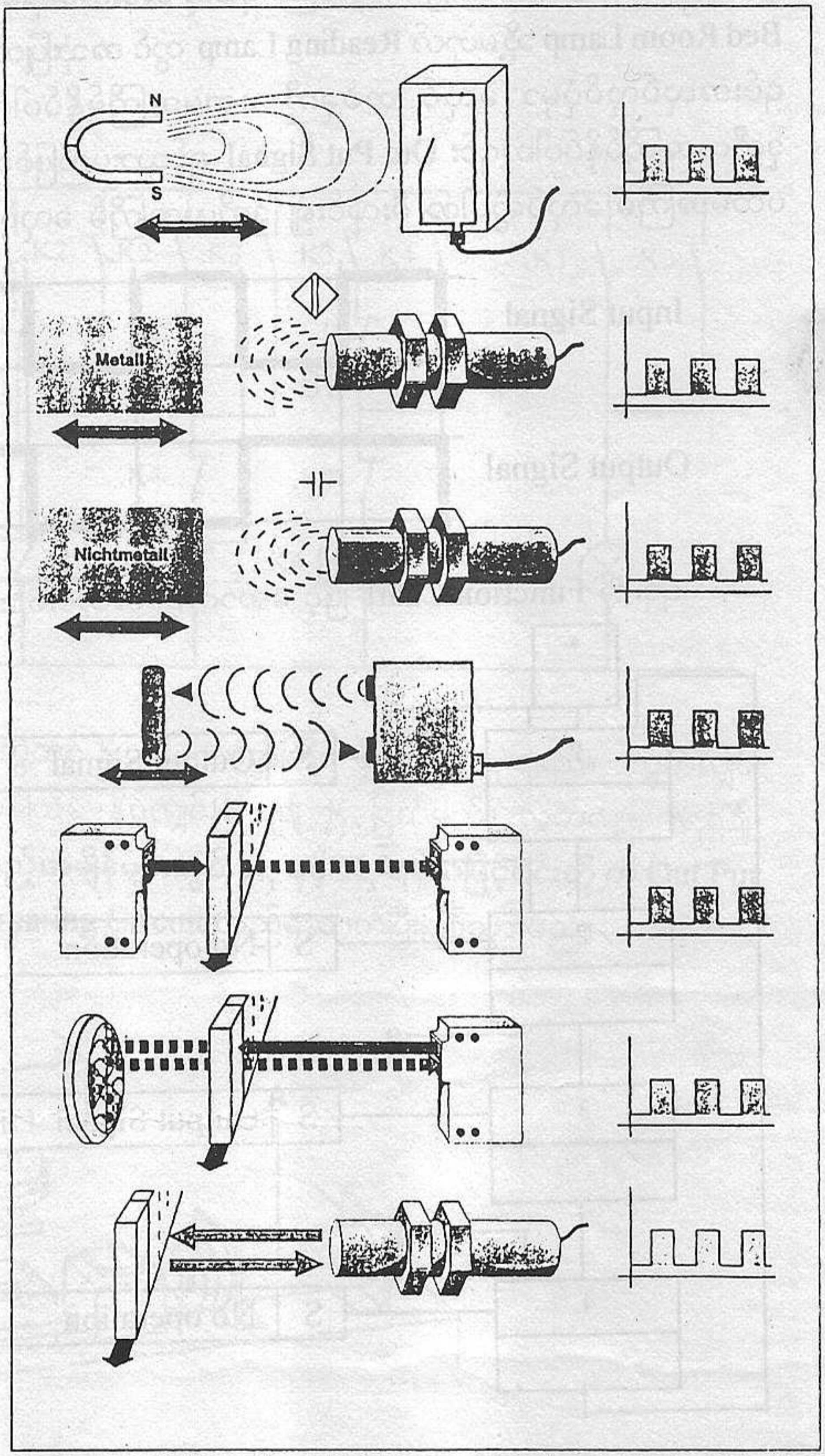
Kapazitive Näherungsschalter

Ultraschall-Näherungsschalter

Einweg-Lichtschranken

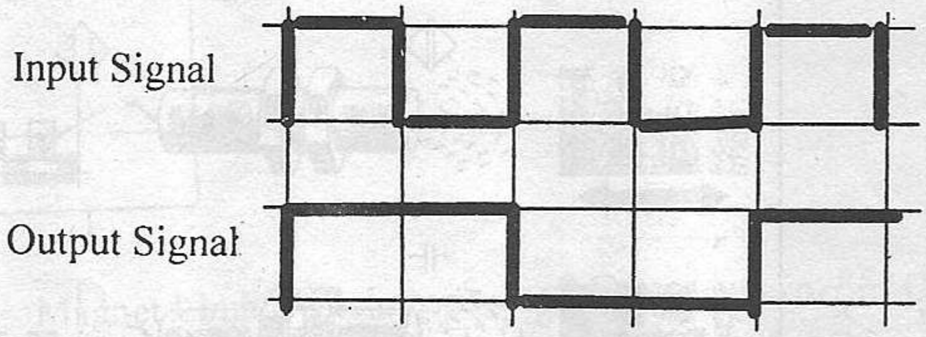
Reflex-Lichtschranken

Reflex-Lichttaster

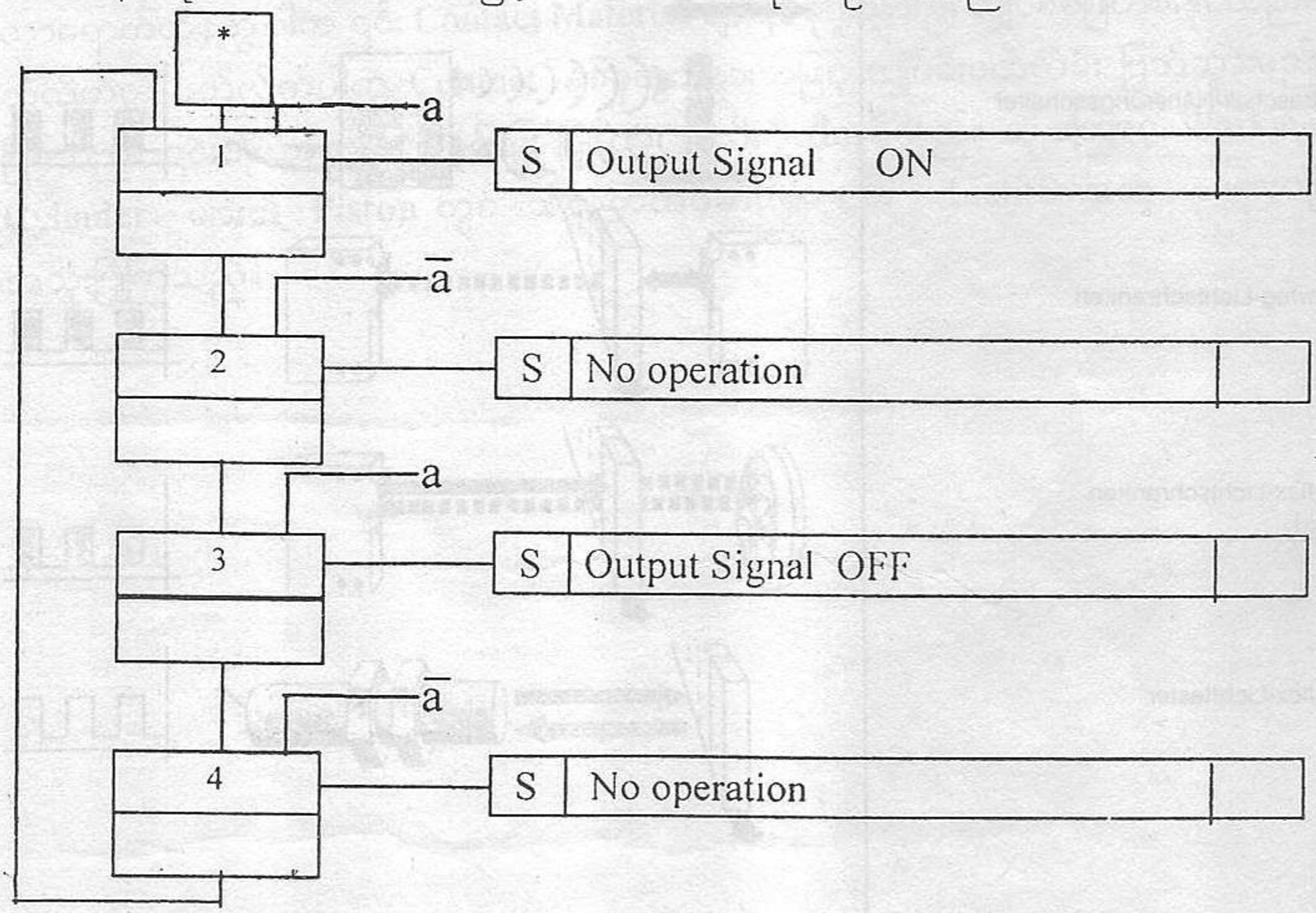


Sequential Control

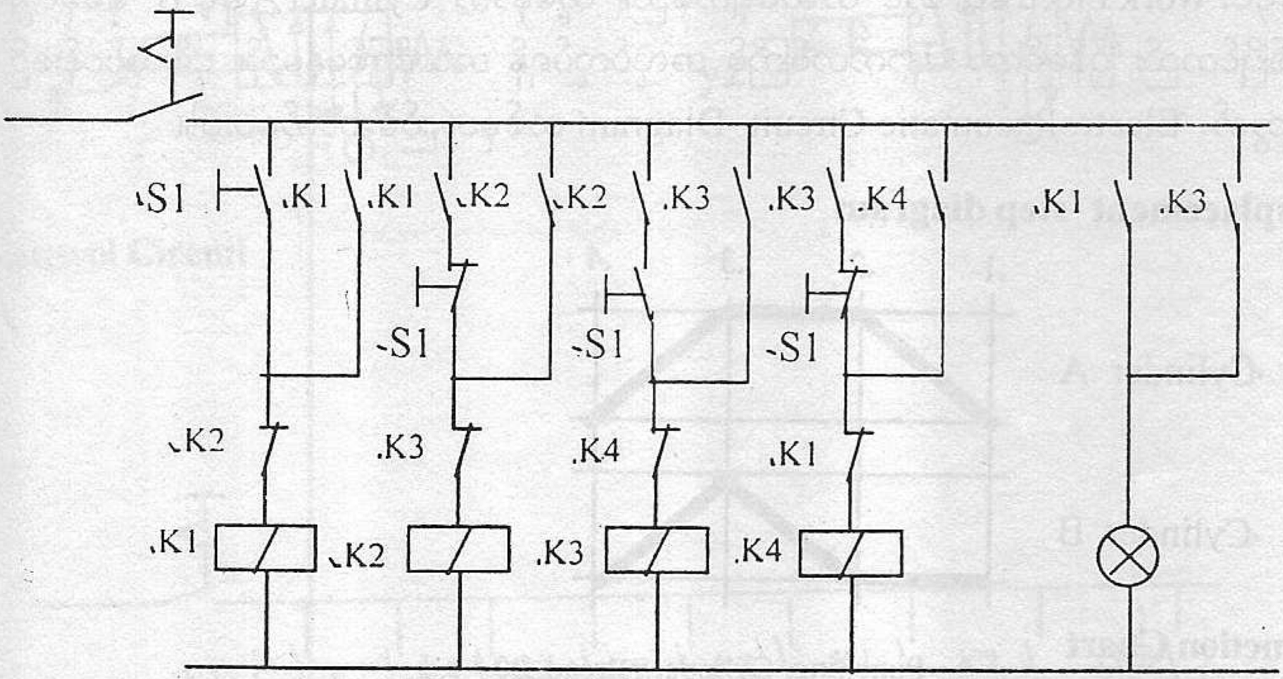
Sequential Control လေ့လာရာတွင် အခြေခံအကျဆုံးနှင့် အရေးကြီးဆုံး Circuit မှာ Alternating Circuit ဖြစ်လေသည်။ ၎င်းကို အနီးကပ်ဆုံးနှင့် အလွယ်ကူဆုံး ဥပမာပြရလျှင် Bed Room Lamp သို့မဟုတ် Reading Lamp တွင် အသုံးပြုထားသည့် Control ပုံစံဖြစ်သည်။ ၎င်းအလုပ်လုပ်ပုံမှာ ခလုပ် တစ်ခုကို ပထမအကြိမ်နှိပ်ပါက Out Put Signal ရရှိ၍ ဒုတိယအကြိမ်နှိပ်ပါက၎င်း Out Put Signal ရပ်သွားမည်ဖြစ်သည်။ ဆိုလိုသည်မှာ မီးခလုပ်၌ ပထမအကြိမ် ခလုပ်ဆွဲပါက မီးလင်း၍ ဒုတိယအကြိမ် ခလုပ်ဆွဲပါက မီးပိတ်သွားမည်။



၎င်းကို Function Chart ဖြင့် အောက်ပါ အတိုင်းစဉ်းစားသည်။

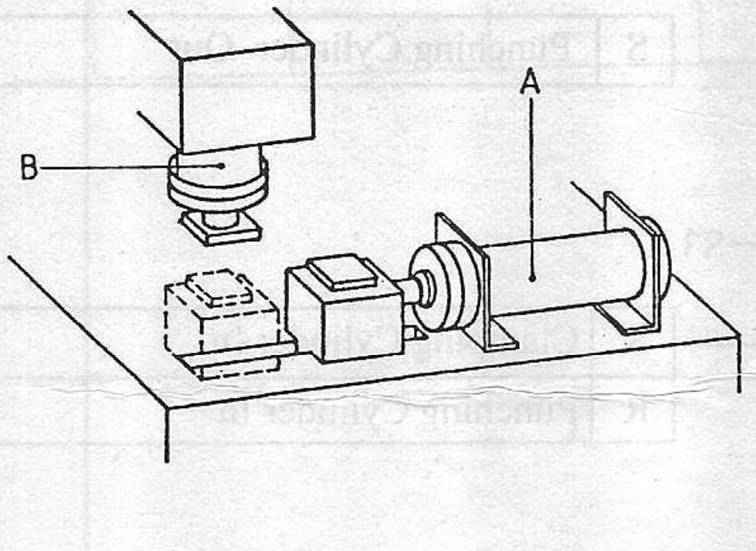


အဆင့်တစ်ခုစီ အတွက် Bi-stable Memory တစ်ခုကိုအသုံးပြုပါက Bi-stable (၄) ခု ရရှိမည် ဖြစ်သည်။ Bi-stable Memory တစ်ခုစီကို Sequential စီလိုက်ပါက အောက်ပါ အတိုင်းရရှိမည်။



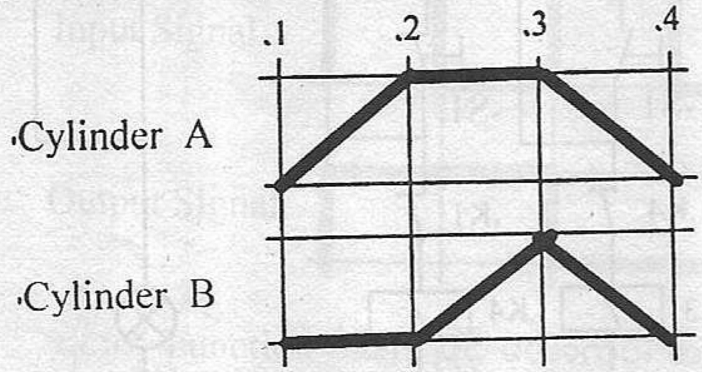
အထက်ပါ Circuit အတွဲတွင် S_1 ကိုပထမအကြိမ် နှိပ်ပါက K_1 ရမည်။ လွှတ်လျှင် K_1 ပြတ်၍ K_2 ရမည်။ နောက်တစ်ကြိမ် နှိပ်လျှင် K_3 ရ၍ K_2 ပြတ်မည်။ လွှတ်လျှင် K_4 ရ၍ **K_3 ပြတ်မည်ဖြစ်သည်။ S_1 နှိပ်သည့်အချိန်များတွင် K_1 နှင့် K_3 ရရှိသဖြင့်၎င်းတို့ကို Out Put ကို Set နှင့်ပြုလုပ်ခိုင်းပါက Alternating Circuit တည်ဆောက်ပြီးဖြစ်သွားမည်။**

Problem **Lageplan**

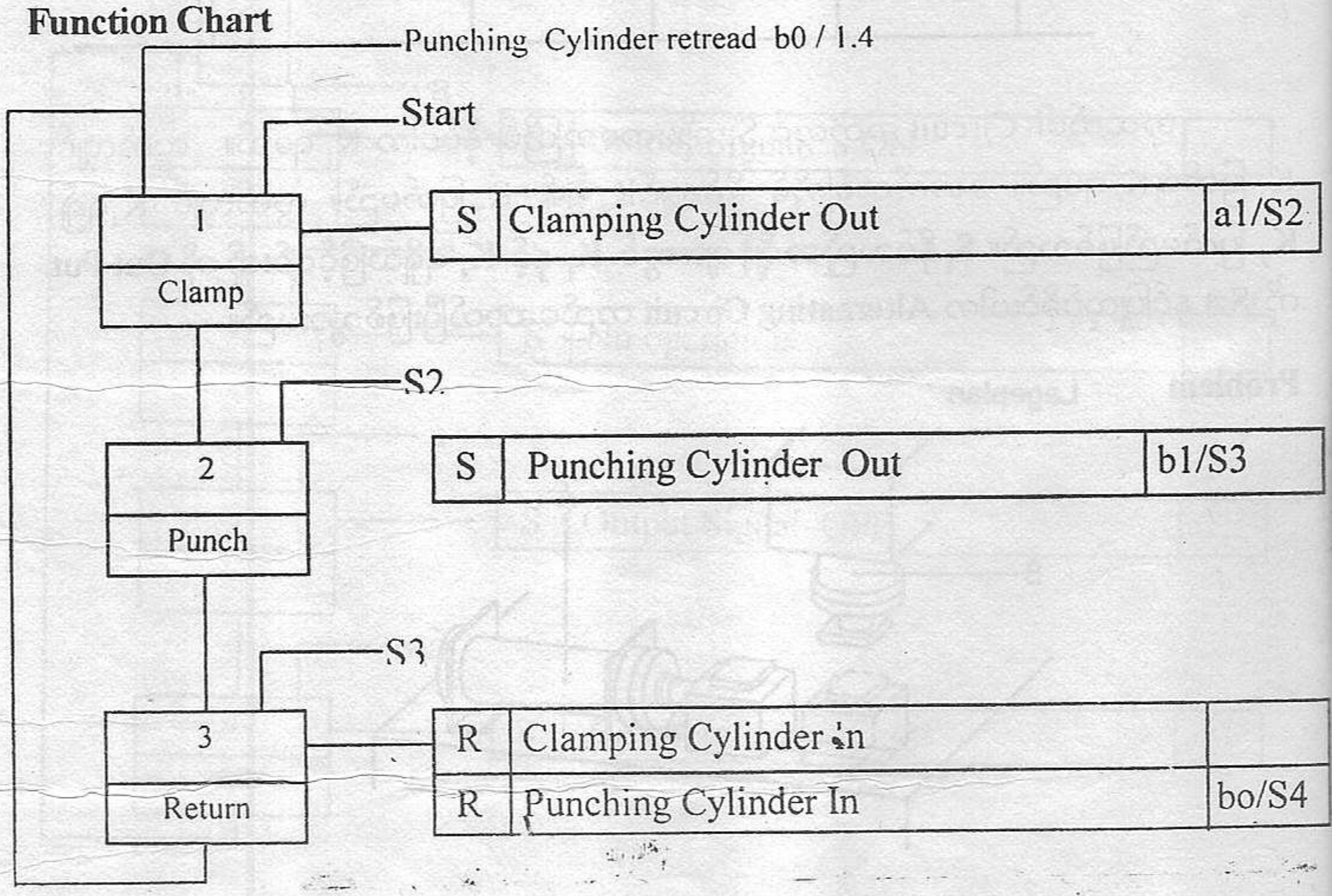


ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်းDouble Acting Cylinder နှစ်လုံးဖြင့် တံဆိပ်ရိုက်မည့် စက်တစ်လုံး ပြုလုပ်လိုသည်။ ခလုပ်တစ်ချက်နှိပ်ပါက Cylinder Aသည်Magazine အတွင်းမှ Work Pieceတစ်ခုကိုတွန်းထုပ်ကာ စက်ခုံတွင်ဖိ၍ညှပ်ထားမည်။ ထို့နောက် Cylinder B ဖြင့်၄င်း Work Piece ပေါ်တွင် တံဆိပ်ရိုက်မည်။ ထို့နောက် Cylinder A နှင့် B နှစ်ခုလုံး တစ်ပြိုင်တည်း ပြန်ဝင်ကာ နောက်တစ်ကြိမ် အလုပ်လုပ်ရန် အသင့်ဖြစ်နေမည်။ ၄င်းလုပ်ငန်းစဉ် အတွက် ElectroPneumatic Circuit Diagram တစ်ခုတည်ဆောက်ပေးပါ။

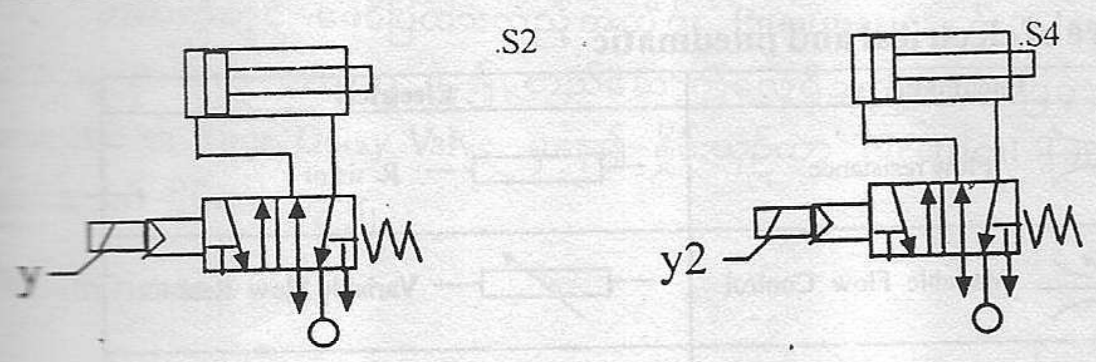
Displacement -step diagram



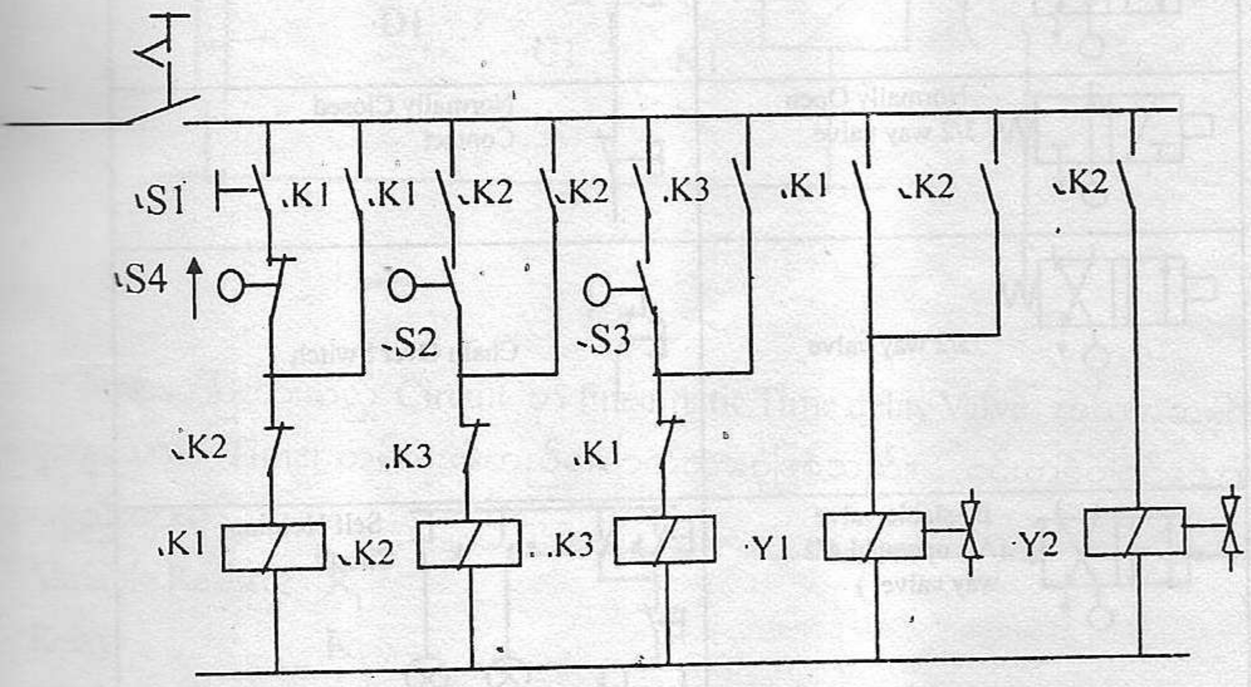
Function Chart



Power Circuit

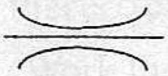
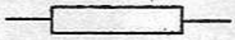
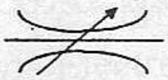
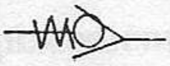
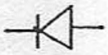
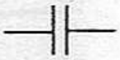
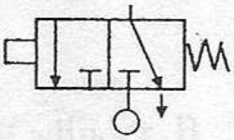
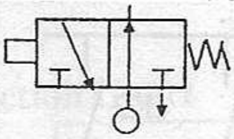
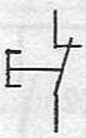
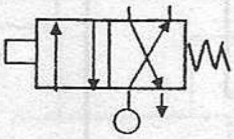
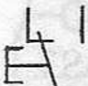
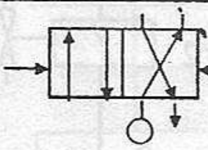
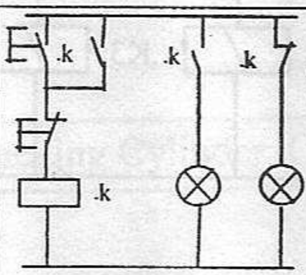
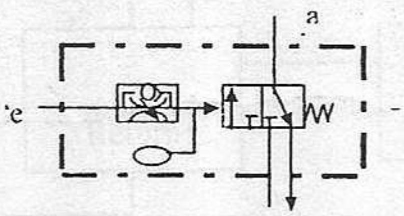
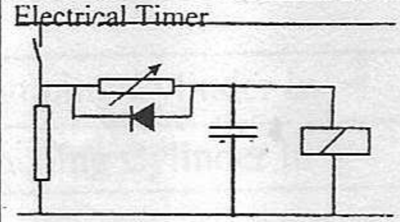


Control Circuit



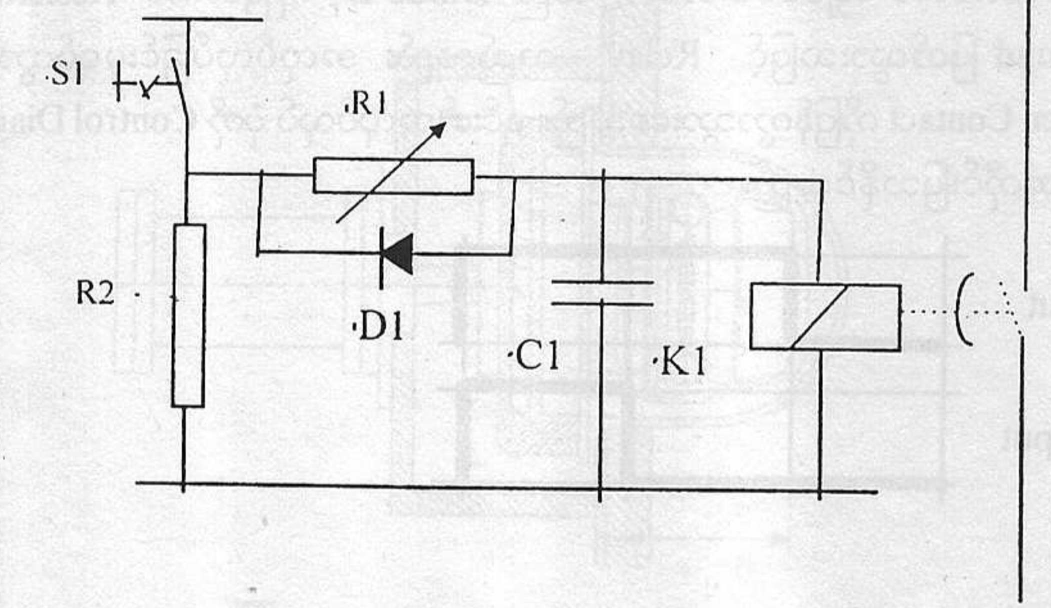
Time dependent control

Compare of electrical and pneumatic

Pneumatic	Electrical
 Flow resistance	 Resistor
 Variable Flow Control	 Variable Flow Resistor
 Check valve	 Diode
 Air Pressure Capacitor	 Capicator
 Normaily Closed 3/2 Way valve	 Normally Open Contact
 Normally Open 3/2 way valve	 Normally Closed Contact
 5/2 way valve	 Chain Over Switch
 Bi-stable valve (Air operated 4/2 way valve)	 Self Holding Circuit
Time Delay Valve 	Electrical Timer 

အထက်တွင် ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း Pneumatic နှင့် Electrical တွင် သဘောတရားအယူ အဆတူ ယူ၍ တည်ဆောက်လေ့ရှိသည်။ ဖော်ပြခဲ့သည့်အတိုင်း Pneumatic ၏ Time Delay Valve မှနေ၍ နှိုင်းယှဉ်ကာ Electrical Timer တလုံးကို တည်ဆောက် နိုင်လေသည်။

Delay on timer

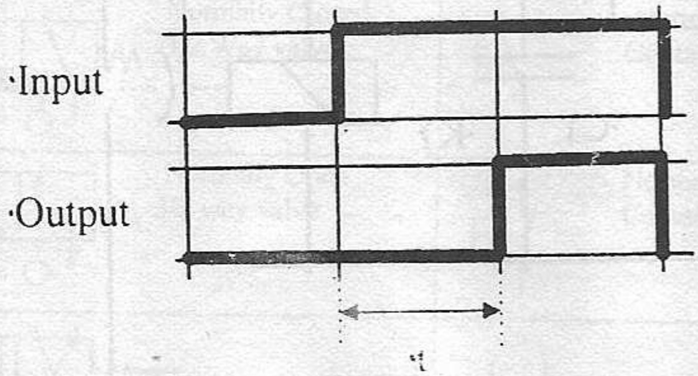


ပုံတွင်ဖော်ပြထားသည့် Circuit မှာ Pneumatic Time delay Valve အယူအဆနှင့် ထပ်တူကျသော Timer တစ်လုံး၏တည်ဆောက်ထားပုံဖြစ်သည်။ ၎င်းတွင်ပါဝင်သော အစိတ်ပစ္စည်းများမှာ

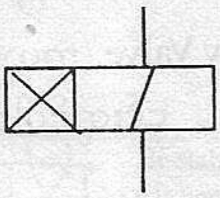
Variable Resistor	R_1
Relay	K_1
Diode	D_1
Capacitor	C_1
Resistor	R_2 တို့ပါဝင်သည်။

၎င်း၏ အလုပ်လုပ်ပုံမှာခလုပ် S_1 ကိုနှိပ်လိုက်လျင် S_1 မှလာသောလျှပ်စစ်ဓါတ်အားသည် Diode D_1 မှပိတ် ထားသဖြင့် Variable Resistor R_1 ကိုဖြတ်၍ Capacitor C_1

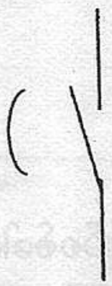
ကိုလျှပ်စစ်ဓါတ်အား Charge လုပ်သည်။ Capacitor လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပြည့်လာသည်နှင့် Relay K_1 ကိုဆွဲရန် Voltage လုံလောက်စွာရရှိလာလျှင် K_1 အလုပ်လုပ်၍ Normally Open Contact ကိုအလုပ်လုပ်စေသည်။ ထိုလုပ်ငန်းစဉ်တွင် K_1 အလုပ်လုပ်ရန်လိုအပ်သည့် Voltage ပြည့်စေရန် Variable Resistor R_1 မှဖြတ်၍ C_1 သို့လျှပ်စစ်ဓါတ်အားဖြည့်ပေးရသဖြင့် အချိန်တခုစောင့်ရလေ သည်။၎င်းစောင့်ရသည့် အချိန် ပမာဏမှာ Resistor R_1 တန်ဖိုးနှင့် Capacitor C_1 တန်ဖိုးတို့အပေါ်တွင် မူတည်နေသည်။ S_1 ကိုပြန်လွှတ်လိုက်လျှင် Capacitor C_1 မှသိုလှောင်ထားသော လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သည် Diode D_1 ကိုဖြတ်ကာ Resistor R_2 မှတဆင့် Ground ဖြတ်သွားသဖြင့် Relay သည်လည်း အလုပ်လုပ်ခြင်းမှရပ်သွားကာ Normally Open Contact ကိုပြန်ကွာသွားစေသည်။ ၎င်း၏အလုပ်လုပ် ပုံကို Control Diagram ဖြင့်အောက်ပါအတိုင်းပြသနိုင်သည်။

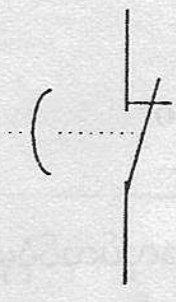


Symbol

K 

Solenoid Coil for Delay on Timer

K 

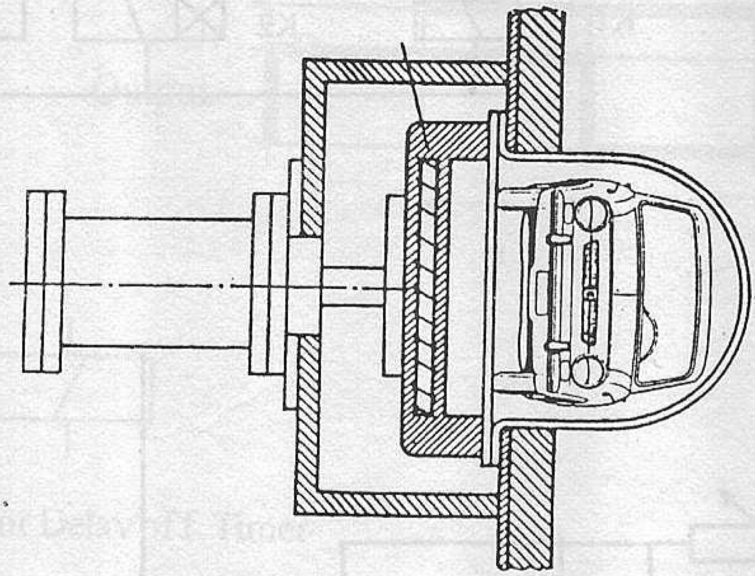
K 

-Normally open contact for Timer

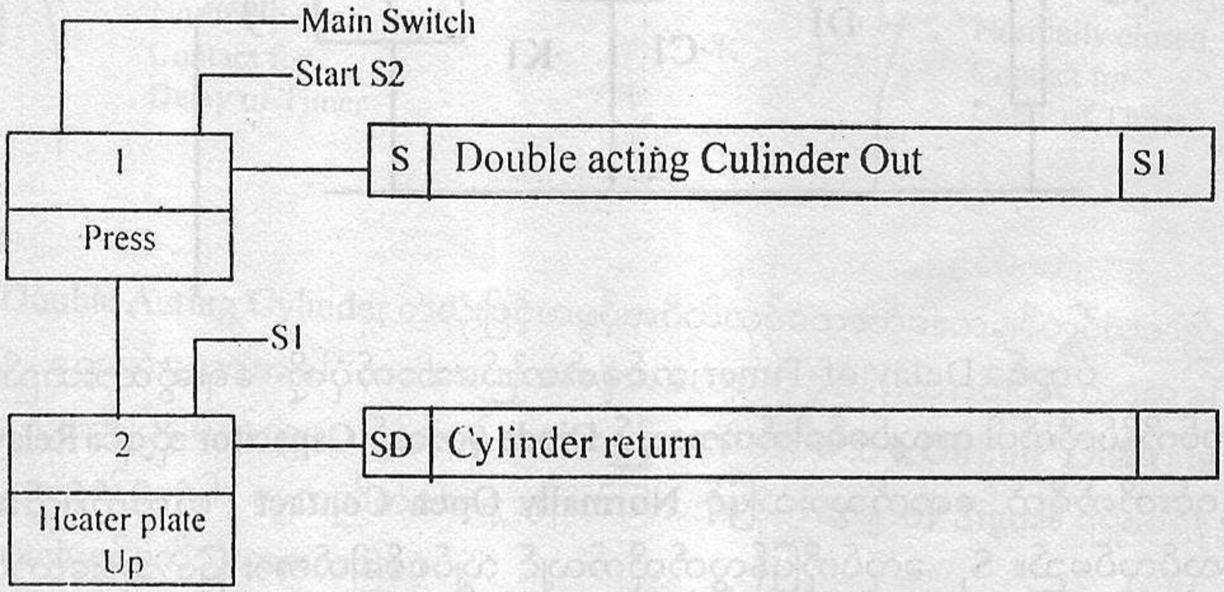
-Normally Closed contact for Timer

Problem

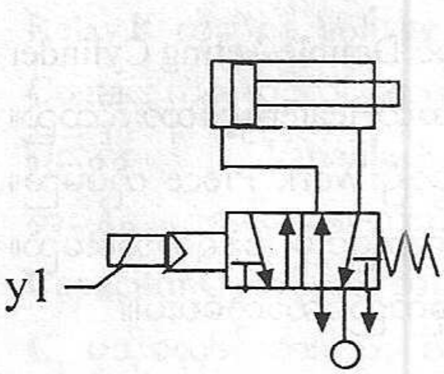
Konstoff Material ဖြင့်Packing ပြုလုပ်သောစက်တစ်လုံးတွင် Double Acting Cylinder တစ်လုံးဖြင့်Konstoff Pach Box နှင့် Cover တို့ကိုအချိန်တစ်ခုအထိHeaterဖြင့်ဖိထားလိုသည်။ S_2 ခလုပ်ကိုနှိပ်ခြင်းဖြင့်Double Acting Cylinder ထွက်လာပြီးWork Piece ကိုဖိမည်။ ထို့နောက်ချိန်ထားသောအချိန်ရောက်လျှင် အလိုအလျောက်ဖိထားခြင်းမှ ပြန်ရုတ်သိမ်းမည်။ လိုအပ်သော Electro Pneumatic Circuit Diagram တစ်ခုတည်ဆောက်ပေးပါ။

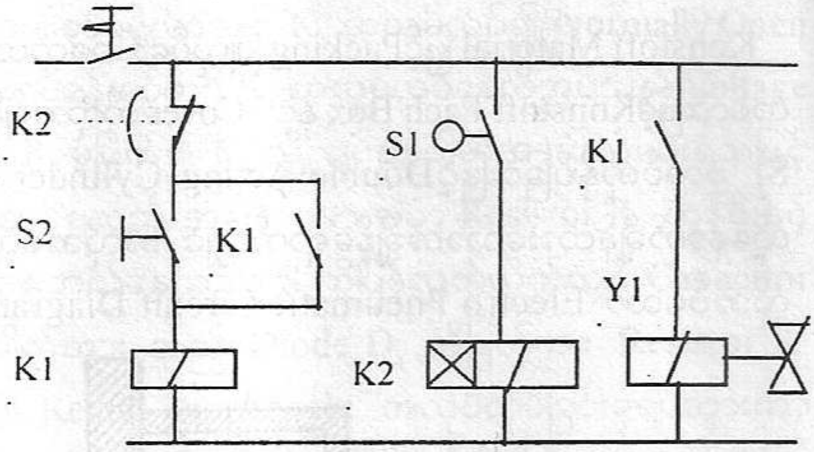


Function chart

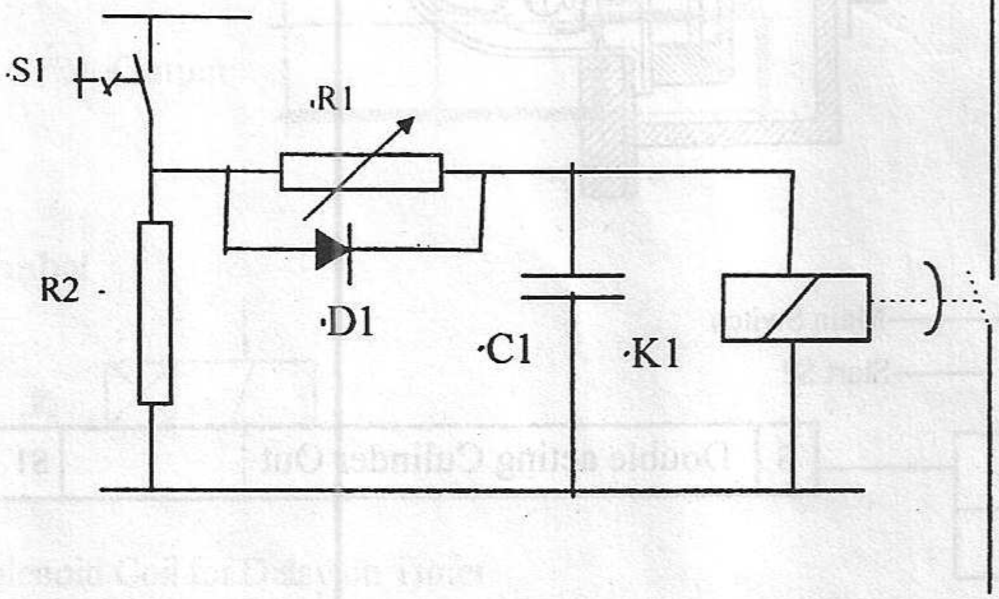


Power Circuit **Control Circuit**



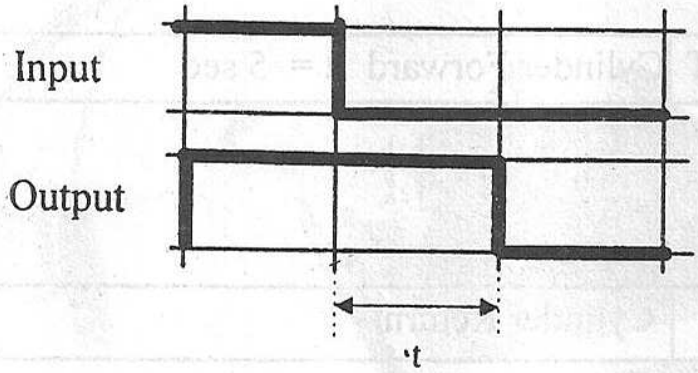


Delay off Timer

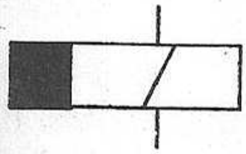


ပုံတွင် Delay of Timer တစ်ခု၏တည်ဆောက်ပုံကို ရေးဆွဲထားသည်။ S_1 ခလုပ်ကိုနှိပ်လိုက်ပါ ကလျှပ်စစ်ဓါတ်အားသည် **Diode** မှတဆင့် **Capacitor** သို့ရင်း၊ **RelayCoil** သို့ရင်းတိုက်ရိုက် ရောက်သွားသဖြင့် **Normally Open Contact** ကိုတိုက်ရိုက်ဆွဲကာ အလုပ်လုပ်မည်။ **S_1** ခလုပ်ကိုပြန်လွှတ်လိုက်လျှင် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပြတ်သွားသော်လည်း **Capacitor** နှင့် **Relay** တို့မှလျှပ်စစ်ဓါတ်အားကိုပြန်၍ **Recharge** လုပ်ရာတွင် **Diode D_1**

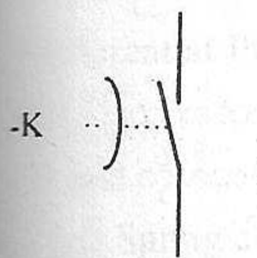
မှဖြတ်မစီးနိုင်တော့ဘဲ Resistor R_1 နှင့် R_2 တို့မှဖြတ်စီးရသဖြင့် ဖြည်းညင်းစွာ Recharge လုပ်မည်။ ထို့နောက် K_1 ၏ Holding Voltage အောက်ရောက်သောအခါ K_1 ပြန်ပြုတ်သွားမည်။ K_1 ပြုတ်ရန်ကြာသောအချိန်မှာ C_1 နှင့် R_1, R_2 တို့၏တန်ဖိုး ပေါ်တွင်မူတည်နေသည်။ ၎င်း၏အလုပ်လုပ်ပုံကို Diagram ဖြင့်အောက်ပါအတိုင်းပြနိုင်သည်။



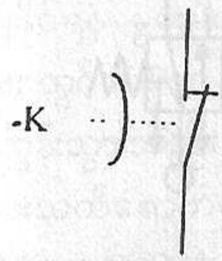
Symbol



Solenoid for Delay of f Timer



Normally open Contact for Delay of Timer

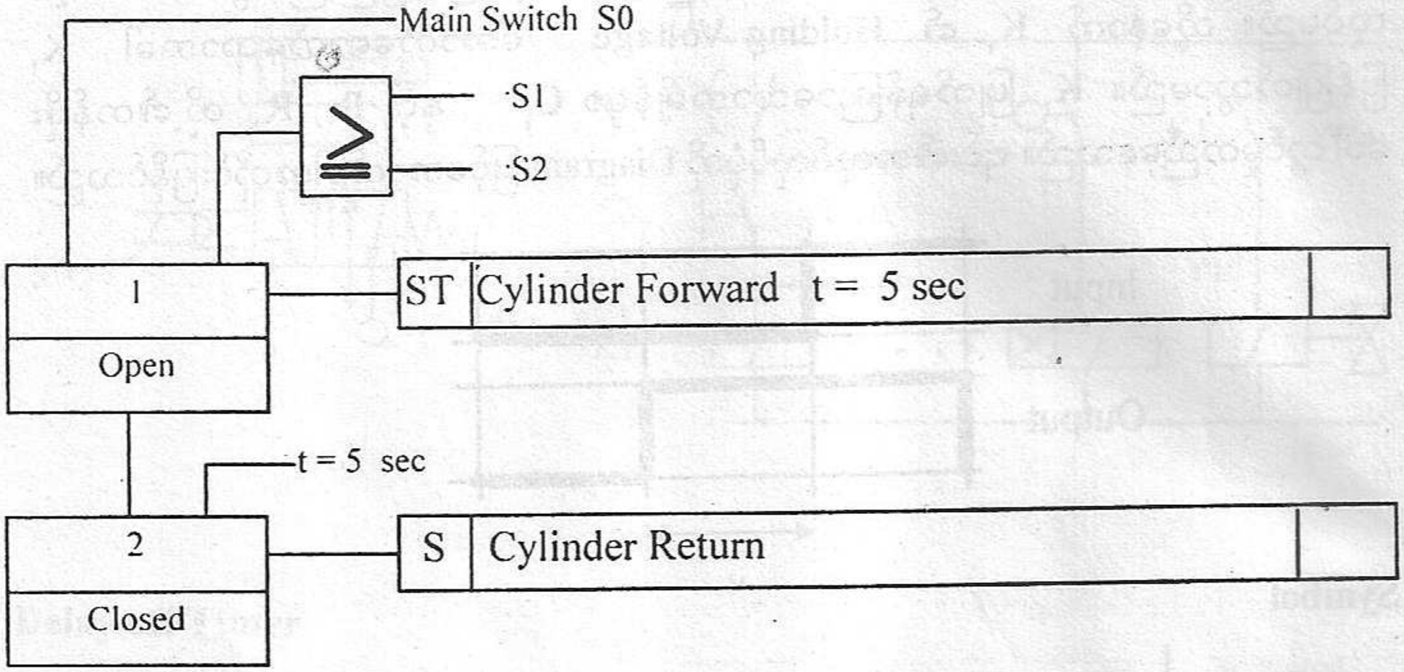


Normally closed Contact for Delay of Timer

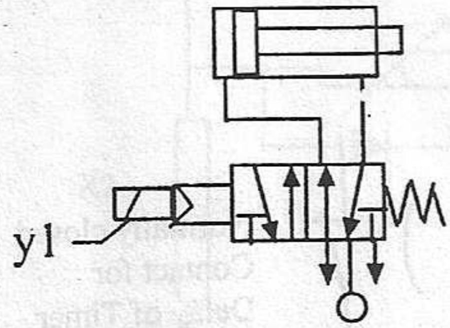
<u>Problem</u>

Double Acting Cylinder တလုံးဖြင့်အဖွင့်အပိတ်လုပ်သောတံခါးတချပ်တွင်လူသည် တံခါးရှေ့ ရောက်သောအခါ တခါးသည်အလိုအလျောက်ပွင့်ပြီးလူဝင်ပြီးသောအခါ အလိုအလျောက်ပြန်ပိတ်သွား ရန်စီစဉ်ထားသည်။ လိုအပ်သော Circuit Diagram တခုတည်ဆောက်ပေးပါ။ လူသည်တံခါးရှေ့ရောက်ပါကအလိုအလျောက် Signal ရရှိစေရန် Light Switch နှစ်ခုကိုသုံးထားသည်။

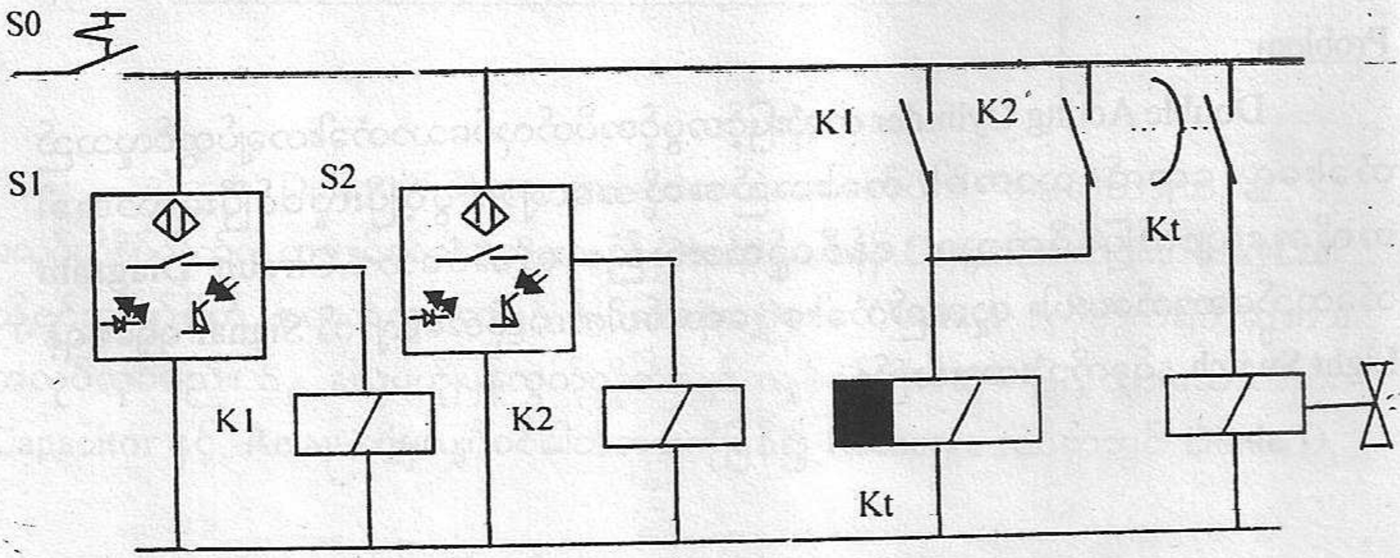
Function chart



Power circuit

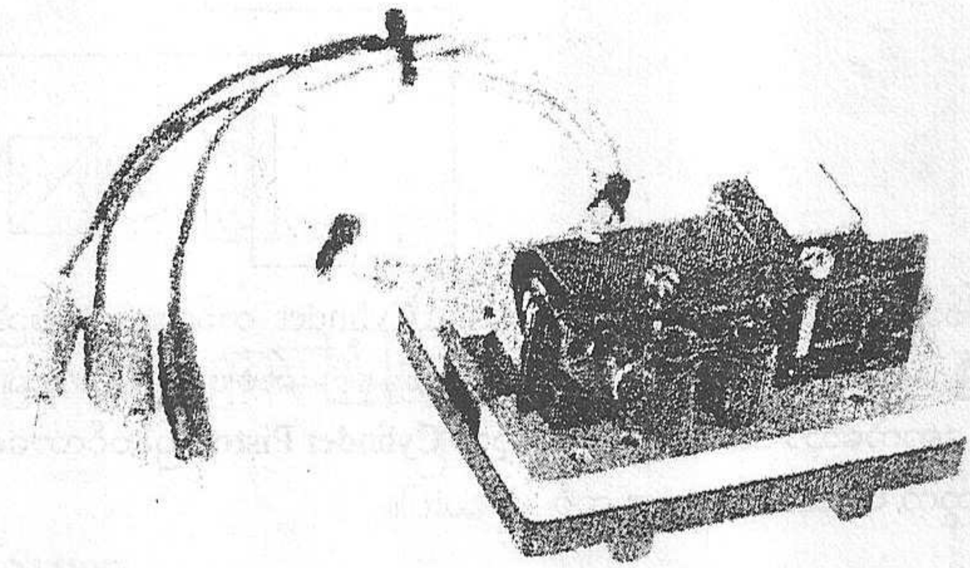


Cortrol Circuit



Pneumatic Electrical Signal Converter

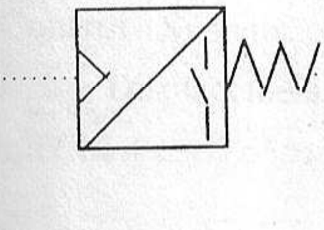
Pressure Switch



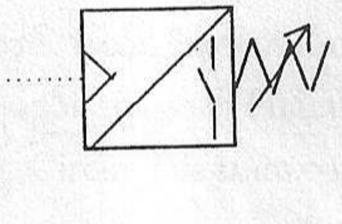
Pneumatic Signal မှ Electrical Signal သို့ ပြောင်းပေးရန် ရည်ရွယ်၍ တည်ဆောက်ထားသည်။ နောက်ပိုင်းတွင် Pressure Switch သာမကဘဲ Vacuum Switch အဖြစ်၄င်း Differential Pressure Switch အဖြစ်၄င်း အသုံးပြုနိုင်ရန် မွမ်းမံတည်ဆောက်ကြသည်။ ပုံတွင်ပြထားသော Pressure Switch ခေါ် PE Converter တွင် X Port မှပေးသော Pneumatic Signal ကိုတဘက်မှ Spring Pressure ဖြင့် ဆန့်ကျင်၍ တွန်းသွားသည်။ Pneumatic Pressure သည် Spring ၏တွန်းအားကို ကျော်လွန်နိုင်သည့် ဖိအားသက်ရောက်ပါက Diaphram သည် Micro Switch ကိုသွား၍အလုပ်လုပ်သည်။ ထိုအခါ Micro Switch အလုပ်လုပ်၍ လျှပ်စစ် Signal ရရှိစေသည်။ Return Spring ၏ Pressure ကို Adjust ပြုလုပ်နိုင်သော အမျိုးအစားရှိသကဲ့သို့ Fix ပြုလုပ်ထားသော အမျိုးအစားလည်းရှိသည်။

Symbol

For pneumatic

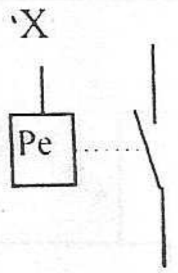


Non Adjustable



Adjustable

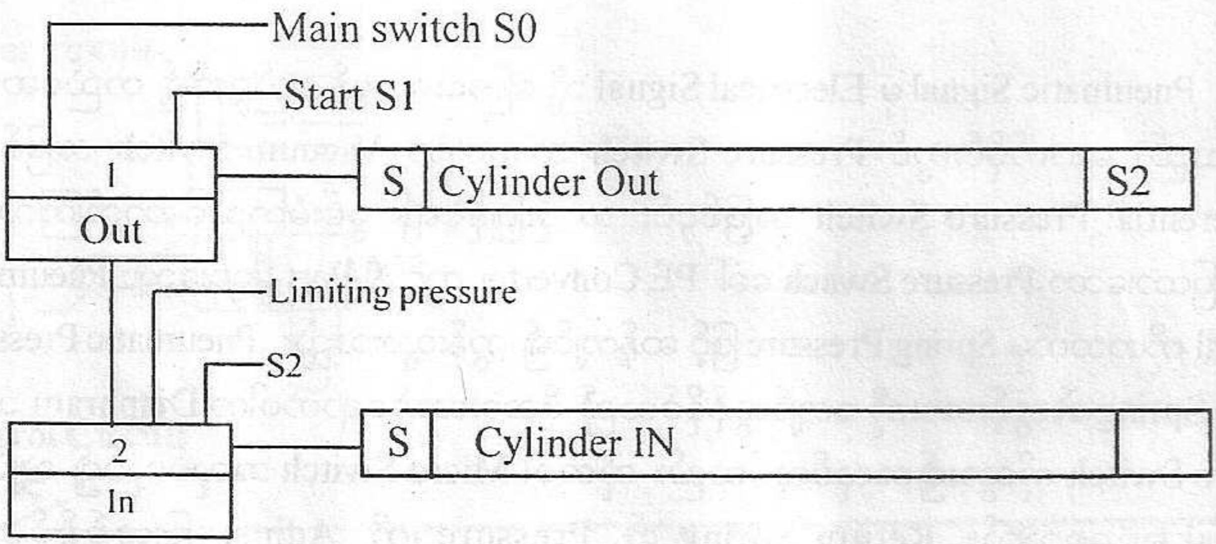
For Electrical



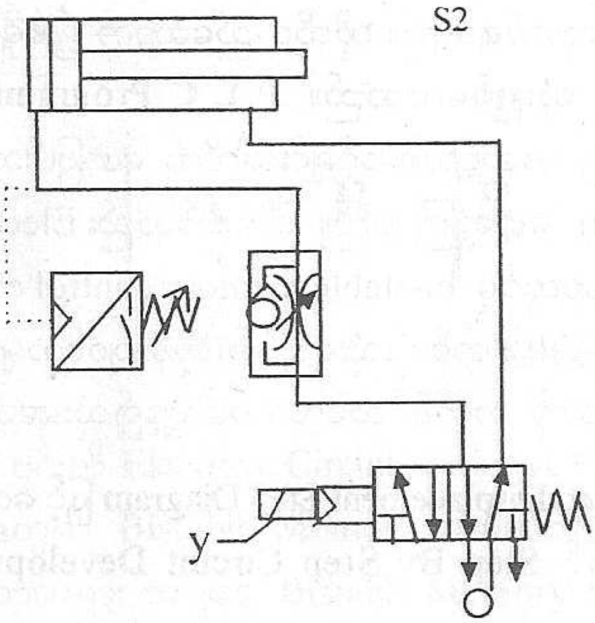
Problem

လုပ်ငန်းတစ်ခုလုပ်ဆောင်ရာတွင်Double Acting Cylinder တစ်လုံးသည် ဖြည်းညှင်းစွာ ထွက်လာ စေ၍ Work Piece တစ်ခုကို ဖိအားတစ်ခုနှင့် တစ်ဖြည်းဖြည်းတိုး၍ဖိရမည်။ သတ်မှတ်ဖိအား ရောက်သော အခါ **ဆက်မဖိတော့ဘဲ Cylinder Piston** ပြန်ဝင်လာစေရမည်။ ၎င်းလုပ်ငန်း အတွက် **Circuit Diagram** တစ်ခုဆွဲပေးပါ။

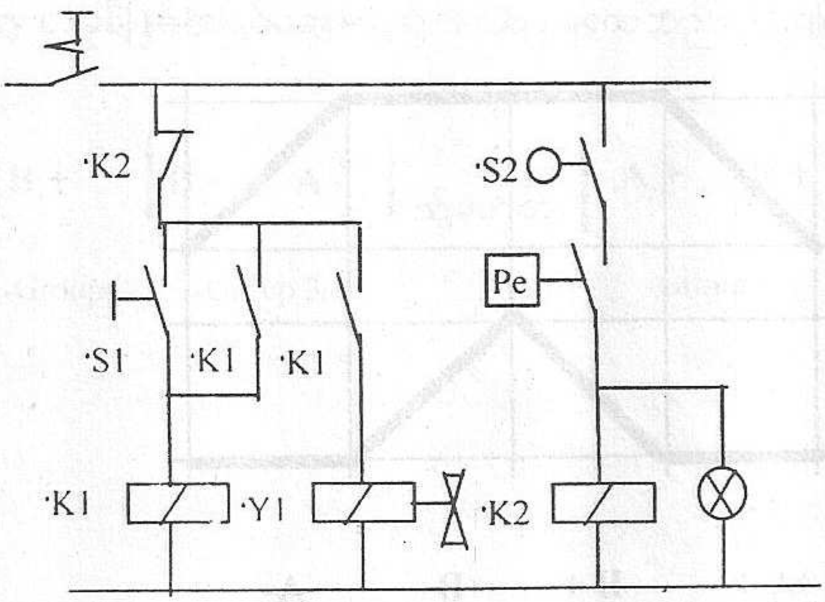
Function chart



Power circuit



Control System



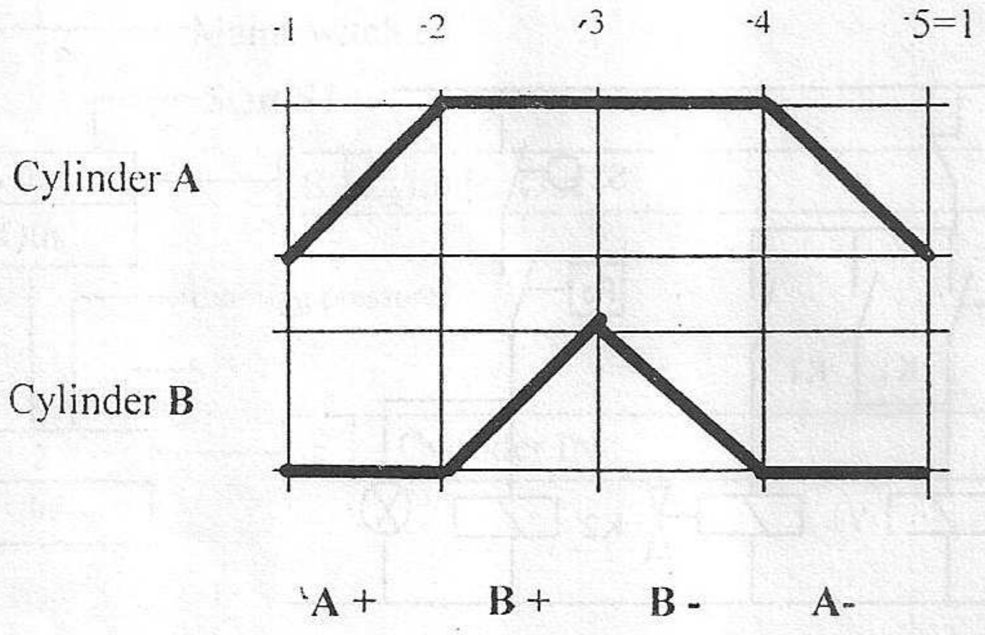
Control System with Minimum Signal Processing

Control System တခုတည်ဆောက်ရာတွင် ပထမဦးစွာ လုပ်ငန်းလိုအပ်ချက်အပေါ်မူတည်၍ Displacement Step Diagram ဆွဲရမည်။ ထို့နောက် Function Diagram နှင့် Function Chart တို့ကို လိုအပ်သလို တိုးချဲ့ရေးဆွဲ၍ Circuit Diagram တည်ဆောက်ရမည်။

ထိုသို့တည်ဆောက်ရာတွင် Function Chart လုပ်ငန်းစဉ်အဆင့် တဆင့်ချင်းအလိုက် **bi-stable memory control** များ ထည့်သွင်း ၍တည်ဆောက်ရသည်။ ထိုသို့တည်ဆောက် ၍ရရှိသော **Circuit** သည် စိတ်ချ၍ ပြစ်ချက်အကင်း ဆုံးဖြစ်လေသည်။ **P L C Programming** များတွင်လည်း Function Chart ကိုအသုံးပြု၍ အဆင့်တစ်ဆင့်ချင်းအလိုက် ဖော်ပြပါအတိုင်း bi-stable memory တစ်ခုစီသုံး၍ Program ရေးဆွဲကြသည်။ သို့သော်လည်း Electrical နှင့် Pneumatic Circuit များတည်ဆောက်ရာတွင်မူ bi-stable memory control တစ်ခုစီအတွက် Relay တစ်လုံး သို့မဟုတ် Impulse Valve တစ်လုံးသုံးရသဖြင့် ကုန်ကျစရိတ်များလာပေမည်။ ထို့ကြောင့် bi-stable memory များကို တတ်နိုင်သလောက်လျှော့၍သုံးရပေမည်။

Process တခုကို လေ့လာရာ၍ ပထမဦးစွာ **Displacement Step Diagram** ဖြင့် လေ့လာသဖြင့် **Displacement Step Diagram** ဖြင့် **Step By Step Circuit Development** ပြုလုပ်သွားမည်။

ဥပမာ



အထက်ပါလုပ်ငန်းစဉ်တွင် Procedure အလိုက်ကြည့်ပါက Cylinder A နှင့် Cylinder B တို့၏အဝင်အထွက် Signalတို့ကို Group တစ်ခုစီခွဲ၍ရသည်ကို တွေ့ရသည်။ အဓိပ္ပါယ်မှာ + သို့မဟုတ် - Signal တစ်မျိုးတည်းကိုသာMemory Module တစ်ခုတွင်သိုလှောင်ထားနိုင်သည်။အဓိပ္ပါယ်ဆန့်ကျင်ဘက်ဖြစ်နေပါကMemory Module တစ်ခုတည်းတွင်သိုလှောင်၍

မထားနိုင်ဆိုသည့် အယူအဆပင်ဖြစ်သည်။ ထိုအယူအဆအရ ခွဲလိုက်ပါက ဖော်ပြပါ လုပ်ငန်းစဉ်အတွက်

| A + B + | B - A - |

-Group 1 -Group 2

၄င်းကို Electrical Circuit ဆွဲပါက A + B + အတွက် Bistable Memory တခုနှင့် B- A- အတွက် Bistable Memory တခုလိုအပ်မည်။ သို့သော်လည်း Sequential Circuit သဘောတရား အရရှေ့ Bistable Memory တစ်ခုရလျှင်ကျန်ခဲ့သည့် Memory ကို Reset ပြုလုပ်၍ရှေ့ Memory အတွက် Stand by ပြုလုပ်ထားရသဖြင့် Bistable Memory အနည်းဆုံး သုံးခုလိုအပ်လေသည်။ ထို့ကြောင့် A + နှင့် B + သို့မဟုတ် A- နှင့် B- ကို Bistable Memory တခုစီဖြင့် မဖြစ်မနေ ဆွဲ၍အသုံးပြုရလေသည်။ ထို့ကြောင့်

| A + | B + | B - A - | သို့မဟုတ် | A + B + | B - | A - |

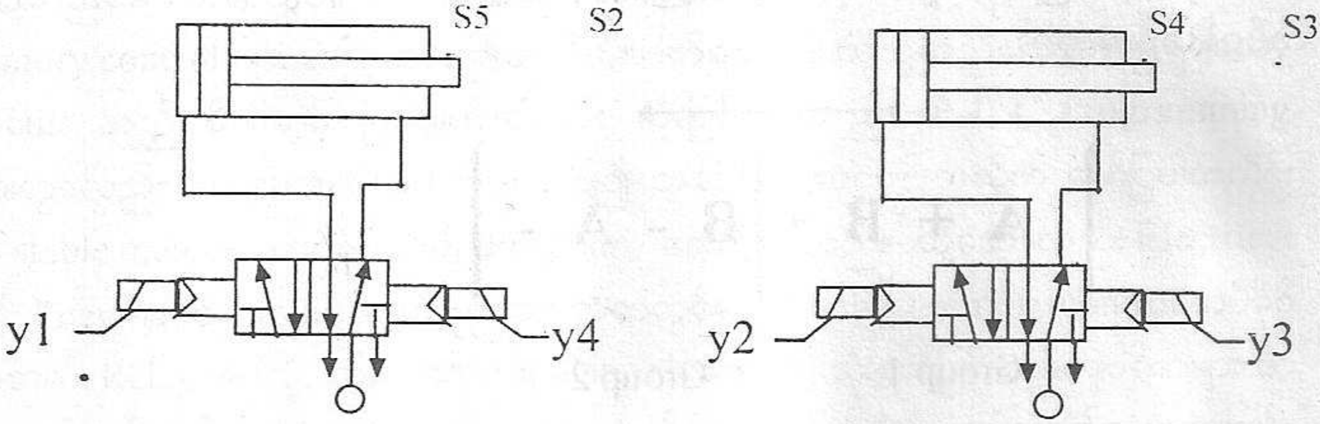
-Group 1 -Group 2 -Group 3 -Group 1 -Group 2 -Group 3

| A + B + | B - | A - |

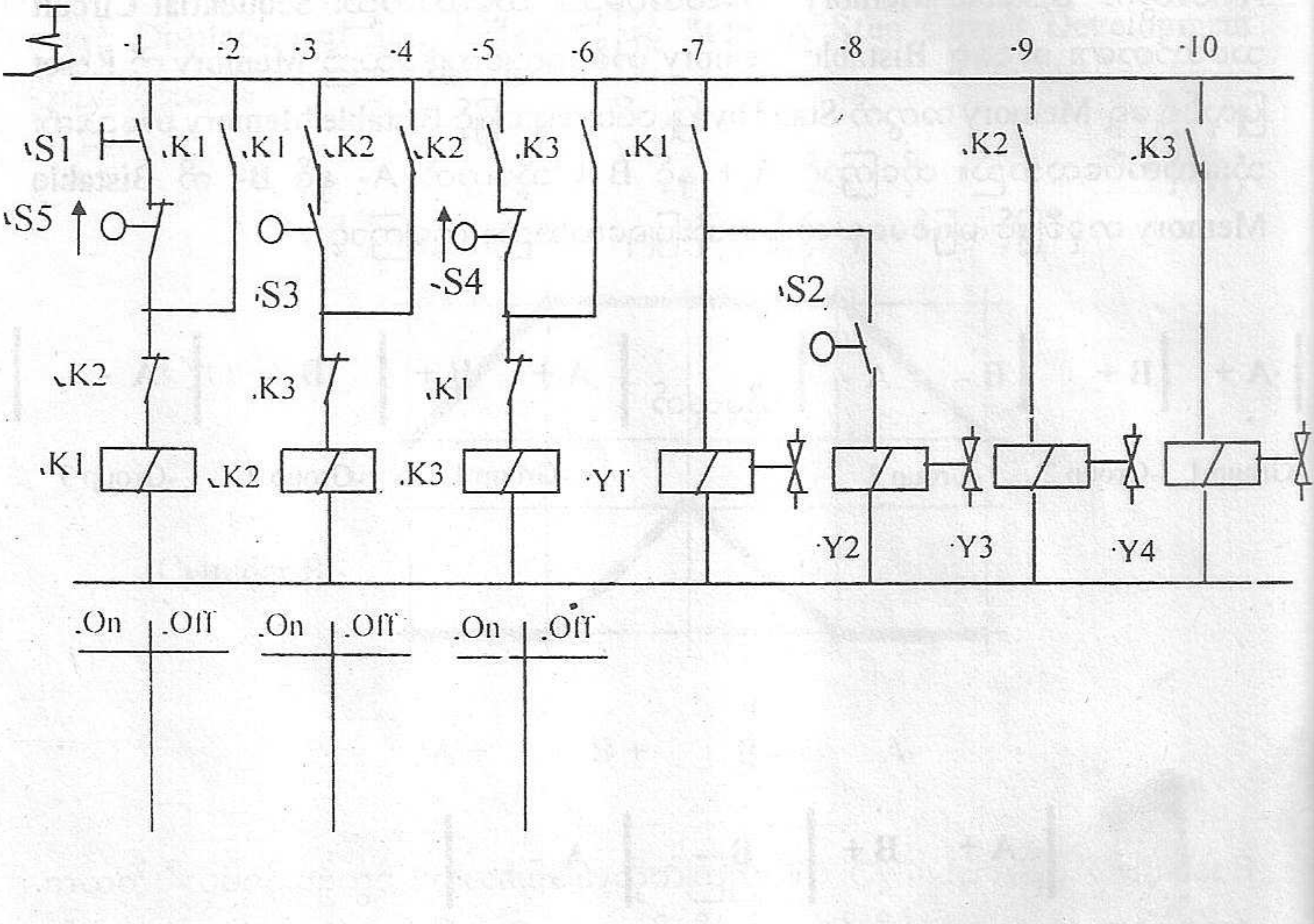
-Group 1 -Group 2 -Group 3

အထက်ပါ Procedure ကိုအသုံးပြုပါက

Power Circuit



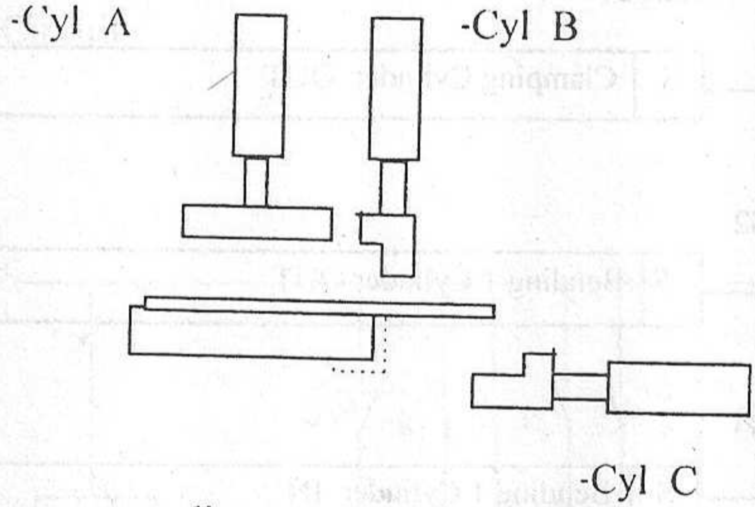
Control Circuit



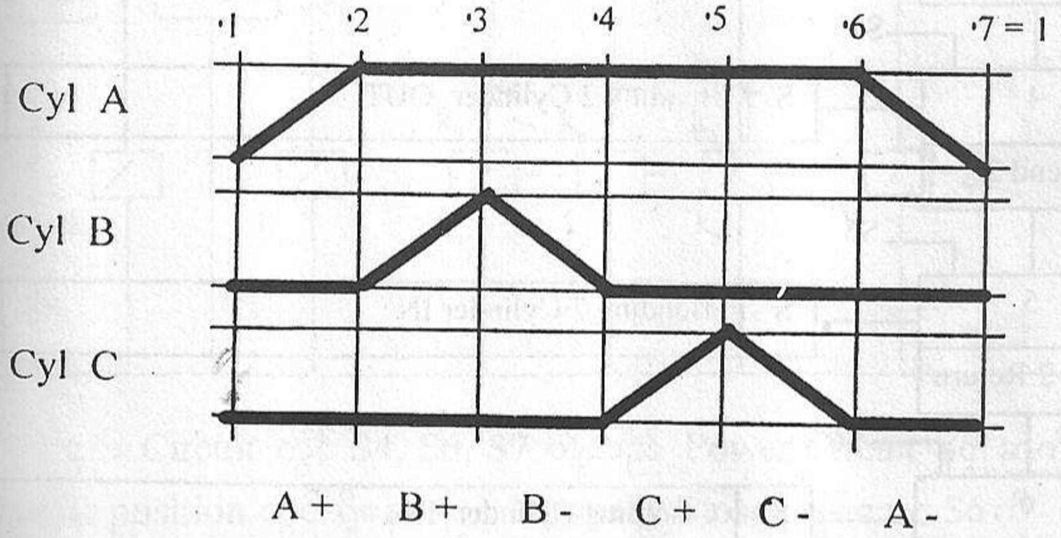
Problem

Bending Machine

ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်းBending Machine တစ်လုံးတွင်ကွေးလိုသည့်သံပြားကို စက်အတွင်းသို့ လူကထည့်ပေးလိုက်သောအခါ Cylinder တစ်လုံးသည် သံပြားကို ညှပ်လိုက်၍ ကျန် Cylinder နှစ်လုံးက တချက်စီရိုက်ကွေးသွားမည်။ ထိုလုပ်ငန်းစဉ်အတွင်း မတော်တဆ မလိုလားအပ်သောပစ္စည်းများ ဥပမာ(လူ၏လက်) ဝင်သွားပါက စက်သည် ရောက်သည့်နေရာတွင်ရပ်သွားပြီး အလိုအလျောက် Normal အနေအထားသို့ ပြန်သွားရမည်။ ၎င်းလုပ်ငန်းစဉ်အတွက် Circuit Diagram တစ်ခုဆွဲပေးပါ။



Displacement -step diagram



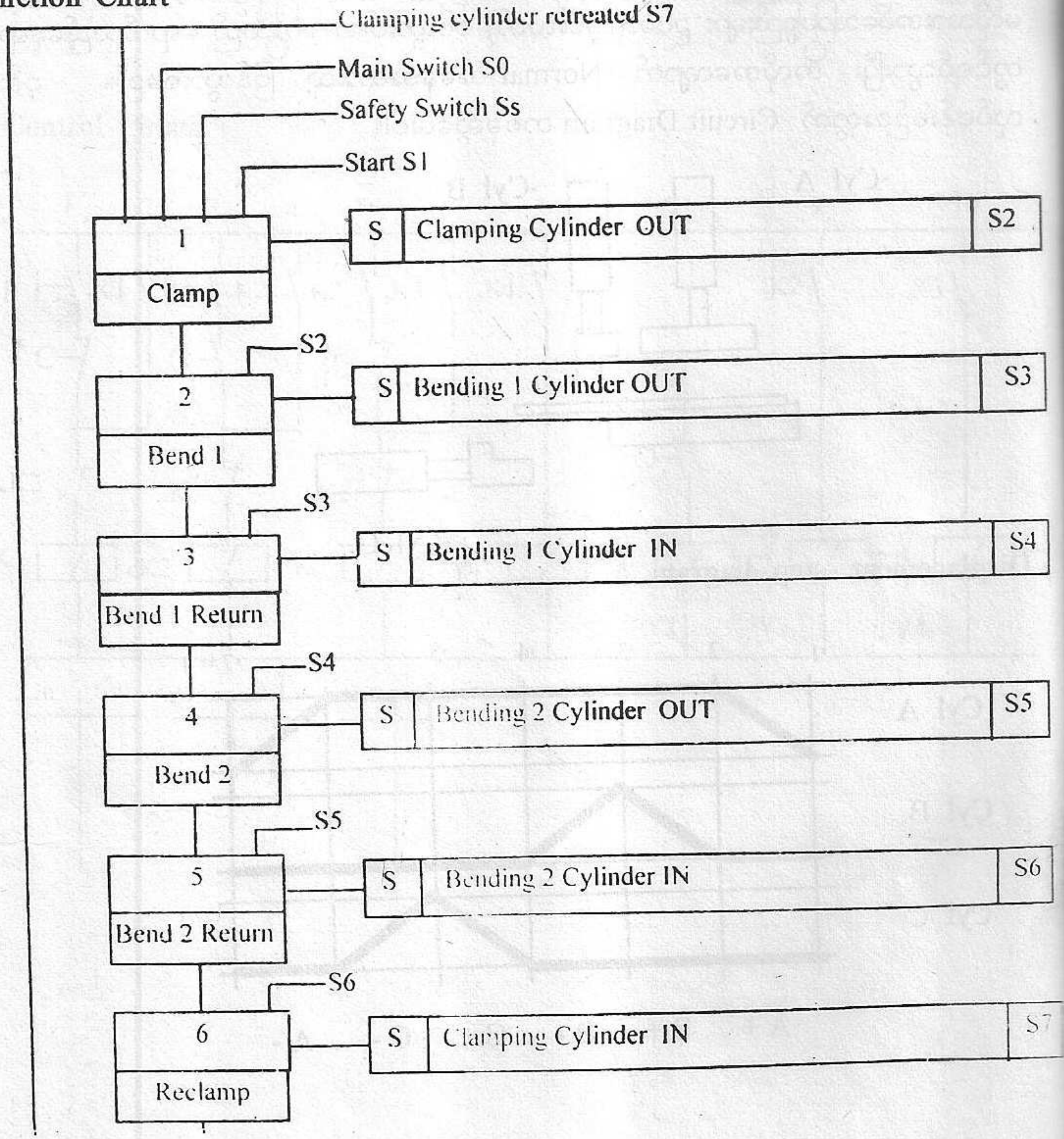
Grouping of Abbreviated Notation

S2 S4 S6

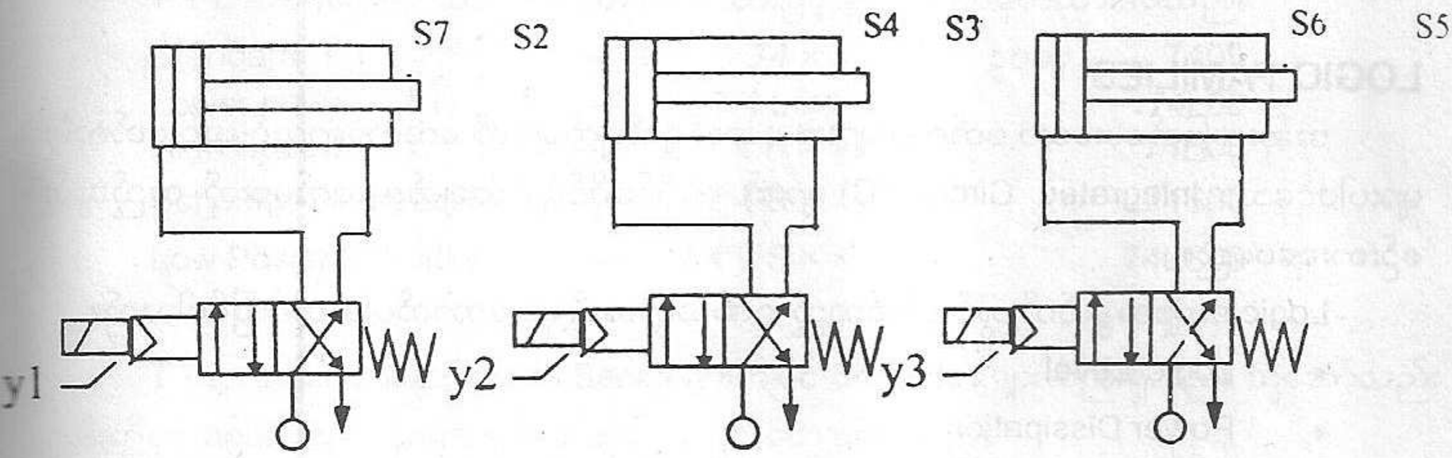
| A + B + | B - C + | C - A - |

S1 S3 S5 S7

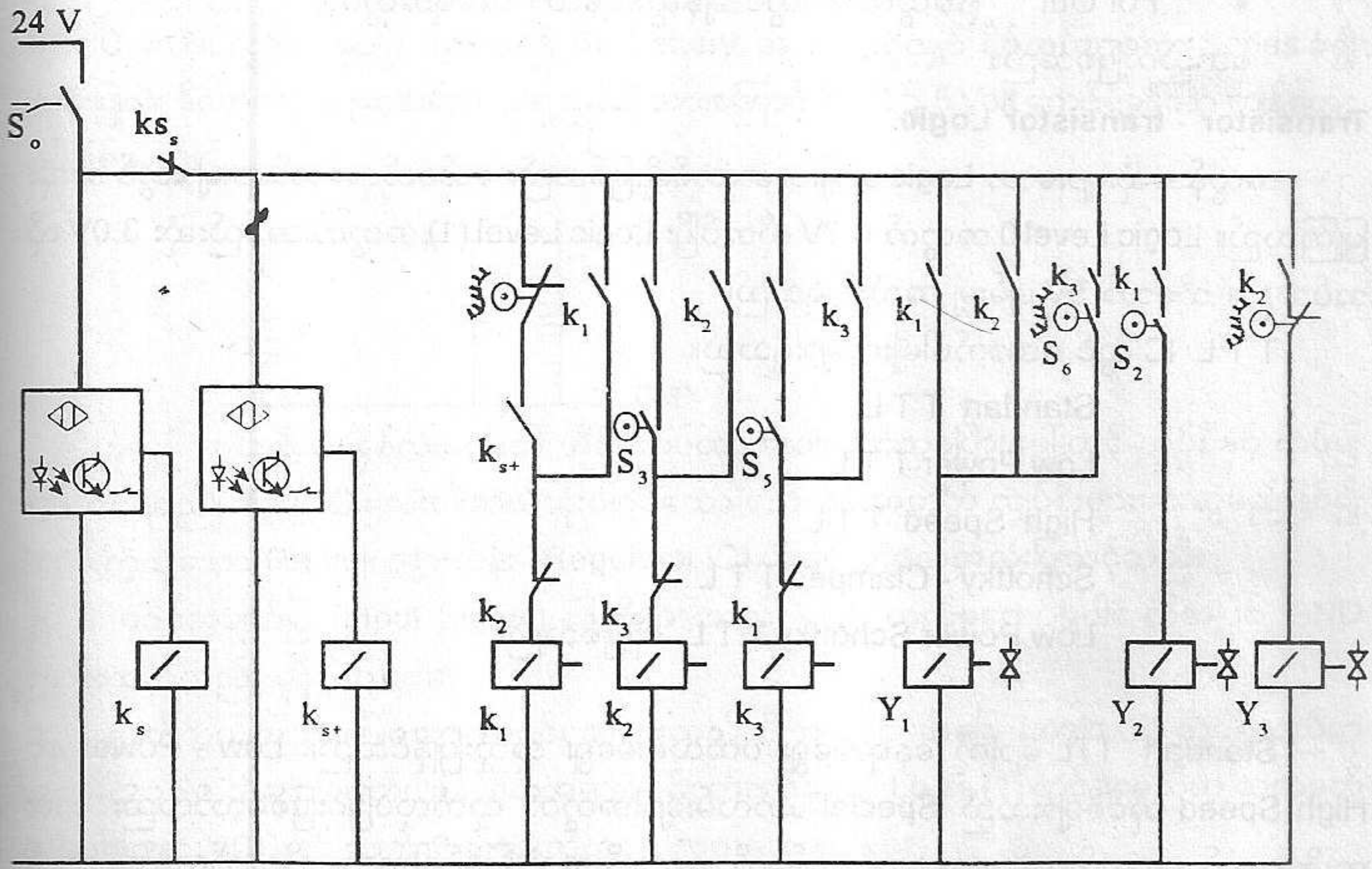
Function Chart



Power Circuit



Control Circuit



၄င်း Circuit တွင် S4, S6, S7 တို့သည် Power Circuit နှင့် ဆက်စပ် လိုက်ပါက Operate position တွင် ရှိနေသဖြင့် Normally Closed ဖြစ်သော S6 ကို ပုံစံဖြင့် ၄င်း Normally open ဖြစ်သော S4, S7 တို့ကို ပုံစံဖြင့်၄င်း ဆွဲသားရမည်။

DIGITAL INTEGRATED CIRCUITS

LOGIC FAMILIES

အသုံးအဖြတ်ပေးသော ပတ်လမ်းများ၏ ဆောင်ရွက်ချက်များကို လေ့လာရာတွင် ယင်းပတ်လမ်းများပါဝင်သော Inlegrated Circuit (IC) များ၏ ရုပ်ပိုင်းဆိုင်ရာ အချက်အလက်များကို ထည့်သွင်းစဉ်းစားရပေမည်။

Logic အမျိုးအနွယ်တို့တွင် ပါဝင်သည့် ဂုဏ်သတ္တိအချို့မှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်ပါသည်။

* Logic Level
* Power Dissipation
* Propagation Delay (အဝင်ငုတ်နှင့် အထွက်ငုတ်တွင် Logic အခြေပြောင်းလဲရန်ကြာချိန်)
* Noise Immunity
* For Out (အထွက်ငုတ်တွင် ချိန်ဆွဲနိုင်သော အရေအတွက်)

စသည်တို့ဖြစ်သည်။

Transistor - transistor Logic

အလွန်အသုံးများသော Logic အမျိုးအစားတစ်မျိုးဖြစ်သည်။ နယ်ပယ်အတော်များများတွင် အသုံးပြုကြသည်။ Logic Level 0 အတွက် 0.2V လိုအပ်ပြီး Logic Level (1) အတွက် အနည်းဆုံး 3.0V လိုအပ်သည်။ သို့သော် 5V ပျမ်းမျှ အသုံးပြုရသည်။

T T L IC တွင် အောက်ပါမျိုးကွဲများရှိသည်။

- Standart T T L
- Low Power T T L
- High Speed T T L
- Schottky - Clamped T T L
- Low Power Schottky T T L တို့ဖြစ်သည်။

Standart TTL များကို နေရာမရွေး ပတ်လမ်းမရွေး အသုံးပြုနိုင်သည်။ Low - Power နှင့် High Speed အိုင်စီများသည် Special ပတ်လမ်းများအတွက် ထုတ်လုပ်ခြင်းဖြစ်သော်လည်း ယင်းအမျိုးအနွယ်များသည် တစ်ခုနေရာတွင် တစ်ခုကို အစားထိုးအသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ သို့သော်လည်း မျိုးနွယ်တစ်ခုတည်းသာ စုပေါင်းတပ်ဆင်ခြင်းသည် အကောင်းဆုံးဖြစ်သည်။ အမျိုးနွယ်မတူပါက Match မဖြစ်သော IC အတွက် အပူချိန်တက်၍ ပျက်ဆီးတတ်ပါသည်။ L S အမျိုးအစားသည် နောက်ဆုံးပေါ် အမျိုးအစား ဖြစ်ပြီး ယခုအခါ အသုံးအများဆုံး ဖြစ်သည်။

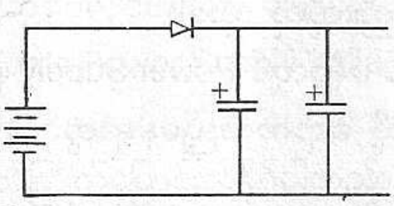
T T L အိုင်စီများကို သင်္ကေတ အမှတ်အသားဖြင့် ခွဲခြားသတ်မှတ်ထားပေသည်။

Standard T T L	——	74 × ×	ဥပမာ - 7400
Lower power T T L	——	7 4 L × ×	74L00
High Speed T T L	——	7 4 H × ×	74H00
Schottky-Clamped T T L	——	7 4 S × ×	74S00
Low Power Schottky	——	7 4 L S × ×	74LS00

T T L အမျိုးအစားများတွင် 74 Series များအပြင် 54 Series များလည်းရှိသည်။ သို့သော်လည်း ၎င်းတို့မှာ စစ်ဖက်လုပ်ငန်းများတွင် အသုံးပြုသဖြင့် တွေ့ရခဲပါသည်။

T T L အိုင်စီပတ်လမ်းများတည်ဆောက်ရာတွင် လိုက်နာရမည့် အချက်များ

၁။ T T L အိုင်စီအမျိုးအနွယ်အားလုံးအတွက် V_{CC} ကို 5.25V ထက် ပို၍ မပေးရပါ။ 5.25 ထက်ကျော်လျှင် IC လောင်သွားပေမည်။ အကယ်၍ 6V Battery အသုံးပြုလိုလျှင် ဒိုင်အုပ်တစ်လုံး Series ခံ၍ အသုံးပြုပါ။ ဒိုင်အုတ်၌ ကျဆင်းသော ရှေ့ညွှန်းဗို့အားကြောင့် VCC ၌ 5 Volt ကျော်ရုံခန့်သာ ကျန်တော့မည်ဖြစ်သည်။



ပုံတွင် ကွန်ဒင်ဆာနှစ်လုံးစလုံးကို အိုင်စီတပ်ထားသော ဆာကစ်ပြားပေါ်တွင် အိုင်စီနှင့် ကပ်၍ တပ်ဆင်ရမည်။ T.T.L IC လေးငါးဆယ်လုံးပါဝင်သော ပတ်လမ်းအတွက် လျှပ်စီးများများဆွဲမည်ဖြစ်၍ 7805 ကဲ့သို့သော Ra Volt အားထိန်း (Regulator IC) မျိုးနှင့် တွဲဖက်အသုံးပြုသင့်သည်။

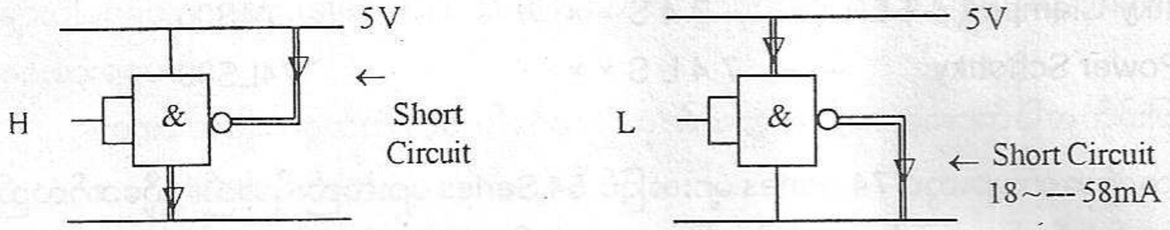
၂။ အဝင်အချက်ပြ (Input Signal) ၏ ဗို့အားသည် VCC ထက်မကျော်ရပါ။ ထို့အပြင် GND ဗို့အားထက်လည်း မနိမ့်ကျရပါ။

၃။ ဆက်သွယ်အသုံးမပြုသော အဝင်ငုတ်များသည် ဗို့အားမြင့် အခြေ Logic (1) တွင်ရှိသည်ဟု ယူဆနိုင်သည်။ သို့သော် ပတ်လမ်းဒီဇိုင်းအရ အဝင်ငုတ်တစ်ခုခုကို Logic (1) တွင်ရှိရမည်ဟု သတ်မှတ်ချက်ပါရှိလျှင် VCC နှင့် ဆက်သွယ်ပေးလိုက်ပါ။ လွတ်မထားပါနှင့်။

၄။ Logic 0 ဟု သတ်မှတ်ထားသော အဝင်ငုတ်ကို မြေစိုက် (GND) နှင့် ဆက်သွယ်ပေးပါ။

၅။ AND, OR, NAND ဂိတ်များမှ အသုံးမပြုသော အဝင်ငုတ်များကို ယင်းအိုင်စီထဲမှ အခြားအသုံးပြုထားသော Gate များ၏ အဝင်ငုတ်တစ်ခုနှင့် ပူးပေါင်းဆက်သွယ်ပါ။

၆။ အလားတူပင် အသုံးမပြုသော ဂိတ်ပတ်လမ်းများမှ အထွက်ငုတ်များကို ဗို့အားမြင့် အခြေသို့ ပို့ထားရမည်။ NAND ဂိတ်ဖြစ်လျှင် အဝင်ငုတ်တစ်ခုကို ဗို့အားနိမ့်အခြေသို့ ပို့ထားရမည်။ Nor gate များအတွက် အဝင်ငုတ်အားလုံးကို ဗို့အားနိမ့်အခြေသို့ ပို့ထားရမည်။



၇။ T T L အိုင်စီများ၏ အထွက်ငုတ်များတွင် Logic အခြေပြောင်းသောအခါ Power Supply တွင် Volt အား အချွန်အတက်များ (Spikes) ဖြစ်ပေါ်တတ်သဖြင့် (0. 01 μF မှ 0.1 μF) အကြားရှိ decoupling Condenser များကို အိုင်စီများအနီးအနားတွင် ထား၍ VCC နှင့် GND ကြားခွ ဆက်ပေးရမည်။ ထို ကွန်ဒင်ဆာများ၏ ခြေတောက်များသည် တပ်နိုင်သမျှ တိုရမည်။ ဂိတ်အိုင်စီ ၅ လုံးမှ ၁၀ လုံးအတွက် Condensor တလုံးကို ၄င်း Counter I C ၂ လုံးမှ ၅ လုံးအတွက် ကွန်ဒင်ဆာတစ်လုံးကို တပ်ဆင်ပေး ရမည်။

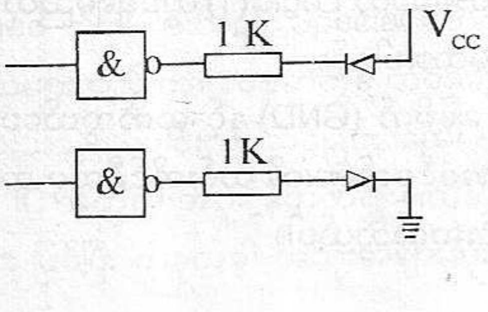
၈။ ပတ်လမ်းအချင်းချင်းဆက်သွယ်သော ဝါယာကြိုးများကို ရှည်ရှည်မသုံးပါနှင့်။ တတ်နိုင်သမျှ ဝါယာ ကြိုးများကို ရှည်ရှည်မသုံးပါနှင့်။ တတ်နိုင်သမျှ ဝါယာကြိုးတိုကို သုံးပါ။

၉။ Power Supply သည် Circuit ဘုတ်ပြားပေါ်တွင် မရှိခဲ့လျှင် Power Supply မှ ဆားကစ်ဘုတ်သို့ ဆက်သွယ်သောကြိုးနှစ်ကြိုးကြားတွင် ဆားကစ်ဘုတ်သို့ ရောက်သည့်နေရာတွင် 1 μ F မှ 10μ F ရှိ Condensor တစ်လုံးကို ခွဆက်ပါ။

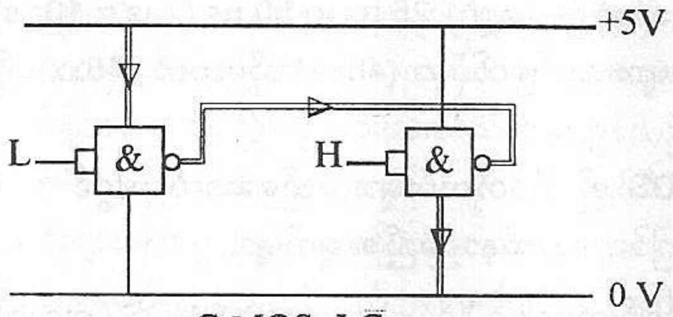
၁၀။ T T L IC ပတ်လမ်းတစ်ခု၏ အထွက်ငုတ်တွင် အခြား T T L ပတ်လမ်း (၁၀)ခု၏ အဝင်ငုတ် များကို ဆက်သွယ်နိုင်ပြီး LS T T T L အတွက်မူ အခု (၂၀)အထိ ချိန်ဆွဲနိုင်သည်။

၁၁။ LS T T L တစ်လုံး၏ အထွက်ငုတ်တွင် Standard T T L အဝင်ငုတ် ၅ ခုကို၄င်း၊ LS T T L အဝင်ငုတ် ၁၀ခုကို၄င်း၊ လာရောက်ဆက်သွယ်နိုင်ပါသည်။

၁၂။ T T L / IS အိုင်စီများ၏အထွက်ငုတ်နေရာတွင် LED မီးသီးများတပ်၍ Logic အခြေပြောင်း၊ မပြောင်း အောက်ပါပုံအတိုင်း ဆက်သွယ်နိုင်ပါသည်။



LS T T L 5C ၏ အထွက်ငုတ်များကို တစ်ချိန်တည်းတွင် Logic အခြေမတူနိုင်ပါက ပူးတွဲ၍ မတပ်ဆင်ရ။



C MOS I C

Complementory-Metal Oxide Semiconductor

ယခုအခါ T T L ထက် ပို၍ ရေပန်းစားလာပြီး နေရာတကာတွင် အသုံးပြုလာသော အမျိုးအနွယ် တစ်ခုဖြစ်သည်။ CMOS ၏ထူးခြားသော ဂုဏ်သတ္တိများမှာ -

၁။ Power အသုံးပြုမှုနည်းပါးခြင်း

Low Power Consumption

CMOS ဂိတ်တစ်ခုသည် တည်ငြိမ်ခြေတွင် ပါဝါ 0.01 mW ခန့်သာ စားပြီး ကြိမ်နှုန်းမြင့်ပိုင်း (5MHz to 10 MHz) အလုပ်လုပ်ချိန်တွင် 10mW စားပါသည်။

၂။ ပါဝါဆပ်ပလိုင်းဗို့အား ပြောင်းလဲနိုင်ခြင်း

Variable Power Supply Voltage.

CMOS အိုင်စီ အလုပ်လုပ်ရန်ပေးရသော ပါဝါဆပ်ပလိုင်း V_{CC} (သို့) V_{DD} သို့ (V_S) ကို + 3V မှ + 18V အတွင်း စိတ်ကြိုက်ပြောင်းလဲနိုင်ပါသည်။ ဗို့အားမြင့်မြင့်ပေးလျှင် လုပ်ငန်းစဉ်ပို၍ မြန်လာကြောင်း တွေ့ရသည်။

၃။ ဆူညံသံလွတ်ကင်းမှု မြင့်မားခြင်း

High Noise Immunity

ယေဘူယျအားဖြင့် လော့ဂျစ် (0) နှင့် လော့ဂျစ် (1) ကြား ခြားနားချက်ဗို့အား၏ 30% မှ 45% ခန့် အထိရှိ တပ်ပါသည်။ Hign Threshold Logic အိုင်စီမှလွဲ၍ အခြားအမျိုးအနွယ်များထက် ဆူညံသံကင်းလွတ်မှုခွင်ပိုကျယ်ပါသည်။

CMOS IC များသည် အထက်ပါအရည်အချင်းများကြောင့် T T L အိုင်စီများထက်ပို၍ အသုံးဝင် လူကြိုက်များခြင်းဖြစ်ပါသည်။

CMOS I C များကို ဘက်ထရီနှင့် အလုပ်လုပ်စေသော ဒီဂျစ်တယ်ပတ်လမ်းများတွင်၎င်း၊ Power အစားသက်သာပြီး ကြာရှည်စွာ အလုပ်လုပ်ရန် လိုအပ်သည့် အာကာသယာဉ်များတွင်၎င်း၊ ကျယ်ပြန့်စွာ အသုံးပြုလျက်ရှိပါသည်။ ထို့အပြင် ဆူညံသံအများဆုံးရှိနိုင်သော မော်တော်ယာဉ်နှင့် ပတ်သက်သည့် ပတ်လမ်းများတွင်လည်း CMOS အိုင်စီများကို များစွာအသုံးပြုလျက်ရှိပါသည်။

CMOS အိုင်စီ၏ အဓိက အားပျော့ချက်မှာ အလုပ်လုပ်ချိန် နှေးကွေးခြင်းပင် ဖြစ်ပါသည်။ Supply Volt အား မြင့်သော အခြေခံပြင်လျှင် သာမန် Gate တစ်ခု၏ အလုပ်လုပ်ရန် ကြာချိန်မှာ (အထူးသဖြင့် အထွက် ငုတ်၏ဝန်သည် လျှပ်သိုဝန်ဖြစ်ခဲ့လျှင်) 25 ns to 50 ns (1ns = 10^{-9}s) ထိရှိတပ်ပါသည်။

CMOS အိုင်စီ၏နံပါတ်များ သတ်မှတ်ပုံမှာ (40××) သို့မဟုတ် (45xx) တို့ဖြစ်ကြပါသည်။

CMOS အိုင်စီပတ်လမ်းများတည်ဆောက်ရာတွင် လိုက်နာရမည့်အချက်များ

ဒီဂျစ်တယ် အိုင်စီတစ်လုံးချင်းအနေဖြင့် နှိုင်းယှဉ်ကြည့်လျှင် CMOS များသည် TTL / LS များထက် ပို၍ လုပ်ငန်းဖန်ရှင်များများလုပ်နိုင်ပြီး အသုံးပြုရာတွင်လည်း အလွန်လွယ်ကူပါသည်။ CMOS IC များကို အသုံးပြုတော့မည်ဆိုပါက အောက်ပါအချက်များကို လိုက်နာရမည်။

၁။ CMOS IC များသည် တည်ငြိမ်လျှပ်စစ် (Static Charge) ကြောင့် အလွယ်တကူပျက်စီးသွားနိုင်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် ယင်း IC ငုတ်များကို လက်ဖြင့် ကိုင်တွယ်ခြင်းမပြုရပါ။ ပလပ်စတစ်ဘူးများ၊ အိတ်များ၊ ဘမ်းများထဲတွင်လည်း ထည့်၍ သိမ်းမထားရပါ။

၂။ CMOSIC များကိုပတ်လမ်းတွင်မသုံးဘဲ အလွတ်အတိုင်းထားလျှင်စီးကရက်ဘူးခွံမှ ခဲသတ္တုပြား (သို့)အလူမီနီယမ်ပြား ပါးပါးဖြင့် ခြေထောက်များအောက်စိုက်၍ ပတ်ထားပါ။ ဖြစ်နိုင်လျှင် လျှပ်ကူးရေမြှုပ်တွင်စိုက်ထားပါ။

၃။ CMOS IC များကို ဂဟေဆော်သည့်အခါ ဘက်ထရီဂေါက်ကိုသာ အသုံးပြုသင့်ပါသည်။ အကယ်၍ အေစီဂေါက်ဖြင့် ဂဟေဆော်လျှင် ဂေါက်၏ထိပ်ကို ဝါယာတစ်ချောင်းနှင့် ဆက်၍ Earth ချထားရပါမည်။

၄။ CMOS ကို ပေးသော Power Supply V_{DD} ကို 15 V ထက် မကျော်လွန်စေရပါ။

၅။ အဝင်ဗို့အားသည် V_{DD} ထက် မကျော်စေရ။

၆။ ဖြစ်နိုင်လျှင် အတက်အကျနှေးသော အချက်ပြများ (Slow rise and slow fall signal) ကို မထည့်ပါနှင့်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် ယင်းသို့သော အချက်ပြများကြောင့် power ပိုစားသောကြောင့် ဖြစ်သည်။ တက်ချိန် Rise time 15μs ထက် ပိုသော အချက်ပြများကို သွင်းလျှင် ပို၍ကောင်းပါသည်။

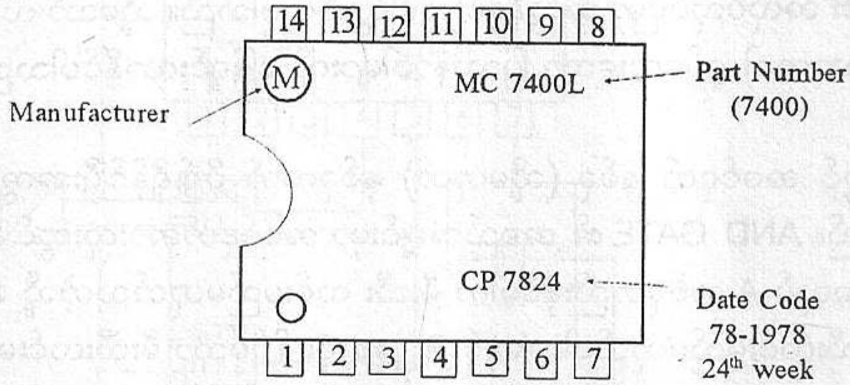
၇။ အသုံးမပြုသော အဝင်ငုတ်အားလုံးကို V_{DD} (သို့) V_{SS} (GND) နှင့် ဆက်ထားပါ။ သို့မဟုတ်ပါက တည်ငြိမ်လျှပ်စစ်ကြောင့် လျှပ်စစ်ပို၍ ဆွဲသွားပေလိမ့်မည်။

၈။ ပါဝါ Supply မရှိပဲနှင့် CMOS ပတ်လမ်းသို့ အချက်ပြ မထည့်ပါနှင့်။

T.T.L GATE ICS

အိုင်စီဆိုသည်မှာ အလွန်ပါးလွှာသော **စီလီကွန်အပြားပေါ်တွင်** ပတ်လမ်းများကို စုပေါင်းတည်ဆောက်ထားခြင်းဖြစ်သည်။ သို့ပါ၍ ယင်းကို အသုံးပြုတော့မည်ဆိုလျှင် ကန့်သတ်ချက်များသတိပြုရမည့် အချက်များကို သေချာစွာ သိရှိနားလည်ထားရန် လိုအပ်ပါသည်။ အထူးသဖြင့် supply ဗို့အားပေးရမည့် ငုတ်များကိုမှန်ကန်စွာ သိရှိထားရပေမည်။ ဗို့အားပေးသည့်အခါတွင်လည်း အပေါင်းနှင့် အနှုတ်ပြောင်းပြန်ပေးမိပါက အိုင်စီပျက်စီးသွားနိုင်ပါသည်။ ထို့အပြင် အိုင်စီသို့ လျှပ်စီးကြောင်းများများ ထည့်သွင်းခြင်းနှင့် IC မှ လျှပ်စီးကြောင်းများများဆွဲသုံးခြင်းတို့ကိုလည်း အထူးရှောင်ကြဉ်ကြရပါမည်။

ဒစ်ဂျစ်တယ်အိုင်စီအတော်များများတွင် ငုတ် (၈) ခု၊ (၁၄) ခု၊ (၁၆) ခုဟူ၍ ပါဝင်တတ်ကြပါသည်။ စီလီကွန် chip ကို အပေါ်မှ ပလပ်စတစ်နှင့် ဖုံးအုပ်ပြီး ငုတ်များကို ဘေးနှစ်ဘက်မှ နှစ်တန်းပြိုင်၍ ထုတ်ထား လေ့ရှိပါသည်။



ပုံတွင် ထိုပုံစံမျိုးကို Dual-in-Line Plastic Package (DIP) ဟု ခေါ်ပါသည်။ ငုတ်နံပါတ် 1 ရှိသည့် နေရာကို စက်ဝိုင်းငယ် သို့မဟုတ် အစက်ငယ်ဖြင့် ဖော်ပြလေ့ရှိပါသည်။ အိုင်စီ ပလပ်စတစ်မျက်နှာပြင်ပေါ်တွင် ထုတ်လုပ်သူ (Manufacturer) ၏ သင်္ကေတအမှတ်၊ အိုင်စီ၏ နံပါတ်နှင့် ထုတ်လုပ်သည့်နေ့ သင်္ကေတအမှတ်၊ သင်္ကေတကို ပါဝင်တတ်ပါသည်။ အိုင်စီ၏ နံပါတ်နှင့် ထုတ်လုပ်သည့်နေ့ သင်္ကေတတို့ကို ခွဲခြားဖတ်တတ်ရန် လိုသည်။

The Basic Logic Elements : NOT, AND and OR

Logic Gate ဆိုသည်မှာ ပေးထားသော အခြေအနေများပေါ်မူတည်၍ ပြဿနာတစ်ရပ်အတွက် Logic ဆိုင်ရာ အဖြေများထွက်အောင် ဆုံးဖြတ်ချက်များ အစဉ်တစိုက် ချမှတ်ပေးနိုင်သော ပတ်လမ်းမျိုးကို ခေါ်သည်။

ဒစ်ဂျစ်တယ် အီလက်ထရောနစ်တွင် Logic Gate တစ်ခု ON ဖြစ်နေလျှင် ယင်းသည် လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နိုင်ခြင်း (enable) ရှိပြီး၊ ယင်းဂိတ် OFF ဖြစ်နေလျှင် လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နိုင်ခြင်းမရှိ (Disable)

Logic ဂိတ်တစ်ခု အလုပ်လုပ်ရန်အတွက် တည်ငြိမ်ခြေ (Steady State) နှစ်မျိုးရှိရန် လိုအပ်သည်။ ယင်းတို့မှာ Logic အခြေ (1) နှင့် Logic အခြေ (0) တို့ ဖြစ်ကြသည်။ Logic အခြေ (1) ကို ဗို့အားမြင့်အခြေ (High), Yes, ON - True စသည့်ဝေါဟာရများဖြင့်လည်း သတ်မှတ်နိုင်သည်။ အလားတူပင် Logic အခြေ (0) ကို ဗို့အားနိမ့်အခြေ (Low), L, No, Off, False စသည် ဝေါဟာရများနှင့် အစားထိုးအသုံးပြုကြသေးသည်။

အခြေခံအားဖြင့် LOgic Gate (၃)မျိုးရှိသည်။

(၁) AND GATE
(၂) OR GATE
(၃) NOT GATE (OR) INVERTER
တို့ဖြစ်ကြသည်။

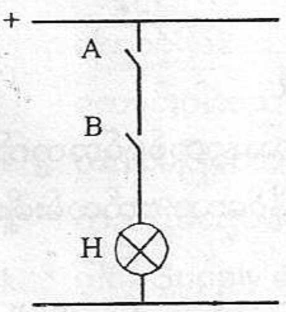
ပတ်လမ်းတစ်ခုချင်း အလုပ်လုပ်ပုံမှာ အလွန်ရှင်းလင်းလွယ်ကူပါသည်။ သို့သော် ယင်းဂိတ်များကို ပေါင်းစပ်ဖွဲ့စည်းလိုက်သောအခါ ရှုပ်ထွေးသော ပြဿနာပါများကို ဖြေရှင်းလာနိုင်ပါသည်။

AND GATE

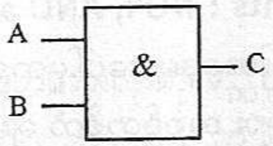
AND GATE တွင် အဝင်ငုတ် နှစ်ခု (သို့မဟုတ်) နှစ်ခုထက် ပို၍ရှိနိုင်ပြီးအတွက် ငုတ်မှာမူ တစ်ခုတည်းသာ ရှိပါသည်။ AND GATE ၏ အရည်အချင်းမှာ အဝင်ငုတ်အားလုံးတွင် Logic အခြေ (1) ရှိမည်။ ပုံ (က)တွင် ခလုပ် A တစ်ခုတည်းနှိပ်ပါက မီးသီး လင်းမည်မဟုတ်သကဲ့သို့ ခလုပ် B တခုတည်းနှိပ်ပါကလည်း မီးသီးလင်းမည်မဟုတ်ပါ။ A နှင့် B ၂ခုစလုံး နှိပ်မှသာ မီးသီးလင်းမည်ဖြစ်သည်။ ခလုပ်များပွင့်နေလျှင် Logic အခြေ 0 ဖြစ်၍ ပိတ်နေလျှင် Logic အခြေ (1) ဟု ယူဆရသည်။

ဤပတ်လမ်းတွင် ခလုပ် A နှင့် B တို့သည် အင်ဂိတ်၏ အဝင်ငုတ်များနှင့် ဆင်တူပြီး မီးသီး H သည် အထွက်ငုတ်နှင့် ဆင်တူပါသည်။

အဝင်ငုတ်များရှိ Logic အခြေအမျိုးမျိုးအတွက် ငုတ်တွင်ဖြစ်ပေါ်လာမည့် Logic အခြေများကို လုပ်ငန်းစဉ်ပြ ဇယားမှန် (Truth Table) တခု ရေးဆွဲ၍ ဖေါ်ပြနိုင်ပါသည်။ ပုံ (ခ) သည် And Gate ၏ Symbol ဖြစ်၍ ပုံ (ဂ) သည် အလုပ်မှန်ဇယား Truth table ဖြစ်သည်။



(က)



(ခ)

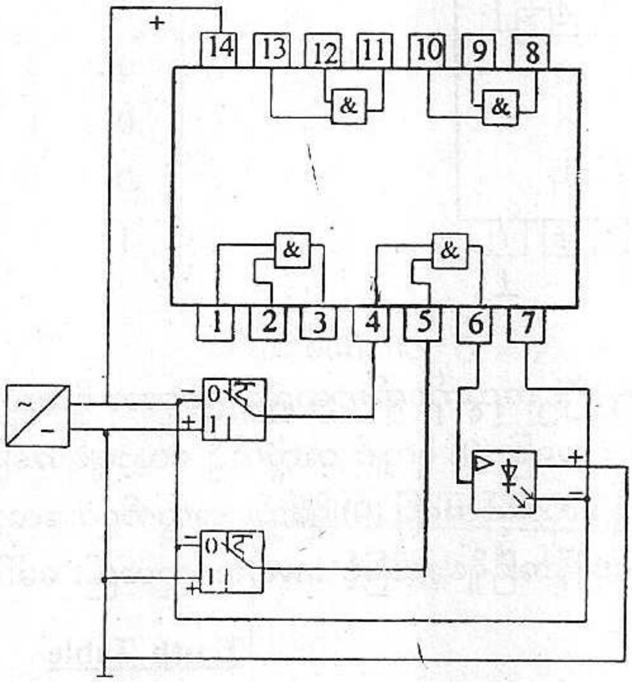
Truth Table

A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(ဂ)

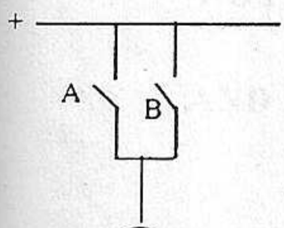
AND GATE Logic လုပ်ငန်းစဉ်ကို Boolean Logic equation ဖြင့်လည်း ဖော်ပြလေ့ရှိပါသည်။ AND လုပ်ငန်းစဉ်အတွက် သင်္ကေတမှာ (.) ဖြစ်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် အထက်ပါလုပ်ငန်းစဉ်အတွက် Logic ညီမျှခြင်းဖြင့် ရေးသော် C = A . B ဟုရေး၍ C သည် A and B နှင့် ညီသည်။ (C is equals A and B) ဟု ဖတ်ရပေမည်။

AND GATE အတွက် T T L IC တွင် အသုံးပြုသော IC နံပါတ်မှာ 7408 ဖြစ်၍ ဖော်ပြပါ A နှင့် B Input နှင့် C Out put အတွက် Logic Function ကို အောက်ပါအတိုင်း တပ်ဆင်နိုင်သည်။

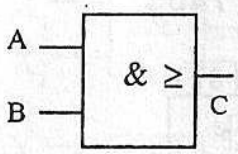


OR GATE

OR GATE တွင် အဝင်ငုတ်နှစ်ခု (သို့) နှစ်ခုထက်ပို၍ ရှိတတ်ပြီး အထွက်ငုတ်မှာ တစ်ခုသာ ရှိပါသည်။ အော်ဂိတ်၏အရည်အချင်းမှာ အဝင်ငုတ်တစ်ခုခုတွင်ဖြစ်စေ အားလုံးတွင်ဖြစ်စေ၊ လော့ဂျစ်အခြေ (1) ရှိလျှင် အထွက်တွင် လော့ဂျစ်အခြေ (1) ရှိမည်။



(က)



(ခ)

Truth Table

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

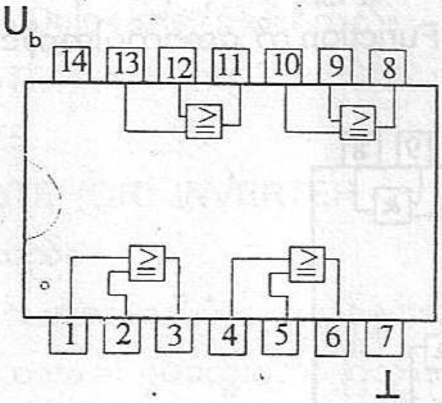
(ဂ)

အော်ဂိတ်လုပ်ငန်းစဉ်အတွက် သင်္ကေတမှာ (+) ဖြစ်ပါသည်။
အော်ဂိတ်လုပ်ငန်းစဉ်ကို Logic ညီမျှခြင်းဖြင့် ရေးသော်

$C = A + B$

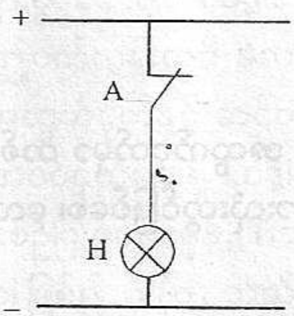
C သည် A OR B နှင့် ညီသည်။ (C equal A or B) ဟု ဖတ်ရသည်။

OR GATE T T L IC 7432

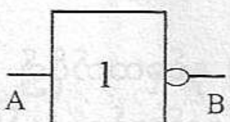


NOT GATE OR INVERTER

နော့(တ်)ဂိတ်တွင် အဝင်ငုတ်တစ်ခုသာရှိပြီး၊ အထွက်ငုတ်မှာလည်း တစ်ခုသာ ရှိသည်။ နော့(တ်)ဂိတ်၏ အရည်အချင်းမှာ အဝင်တွင် လော့ဂျစ်အခြေ (0) ရှိလျှင် အထွက်၌ လော့ဂျစ်အခြေ (1) ရှိပြီး အဝင်၌ လော့ဂျစ်အခြေ (1)ရှိလျှင် အထွက်၌ လော့ဂျစ်အခြေ (0) ရှိမည်။ အထွက်ငုတ်လော့ဂျစ်အခြေသည် အဝင်ငုတ်လော့ဂျစ်အခြေထက် ပြောင်းပြန်အမြဲရှိနေသဖြင့် Inverter ဟုလည်း ခေါ်သည်။



(က)



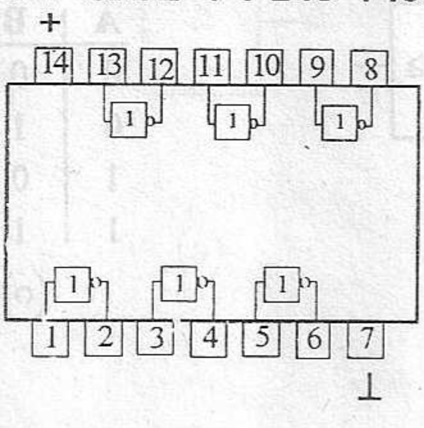
(ခ)

Truth Table

A	B
0	1
1	0

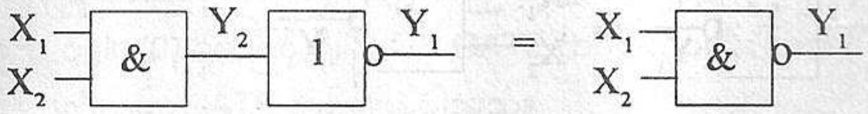
(ဂ)

NOT GATE T T L IC 7404



NAND GATE

နော့ (တ်) ဂိတ်နှင့် အင် (န်) ဂိတ်တို့ပေါင်းစပ်ခြင်းဖြင့် နန်းဂိတ်ကို ရရှိပါသည်။ တူညီသော အဝင်အခြေအနေများအတွက် နန်းဂိတ်အထွက်၏လုပ်ငန်းစဉ်သည် အင်(န်)ဂိတ်အထွက်၏ လုပ်ငန်းစဉ်နှင့် ပြောင်းပြန်ဖြစ်နေကြောင်းတွေ့ရပေမည်။



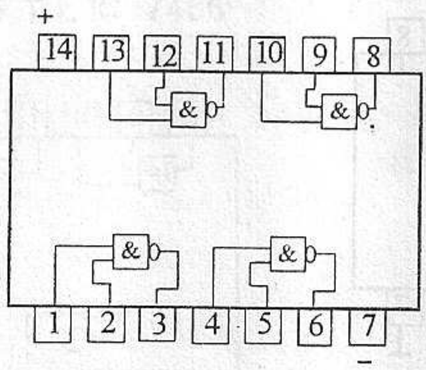
X_1	X_2	Y_1	Y_2
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

=

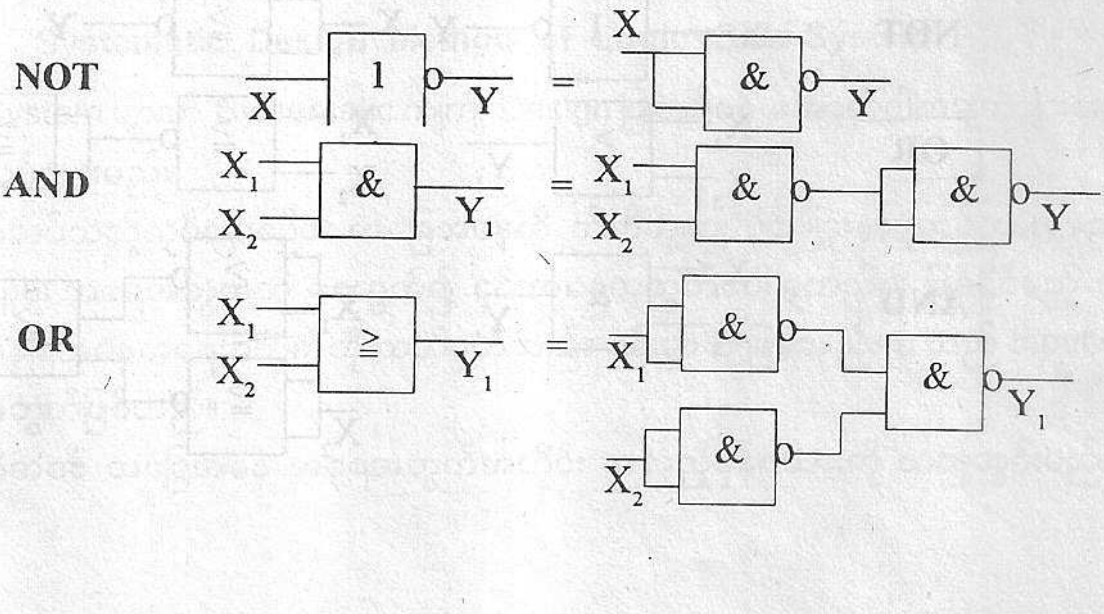
X_1	X_2	Y_1
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Logic equation $C = \overline{A . B}$

NAND GATE T T L IC 7400

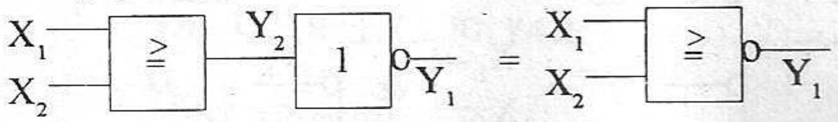


Combination NAND Technich



NOR GATE

နော့ဂိတ်နှင့် အော်ဂိတ်တို့ကို ပေါင်းစပ်လျှင် NOR GATE ကို ရရှိနိုင်ပါသည်။ တူညီသော အဝင်လော့ဂျစ်အခြေများအတွက် နော်ဂိတ်၏လုပ်ငန်းစဉ်သည် အော်ဂိတ်၏လုပ်ငန်းစဉ်နှင့် ပြောင်းပြန် ဖြစ်နေကြောင်းတွေ့ရပါသည်။



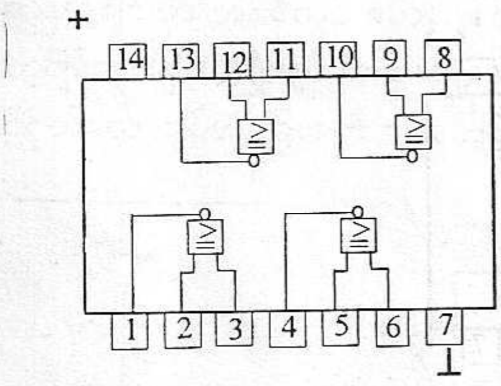
X_1	X_2	Y_1	Y_2
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

=

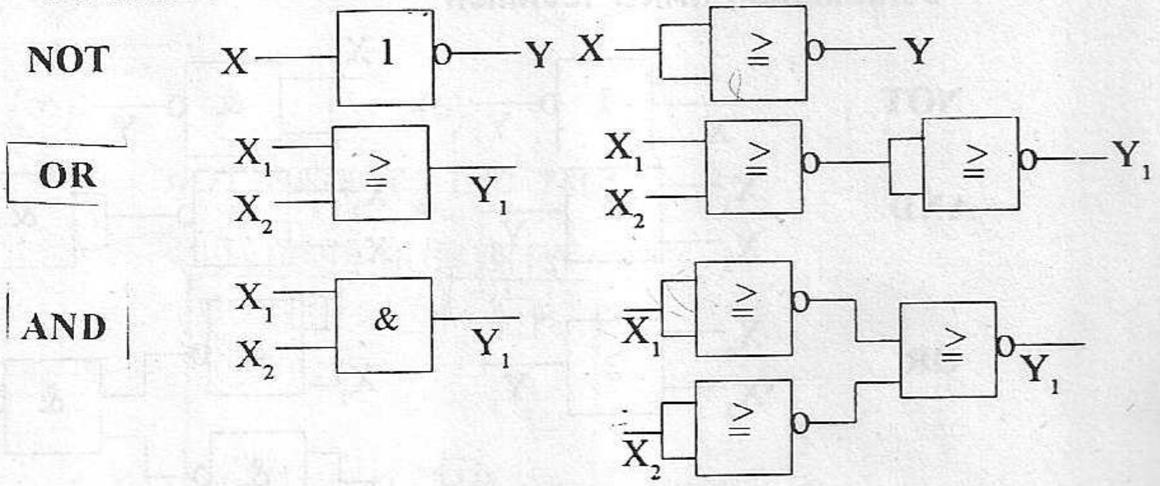
X_1	X_2	Y_1
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Logic equation $Y_1 = \overline{X_1 + Y_2}$

NOR GATE T T L IC 7402



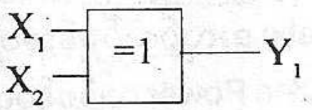
Combination NAND Technich



EXCLUSIVE OR (or) XOR GATE

အိတ်ကလူးဆစ်အော်ဂိတ်တွင် ရိုးရိုးအော်ဂိတ်ကဲ့သို့ပင် အဝင်ငုတ်တစ်ခုခု၌ Logic (1) ဖြစ်နေချိန်တွင် အထွက်ငုတ်တွင် Logic (1) ရှိသော်လည်း အဝင်ငုတ်အားလုံး Logic (1) ဖြစ်ချိန်တွင် အထွက်ငုတ်တွင် Logic (0) ဖြစ်သွားသော ပတ်လမ်းတစ်ခုပင်ဖြစ်သည်။

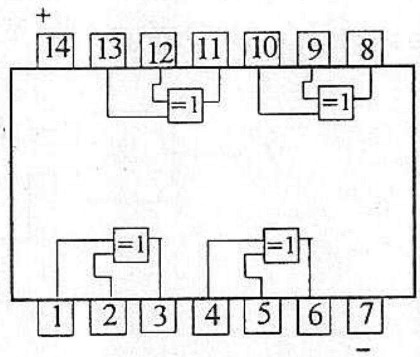
တနည်းအားဖြင့် အဝင်ငုတ်များသည် Logic အခြေမတူမှသာလျှင် အထွက်၌ Logic (1) ရှိပြီး တူခဲ့လျှင် Logic (0) ရှိသဖြင့် ရိုးရိုး OR GATE ထက် လုပ်ငန်း အဆင်ပြေသောကြောင့် အလွန်အသုံးဝင်သော ပတ်လမ်း GATE တစ်ခုဖြစ်ပါသည်။



X_1	X_2	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Logic equation $Y = X_1 + X_2$

XOR GATE T T L IC 7486



Systematic Design Method of Logic Gate System

Logic System များကို Systematic ကျကျ Design ပြုလုပ်ရန် အောက်ပါအချက်များအတိုင်း အဆင့်ဆင့်ပြုလုပ်သွားမည်။

(၁) လိုအပ်သည့်လုပ်ငန်းစဉ်၏ အခြေအနေကို တိတိကျကျ ပိုင်းခြားနားလည်ထားရမည်။

(၂) Input အရေအတွက်ကို ရေတွက်၍ ၎င်းအရေအတွက်ပေါ်မူတည်၍ ဖြစ်နိုင်မည့် အဝင်အခြေအနေအရေအတွက်ကို သတ်မှတ်သည်။ ၎င်းမှာ 2^n ဖြစ်သည်။ n သည် Input အရေအတွက်ဖြစ်သည်။

(၃) ထိုအဝင် အခြေအနေ အရေအတွက်အတိုင်း အလှည့်မှန်ဇယားကို ထည့်သွင်းမည်။

(၄) ထိုအဝင်အခြေအနေအမျိုးမျိုးတွင် မည်သည့်အခြေအနေတွင် အတွက် Logic အခြေ (1) ဖြစ်၍ မည်သည့် အခြေအနေတွင် Logic အခြေ (0) ဖြစ်သည်ဟု Output ဇယားတွင် ဖြည့်သွင်းပါ။

(၅) ထို့နောက် OR System သို့မဟုတ် AND System အတိုင်း Logic equation ချရေးပါ။

(၆) ထို့နောက် အရှိအတိုင်း Logic Gate များကို သုံး၍၄င်း၊ NAND Technic အရသော်၄င်း၊ NOR Technic အရ၄င်း၊ ပုံစံရေးဆွဲကာ လိုအပ်သလို T T L IC ဖြင့် ဖြစ်စေ၊ CMOS IC ဖြင့် ဖြစ်စေ တည်ဆောက်ယူသည်။

ဥပမာ (၁) အိမ်များတွင် အသုံးပြုသော Battery နှင့် အသုံးပြုသည့် Inverter တစ်လုံးကို Automatic အလုပ်လုပ်စေရန် တပ်ဆင်လိုသည်။ ထိုသို့ Automatic အလုပ်လုပ်ရန်အတွက် Battery တစ်လုံးတပ်ဆင်ထား၍ Battery ခလုပ်ကို On ထားရန်လိုအပ်ပြီး Line Power လျှပ်စစ်မလာသောအခါ ၄င်း Invertter ကို On စေ၍ Battery ခလုပ်ပိတ်ထားသောအခါတွင်ဖြစ်စေ Line Power လာနေသော အခါတွင်ဖြစ်စေ ၄င်း Inverter သည် ရပ်နေရမည်ဖြစ်သည်။ ထို့အတွက် Digital Circuit တစ်ခု တည်ဆောက်ပေးပါ။

Inverter အတွက် အဝင် Signal များမှာ-

၁။ Battery တပ်ဆင်ရမည်။ X_1

၂။ Line Power Signal X_2

ထို့ကြောင့်

အဝင်အခြေအနေအရေအတွက် $= 2^n$

$= 2^2 = 4$

∴ အလှည့်မှန်ဇယား ရေးဆွဲလျှင်

X_1	X_2
0	0
1	0
0	1
1	1

Out Put အခြေအနေကို ထည့်သွင်းပါက

အခြေအနေ (၁)	Battery Off, Line Power Off	=	Inverter Off
အခြေအနေ (၂)	Battery On, Line Power Of	=	Inverter On
အခြေအနေ (၃)	Battery Off, Line Power On	=	Inverter Off
အခြေအနေ (၄)	Battery On, Line Power On	=	Inverter Off

∴ အလုပ်မှန်ဇယားအပြည့်အစုံမှာ

X_1	X_2	Y_1
0	0	0
1	0	1
0	1	0
1	1	0

အထက်ပါ အလုပ်မှန်ဇယားမှ AND Technic ဖြင့် Logic equation ရေးလျှင်

$X_1 \wedge \overline{X_2} = Y_1$ သို့မဟုတ် $X_1 . \overline{X_2} = Y_1$

OR Technic ဖြင့်ရေးပါက

$$(X_1 \vee X_2) \wedge (X_1 \vee \overline{X_2}) \wedge (\overline{X_1} \vee \overline{X_2}) = Y_1$$

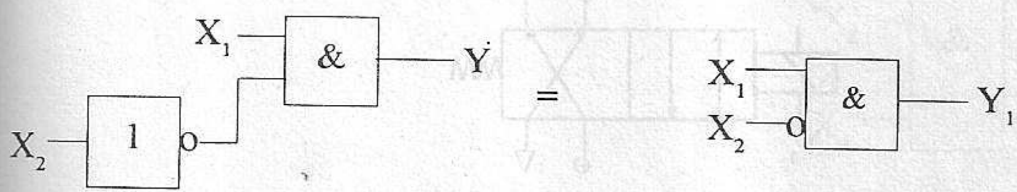
သို့မဟုတ်

$$(X_1 + X_2) . (X_1 + \overline{X_2}) . (\overline{X_1} + \overline{X_2}) = Y_1$$

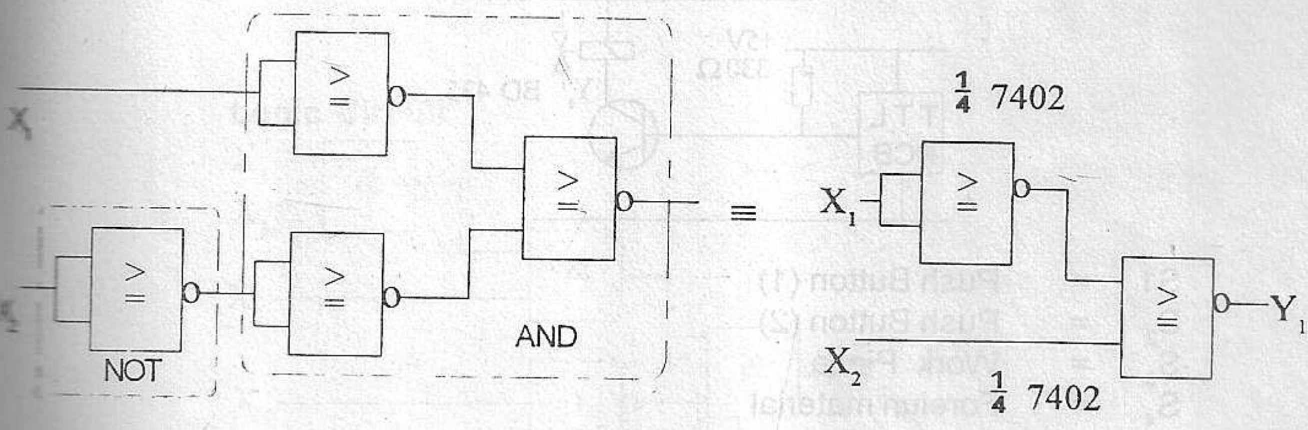
ထို equation ၂ခုတွင် AND Technic ဖြင့် ရေးသော ညီမျှခြင်းမှာ တိုသဖြင့် ၄င်းကို ယူပေသည်။

AND / OR / NOT Technic အရ

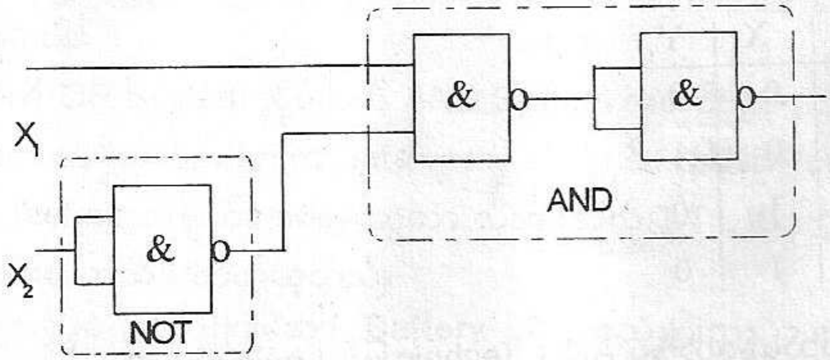
$X_1 \vee \overline{X_2} = Y$ ကို Logic Gate ပုံစံဖြင့် ရေးသော်



NOR Technic

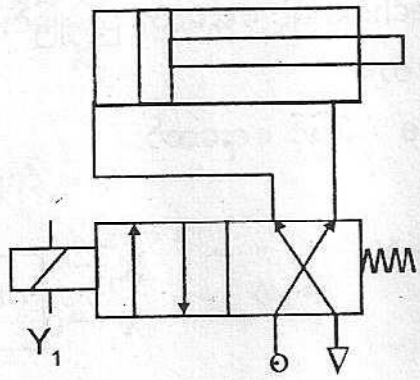


NAND Technic

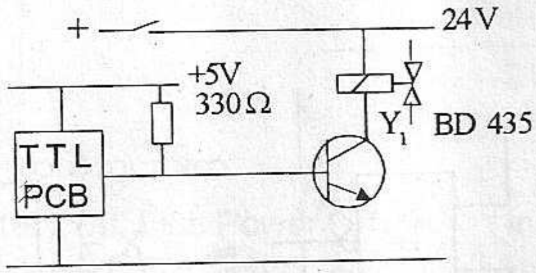


ဥပမာ (၂) Pneumati System တခုတွင် အသုံးပြုမည့် Printed Circuit Boart တခုကို တည်ဆောက်လိုသည်။ ၎င်း Pneumati System ၏ Cylinder သည် ပစ္စည်းတစ်ခုကို ဖိရမည်ဖြစ်ပြီး ၎င်းဖိရန်အတွက် ခလုပ် ၂ခုကို လက်နှစ်ဘက်စလုံးဖြင့် ဖိနှိပ်ရန်လိုအပ်ပြီး ၎င်းအဖိခံရမည့် ပစ္စည်းသည်လည်း နေသားတကျဖြစ်ရမည် ရှိရမည်ဖြစ်ပြီး၊ အခြားမလိုအပ်သည့် အနှောင့်အယှက်ပစ္စည်းများ ဝင်ရောက်နေခြင်း မရှိရပေ။

Pneumatic Power Circuit



Electrical Control Circuit

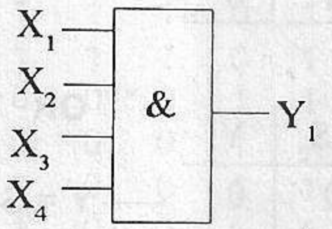


S1	=	Push Button (1)
S_2	=	Push Button (2)
S_3	=	Work Piece
S_4	=	Foreiun material

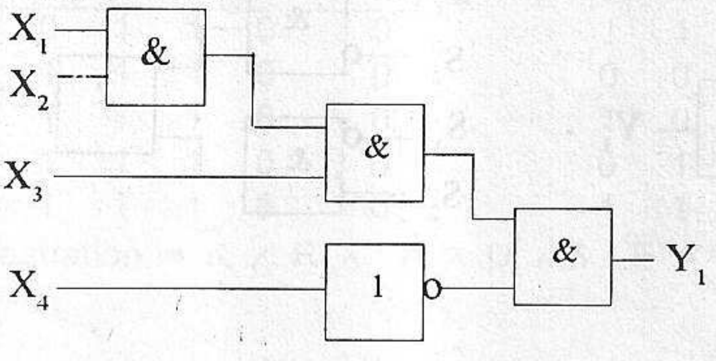
S_1	S_2	S_3	S_4	Y_1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
0	1	0	0	0
1	1	0	0	0
0	0	1	0	0
1	0	1	0	0
0	1	1	0	0
1	1	1	0	1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
0	1	0	0	0
1	1	0	0	0
0	0	1	0	0
1	0	1	0	0
0	1	1	0	0
1	1	1	0	0

$\leftarrow \; S_1 \wedge S_2 \wedge S_3 \wedge S_4 = Y_1$

=



∴ **Logic Circuit**



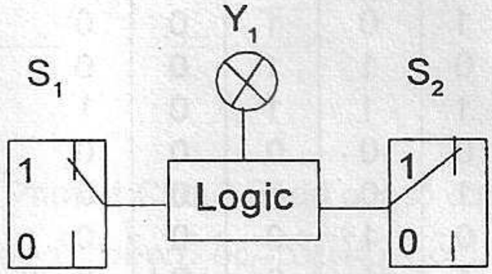
ဥပမာ (၃) **Chain Over Switch**

လျှပ်စစ်ဆက်သွယ်မှုတွင် Chain Over Switch ကို သုံး၍ နေရာနှစ်ခုမှနေ၍ မီးသီးတစ်လုံးကို ဖွင့်ပိတ်ကြသည်။ ၄င်း Chain Over Switch အလုပ်လုပ်ပုံအတိုင်း Electronic Circuit ဖြင့် Circuit တစ်ခု တပ်ဆင်မည်ဖြစ်သည်။ ၄င်းအတွက် Electronic Circuit တစ်ခုတည်ဆောက်ပေးပါ။

Chain Over Switch အတွက်

Input Signal 1 = S_1

Input Signal 2 = S_2



၄င်းအလုပ်လုပ်ပုံမှာ

And Technic

S_1	S_2	Y_1
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

$Y = S_1 \wedge \overline{S_2}$

$Y = \overline{S_1} \wedge S_2$

$$Y = (S_1 \wedge \overline{S_2}) \vee (\overline{S_1} \wedge S_2)$$

OR Technic

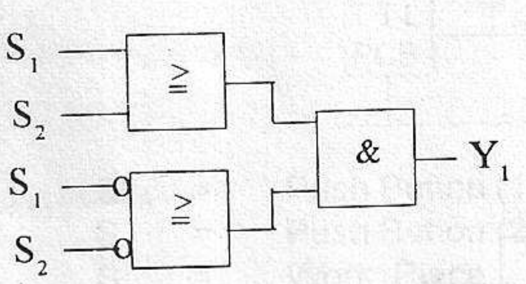
S_1	S_2	Y_1
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

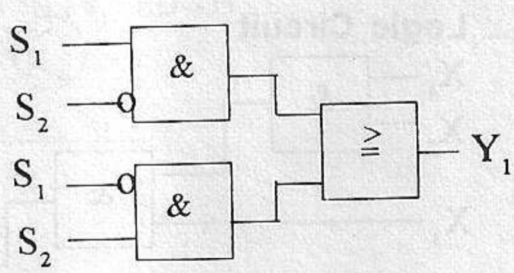
$Y = S_1 \vee S_2$

$Y = \overline{S_1} \vee \overline{S_2}$

$$Y_1 = (S_1 \vee S_2) \wedge (\overline{S_1} \vee \overline{S_2})$$

∴ Logic မှာ





ဥပမာ (၄) အိမ်သုံးသော့တစ်ခုတွင် K, R, A, U, S, E ဟူသော နံပါတ် ၆ ခု ပါဝင်သည်။ ၄င်း နံပါတ် ၆ခုတွင် လျှို့ဝှက်ထားသော နံပါတ် (၃)ခုကို တပြိုင်တည်းနှိမ့်မှသာ ၄င်းအိမ်သော့ပွင့်နိုင်ရန် စီစဉ်ထားသည်။ ၄င်းကို Logic Gate ဖြင့် တည်ဆောက်ပေးပါ။

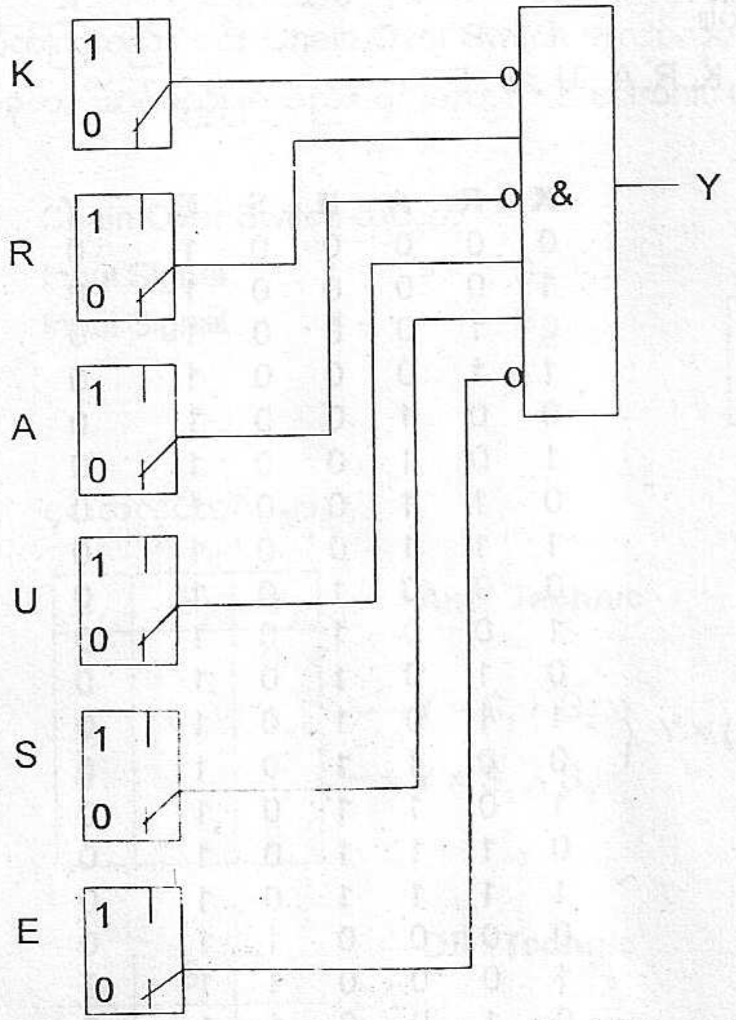
Input အရေအတွက် - 6 No., K, R, A , U , S , E

∴ အလှည့်မှန်ဇယားမှာ

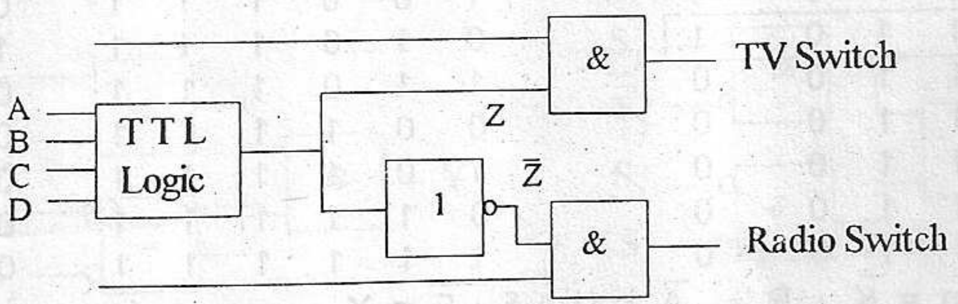
K	R	A	U	S	E	Y	K	R	A	U	S	E	Y
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0
0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0
0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0
1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0

Logic equation = $\overline{K} \wedge R \wedge \overline{A} \wedge U \wedge S \wedge \overline{E} = Y$

Logic Circuit



ဥပမာ (၅) လူ ၄ ဦးရှိသော မိသားစုတွင် အိမ်၌ TV ကြည့်ရန်နှင့် Radio နားထောင်ရန် သဘောတူညီမှုအစီအစဉ်တစ်ခုပြုလုပ်ထားသည်။ အနည်းဆုံး လူ သုံးဦးကသာ သဘောတူ ရွေးချယ်မှသာ **Radio** နားထောင်နေရာမှ TV သို့ ပြောင်းလဲဖွင့်ကြည့်နိုင်သည်။ သုံးဦးထက်နဲသော အရည်အတွက်က TV ကြည့်လိုပါက ခွင့်ပြုမည်မဟုတ်ပေ။ ထို့အတွက် Electronic System တစ်ခုတည်ဆောက်ပေးပါ။



အလှည့်မှန်ဇယား

	A	B	C	D	Z
1	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0
4	1	1	0	0	0
5	0	0	1	0	0
6	1	0	1	0	0
7	0	1	1	0	0
8	1	1	1	0	1

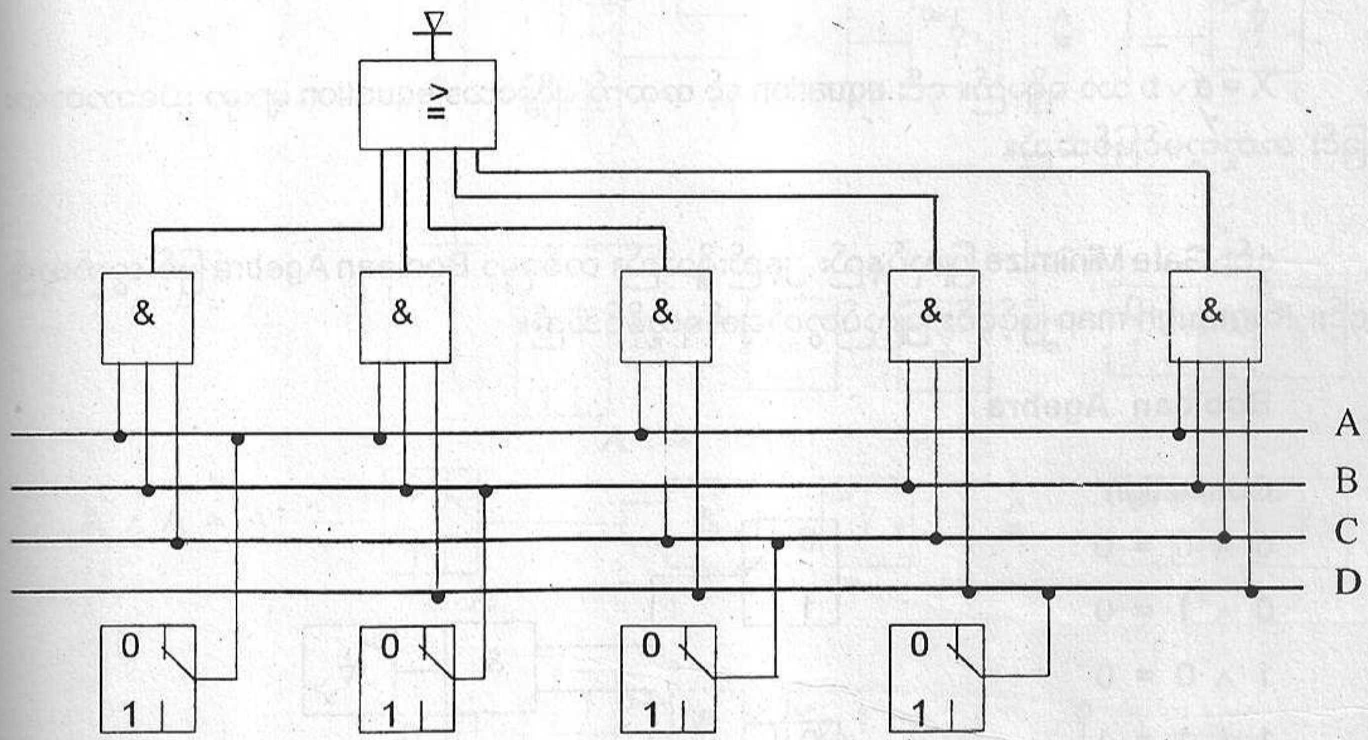
	A	B	C	D	Z
9	0	0	0	1	0
10	1	0	0	1	0
11	0	1	0	1	0
12	1	1	0	1	1
13	0	0	1	1	0
14	1	0	1	1	1
15	0	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1

And Technic အရေအတွက်နည်းသဖြင့်

Logic Equation

$(A \wedge B \wedge C \wedge \overline{D}) \vee (A \wedge B \wedge \overline{C} \wedge D) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge C \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge C \wedge D)$
$\vee (A \wedge B \wedge C \wedge D) = Z$

Logic Gate



GATE MINIMIZATION

Logic Gate များကို Design ပြုလုပ်ရာတွင် အထက်တွင်ဖေါ်ပြထားသည့်အတိုင်း အလှည့်မှန် ဇယားမှ တိုက်ရိုက် AND Technic နှင့် OR Technic များသို့ ပြောင်းယူရာတွင် လွယ်ကူ၍ အမှားအယွင်း ကင်းပေသည်။ သို့သော် Logic Gate အရေအတွက်များ လိုသည်ထက်ပိုနေတတ်သည်။

Truth Table

c	b	a	X
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	1	0	0
1	1	1	1

And Technic

$$X = (\overline{a} \wedge \overline{b} \wedge \overline{c}) \vee (a \wedge \overline{b} \wedge \overline{c}) \vee (a \wedge b \wedge \overline{c}) \vee (\overline{a} \wedge \overline{b} \wedge c) \vee (a \wedge b \wedge c)$$

Or Technic

$$X = (a \vee \overline{b} \vee c) \wedge (a \vee \overline{b} \vee \overline{c})$$

အထက်ပါ Truth Table မှ ရရှိသော equation ကို Logic ပုံစံသို့ ပြောင်းပါက Logic Gate အတွဲ အလွန်ကြီးမားပေမည်။ ၎င်းကို minimization ပြုလုပ်လိုက်ပါက

$X = a \vee \overline{b}$ သာ ရရှိမည်။ ၎င်း equation နှင့် အထက် ရရှိခဲ့သော equation များမှာ သဘောတရား ခြင်း အတူတူပင်ဖြစ်သည်။

၎င်း Gate Minimize ပြုလုပ်နည်း ၂နည်းရှိသည်။ တစ်ခုမှာ Boolean Agebra ဖြင့် တွက်ယူ၍ ၎င်း၊ Karnaugh map ဖြင့်၎င်း ပြုလုပ်တွက်ချက်ရယူနိုင်သည်။

Boolean Agebra

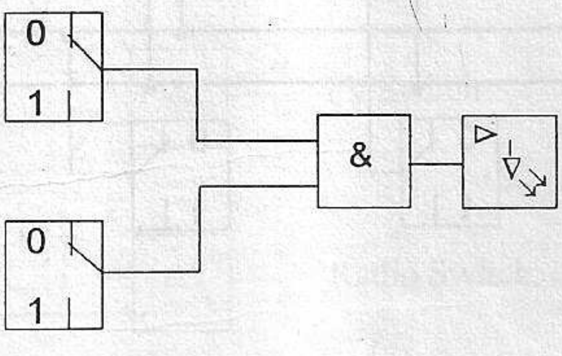
Conjuction

$0 \wedge 0 = 0$

$0 \wedge 1 = 0$

$1 \wedge 0 = 0$

$1 \wedge 1 = 1$



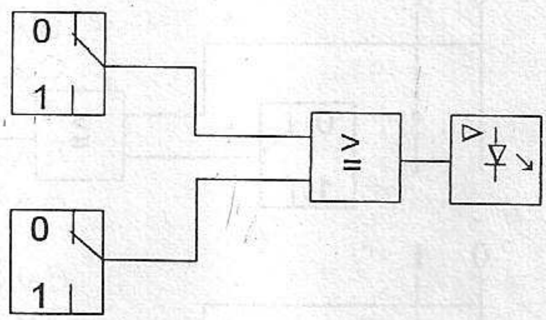
Disjuction

$0 \vee 0 = 0$

$1 \vee 0 = 1$

$0 \vee 1 = 1$

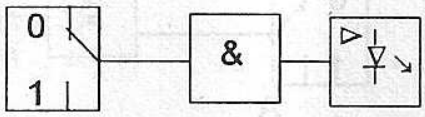
$1 \vee 1 = 1$



Negation

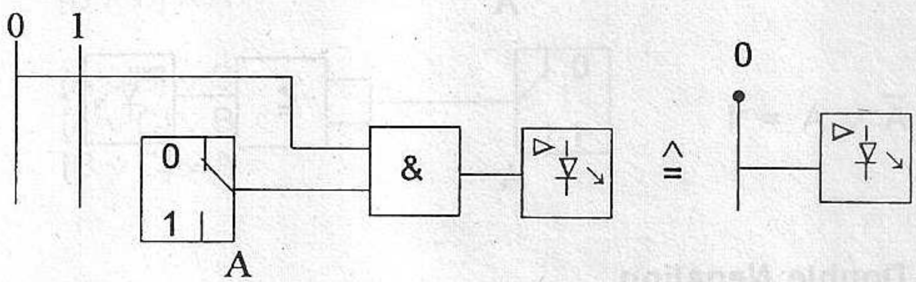
$\overline{0} = 1$

$\overline{1} = 0$

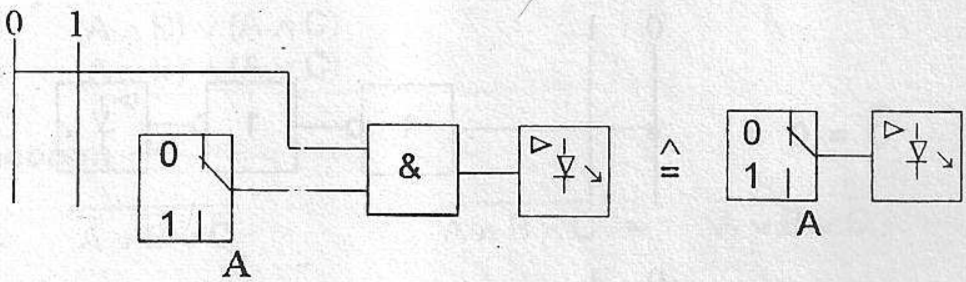


AND Function for constant with one variable

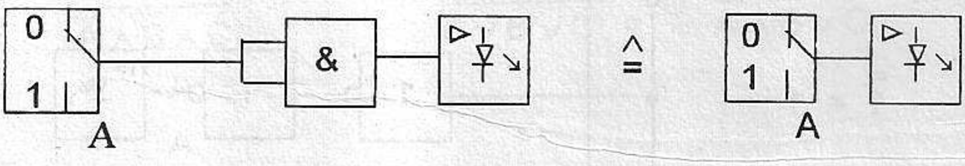
$0 \wedge A = 0$



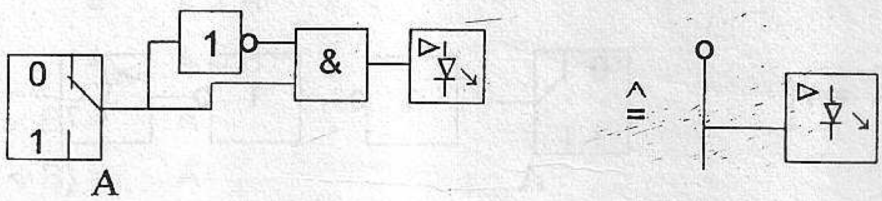
$1 \wedge A = A$



$A \wedge A = A$

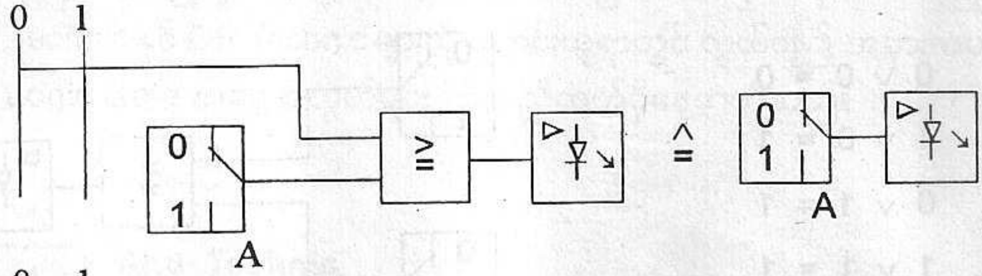


$\overline{A} \wedge A = 0$

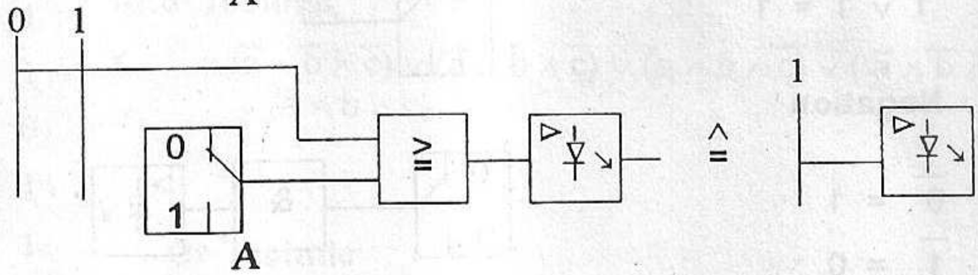


OR Function for constant with one variable

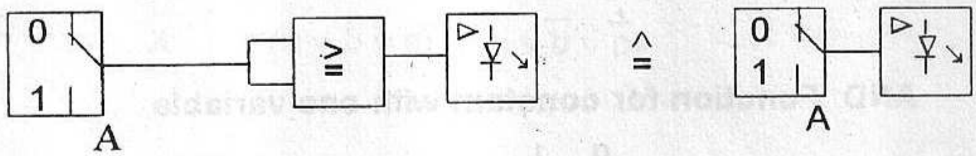
$0 \vee A = A$



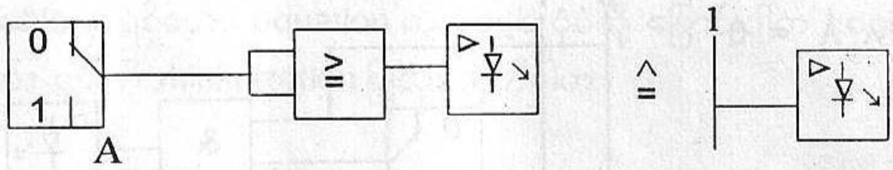
$1 \vee A = 1$



$A \vee A = A$

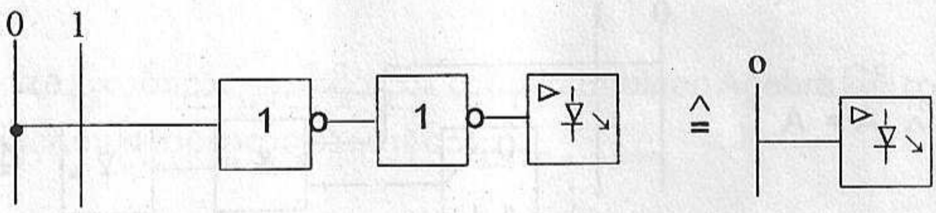


$\overline{A} \vee A = 1$

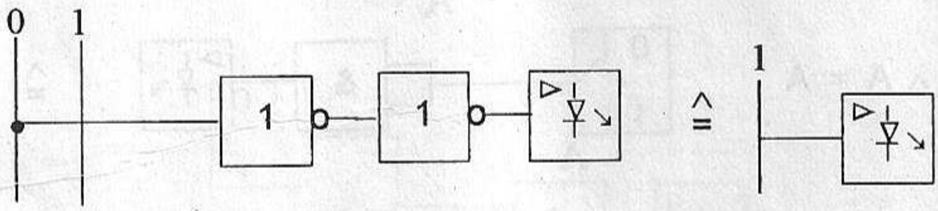


Double Negation

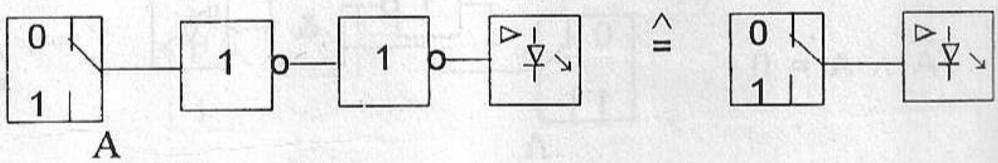
$\overline{\overline{0}} = 0$



$\overline{\overline{1}} = 1$



$\overline{\overline{A}} = A$



Commutative Law

$$A \wedge B \wedge C = A \wedge C \wedge B$$
$$= B \wedge A \wedge C$$
$$= B \wedge C \wedge A$$
$$= C \wedge A \wedge B$$
$$= C \wedge B \wedge A$$

$$A \vee B \vee C = A \vee C \vee B$$
$$= B \vee A \vee C$$
$$= B \vee C \vee A$$
$$= C \vee A \vee B$$
$$= C \vee B \vee A$$

Associative Laws

$$A \wedge B \wedge C = [A \wedge B] \wedge C$$
$$= [A \wedge C] \wedge B$$
$$= [B \wedge C] \wedge A$$

$$A \vee B \vee C = [A \vee B] \vee C$$
$$= [A \vee C] \vee B$$
$$= [B \vee C] \vee A$$

Distribution Law

$$A \wedge B \vee C = (A \wedge B) \vee (A \wedge C)$$
$$A \wedge B \vee C = (A \vee B) \wedge (A \vee C)$$

De - Morgen - Theorem

$$A \wedge (B \wedge C) = \overline{\overline{A} \vee \overline{B} \vee \overline{C}} \qquad \because \quad \overline{A \wedge B \wedge C} = \overline{A} \vee \overline{B} \vee \overline{C}$$

$$A \vee (B \wedge C) = \overline{\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{C}} \qquad \overline{A \vee B \vee C} = \overline{A} \wedge \overline{B} \vee \overline{C}$$

$$A \vee (A \wedge B) = A$$
$$A \wedge (A \vee B) = A$$
$$A \wedge (\overline{A} \vee B) = A \wedge B$$
$$A \vee (\overline{A} \wedge B) = A \vee B$$
$$(A \wedge B) \vee (A \wedge \overline{B}) = A$$
$$(A \vee B) \wedge (A \vee \overline{B}) = A$$

KV Diagram

Truth Table

d	c	b	a	field
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

for two variable

	$\bar{a}$	a
$\bar{b}$	0	1
b	2	3

b \ a	0	1
0	0	1
1	2	3

for three variable

b \ ac	00	10	11	01
0	0	1	5	4
1	2	3	7	6

	$\bar{a}$	a	a	$\bar{a}$
$\bar{b}$	0	1	5	4
b	2	3	7	6
	$\bar{c}$	$\bar{c}$	c	c

for four variable

	$\bar{a}$	a	a	$\bar{a}$	
$\bar{b}$	0	1	5	4	$\bar{d}$
b	2	3	7	6	$\bar{d}$
b	10	11	15	14	d
$\bar{b}$	8	9	13	12	d
	$\bar{c}$	$\bar{c}$	c	c	

bd \ ac	00	10	11	01	
	0	1	5	4	00
	2	3	7	6	10
	10	11	15	14	11
	8	9	13	12	01

ဥပမာ (1)

Truth Table

c	b	a	X
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

And technic အရ

$$X = (\bar{a} \wedge \bar{b} \wedge \bar{c}) \vee (a \wedge \bar{b} \wedge \bar{c}) \vee (a \wedge b \wedge \bar{c}) \vee (\bar{a} \wedge \bar{b} \wedge c) \vee (a \wedge \bar{b} \wedge c) \vee (a \wedge b \wedge c)$$

Or technic အရ

$$X = (a \vee \bar{b} \vee c) \wedge (a \vee \bar{b} \vee \bar{c})$$

three variable ဖြစ်သဖြင့်

	$\bar{a}$	a	a	$\bar{a}$
$\bar{b}$	1	1	1	1
b	0	1	1	0
	$\bar{c}$	$\bar{c}$	c	c

နှစ်ကွက်၊ ၄ ကွက် စုံဂဏာန်းရရန်ယူသည်။
၄င်းမှ မပြောင်းလဲသော တန်ဖိုးကို ယူသော်

$X = a \vee \bar{b}$ ဖြစ်သည်။

ဥပမာ (2)

Truth Table

	d	c	b	a	X
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	0
3	0	0	1	1	0
4	0	1	0	0	1
5	0	1	0	1	1
6	0	1	1	0	0
7	0	1	1	1	0
8	1	0	0	0	1
9	1	0	0	1	0
10	1	0	1	0	0
11	1	0	1	1	0
12	1	1	0	0	1
13	1	1	0	1	1
14	1	1	1	0	1
15	1	1	1	1	1

And technic အရ

$$X = (\bar{a} \wedge \bar{b} \wedge \bar{c} \wedge \bar{d}) \vee (a \wedge \bar{b} \wedge \bar{c} \wedge \bar{d}) \vee (\bar{a} \wedge \bar{b} \wedge c \wedge \bar{d})$$
$$\vee (a \wedge \bar{b} \wedge c \wedge \bar{d}) \vee (\bar{a} \wedge \bar{b} \wedge \bar{c} \wedge d) \vee (\bar{a} \wedge \bar{b} \wedge c \wedge d)$$
$$\vee (a \wedge \bar{b} \wedge c \wedge d) \vee (\bar{a} \wedge b \wedge c \wedge d) \vee (a \wedge b \wedge c \wedge d)$$

Or technic အရ

$$X = (a \vee \bar{b} \vee c \vee d) \wedge (\bar{a} \vee \bar{b} \vee c \vee d) \wedge (a \vee \bar{b} \vee \bar{c} \vee d)$$
$$\wedge (\bar{a} \vee \bar{b} \vee \bar{c} \vee d) \wedge (\bar{a} \vee b \vee c \vee \bar{d}) \wedge (a \vee \bar{b} \vee c \vee \bar{d})$$
$$\wedge (\bar{a} \vee \bar{b} \vee c \vee \bar{d})$$

	$\bar{a}$	a	a	$\bar{a}$	
$\bar{b}$	0: 1	1: 1	5: 1	4: 1	$\bar{d}$
b	2: 0	3: 0	7: 0	6: 0	$\bar{d}$
b	10: 0	11: 0	15: 1	14: 1	d
$\bar{b}$	8: 1	9: 0	13: 1	12: 1	d
	$\bar{c}$	$\bar{c}$	c	c	

$X \overline{=} (\bar{a} \wedge b) \overline{\vee} (\bar{b} \wedge d) \vee (a \wedge d)$

Distributed Law အရ

$X \overline{=} b \overline{\wedge} (\bar{a} \vee d) \vee (c \wedge d)$

ဥပမာ (2)

Truth Table

a	b	c	d	X
0	0	0	0	1
1	0	0	0	0
0	1	0	0	0
1	1	0	0	0
0	0	1	0	1
1	0	1	0	1
0	1	1	0	0
1	1	1	0	0
0	0	0	1	1
1	0	0	1	0
0	1	0	1	0
1	1	0	1	0
0	0	1	1	1
1	0	1	1	1
0	1	1	1	1
1	1	1	1	1

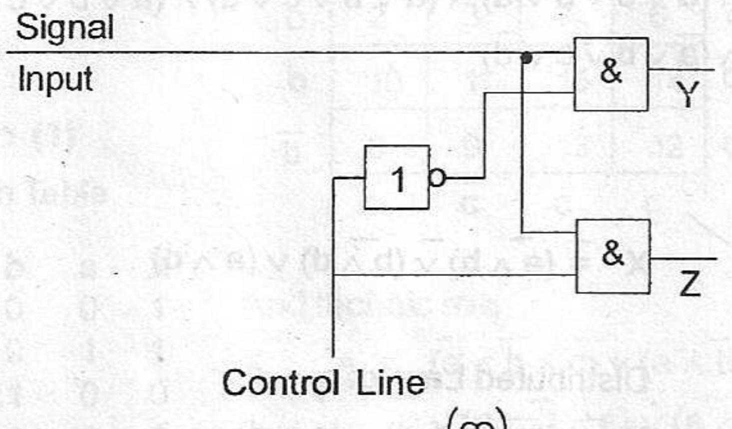
And Technic အရ

$$X = (\bar{a} \wedge \bar{b} \wedge \bar{c} \wedge \bar{d}) \vee (\bar{a} \wedge \bar{b} \wedge c \wedge \bar{d}) \vee (a \wedge \bar{b} \wedge c \wedge \bar{d})$$
$$\vee (\bar{a} \wedge \bar{b} \wedge \bar{c} \wedge d) \vee (\bar{a} \wedge \bar{b} \wedge c \wedge d) \vee (a \wedge \bar{b} \wedge c \wedge d)$$
$$\vee (\bar{a} \wedge b \wedge c \wedge d) \vee (a \wedge b \wedge c \wedge d)$$

	$\bar{a}$	a	a	$\bar{a}$	
$\bar{b}$	^{0} 1	^{1} 0	^{5} 1	^{4} 1	$\bar{d}$
b	^{2} 0	^{3} 0	^{7} 0	^{6} 0	$\bar{d}$
b	^{10} 0	^{11} 0	^{15} 1	^{14} 1	d
$\bar{b}$	^{8} 1	^{9} 0	^{13} 1	^{12} 1	d
	$\bar{c}$	$\bar{c}$	c	c	

$$X = (a \wedge \bar{c}) \vee (b \wedge \bar{d}) \vee (b \wedge \bar{c})$$
$$= (b \wedge \bar{a}) \vee (b \wedge \bar{c}) \vee (a \wedge \bar{c})$$
$$= b \wedge (\bar{d} \wedge c) \vee (a \wedge \bar{c})$$

SINGNAL - STEERING SYSTEM

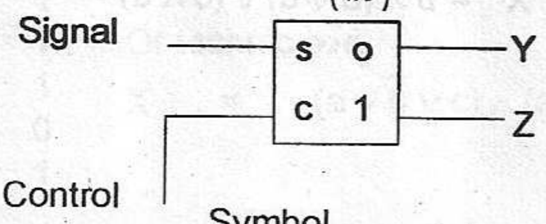


(က)

Truth Table

Input		Output	
control	signal	Y	Z
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	0	1

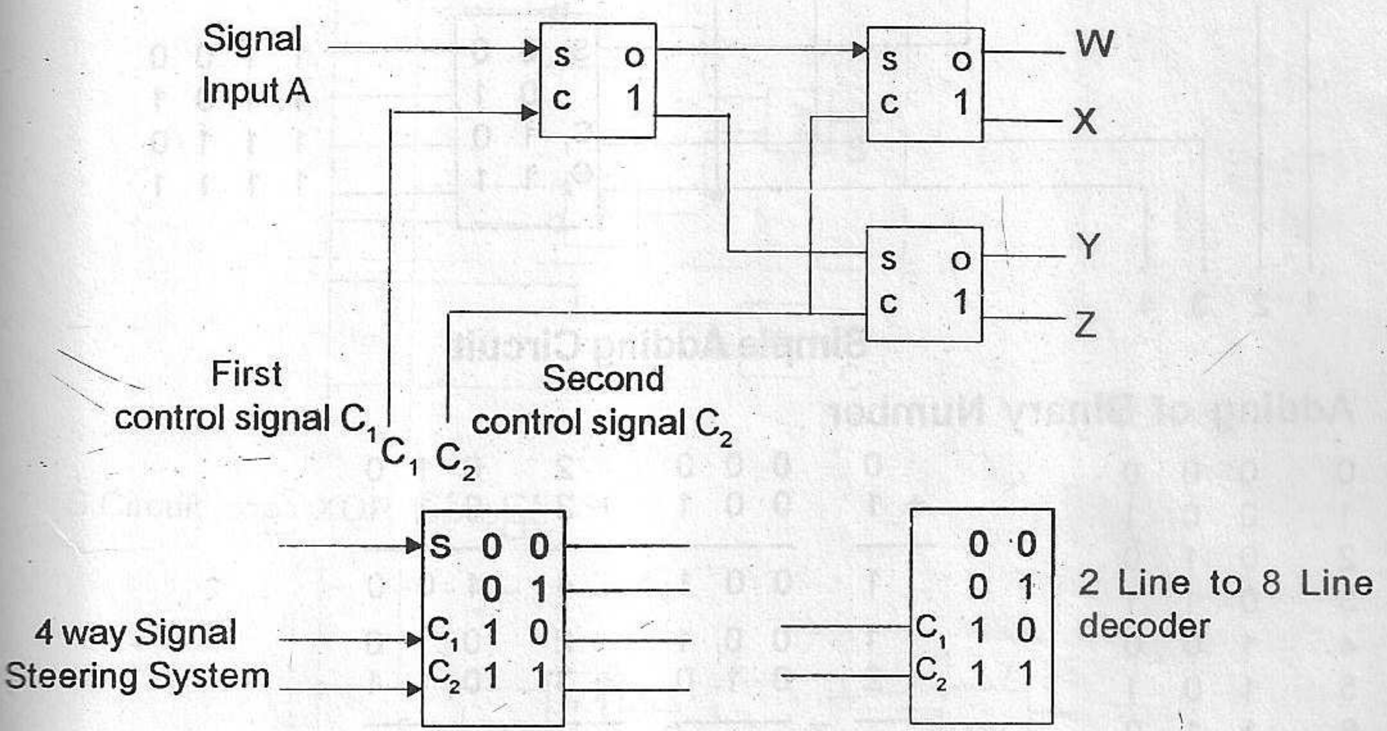
(ခ)



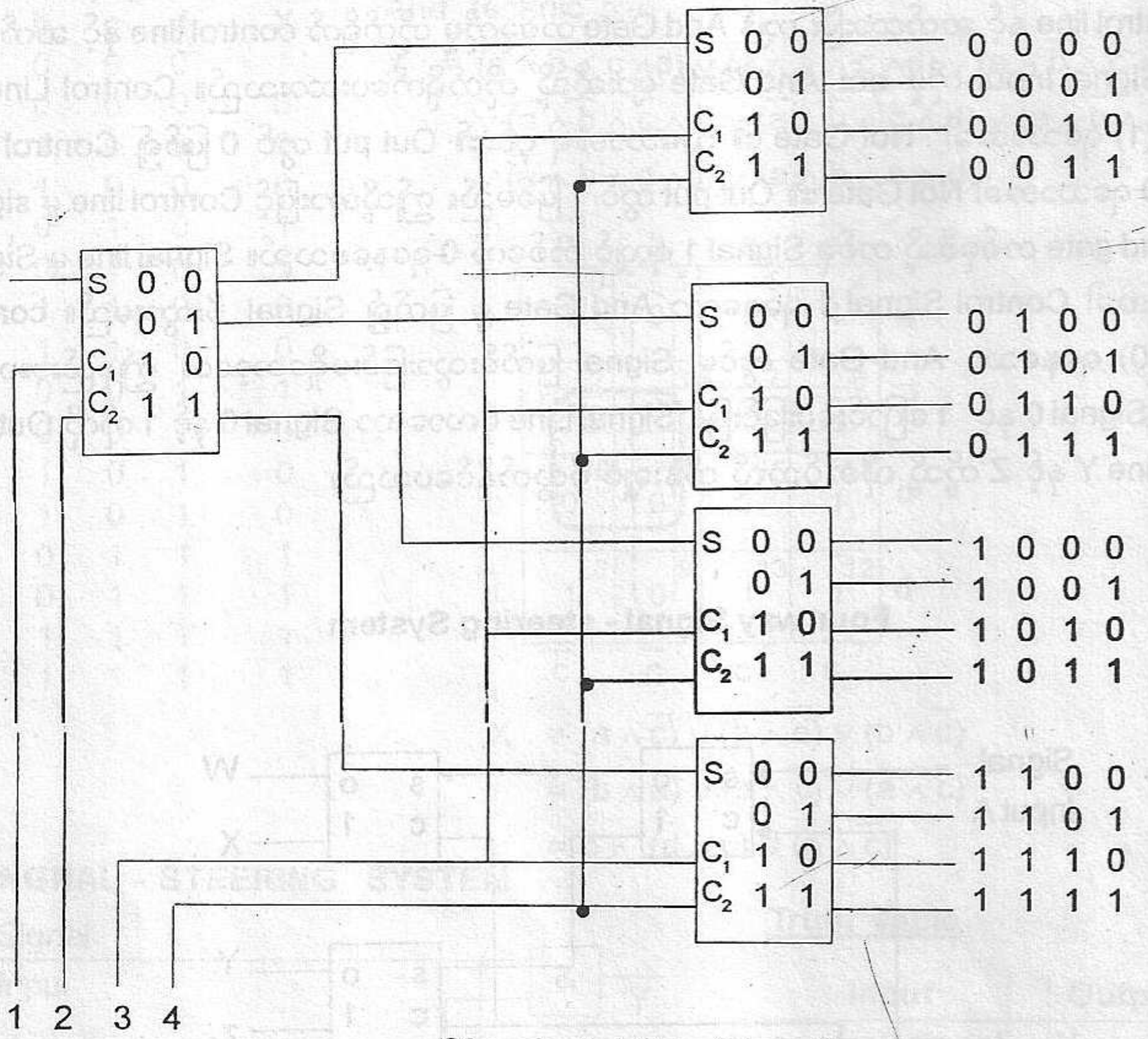
(ဂ)

ပုံတွင် Signal Stearing System ၏ အခြေခံ two way Signal Stearing System ကို ဖော်ပြထားသည်။ ၎င်းတွင် ပုံ (က) အရ And gate နှစ်ခုပါဝင်ပြီး ၎င်း And Gate တစ်ခုကို Not Gate ခံ၍ control line နှင့် ဆက်ထားပြီး ကျန် And Gate တစ်ခုကိုမူ တိုက်ရိုက် control line နှင့် ဆက်ထားသည်။ Signal Input ကိုမူ ၎င်း And Gate များဆီသို့ တိုက်ရိုက်ပေးထားသည်။ Control Line မှ Signal (1) ရသောအခါ Not Gate ၏ သဘောအရ ၎င်း၏ Out put တွင် 0 ဖြစ်၍ Control line Signal 0 ရသောအခါ Not Gate ၏ Out put တွင် 1 ဖြစ်မည်။ ဤသို့အားဖြင့် Control line မှ signal သည် And gate တစ်ခုစီသို့ တစ်ခု Signal 1 ရလျှင် တစ်ခုကို 0 ရနေစေသည်။ Signal line မှ Signal ရရှိသောအခါ Control Signal 1 ရနေသော And Gate မှ ဖြတ်၍ Signal စီးသွားမည်။ control signal (0) ရနေသော And Gate တွင်မူ Signal ဖြတ်စီးသွားခြင်းမရှိတော့ပေ။ ဤနည်းအားဖြင့် Control Signal 0 နှင့် 1 ပြောင်းပေးခြင်းဖြင့် Signal Line မှလာသော SIgnal 0 နှင့် 1 ကိုကို Out put Signal line Y နှင့် Z တို့သို့ လိုအပ်သလို ထိန်းချုပ် ပို့လွှတ်နိုင်ပေသည်။

Four way Signal - steering System



Sixteen Way Signal Steering System (4 line to 16 line decoder)



Simple Adding Circuit

Adding of Binary Number

0	0 0 0
1	0 0 1
2	0 1 0
3	0 1 1
4	1 0 0
5	1 0 1
6	1 1 0
7	1 1 1

0	0 0 0	2	0 1 0
+ 1	0 0 1	+ 2	0 1 1
1	0 0 1	4	1 0 0
1	0 0 1	2	0 1 0
+ 2	0 1 0	+ 3	0 1 1
3	0 1 1	5	1 0 1

ဖော်ပြပါ ဥပမာများအရ binary number ၏ အခြေခံ 0 နှင့် 1 တို့၏ ပေါင်းခြင်းတွ
0 + 0 = 0 0 + 1 = 1 နှင့် 1 ± 1 = 0 ရ၍ 1 curry ဖြစ်သည်ကို တွေ့ရသည်။

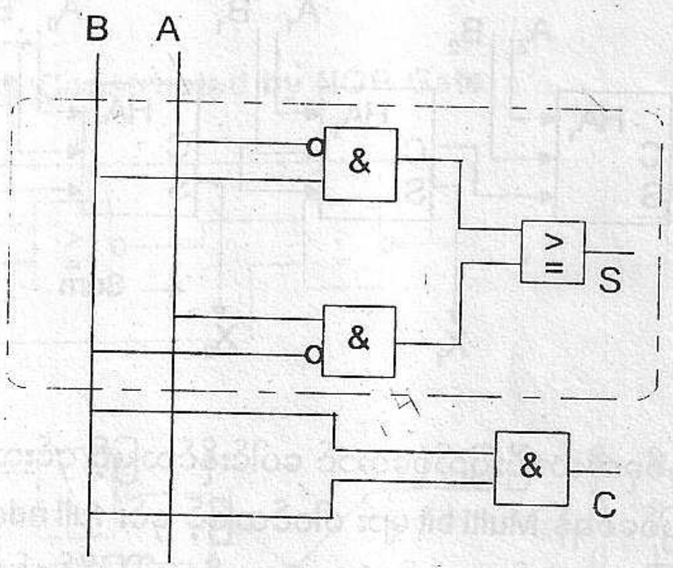
ထို့ကြောင့် binary number တစ်လုံးပေါင်းခြင်းကို Truth Table အရ အောက်ပါအတိုင်းရေးနိုင်သည်။

Input		Output	
A	B	C	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

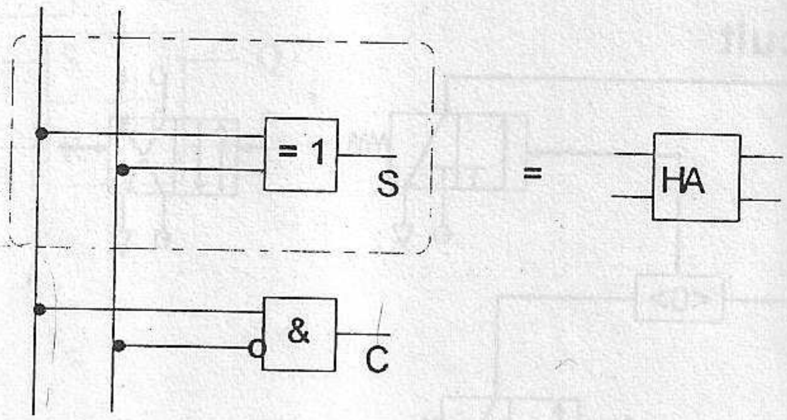
C အတွက် Out put ယူသော်
And Technic အရ
$C = B \wedge A$

S အတွက် Out put ယူသော်
$S = (\bar{A} \wedge B) \vee (A \wedge \bar{B})$

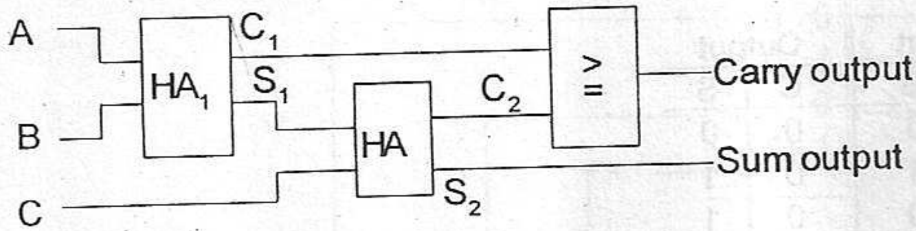
Logic Circuit အရ



S Circuit သည် XOR ဖြစ်သဖြင့်

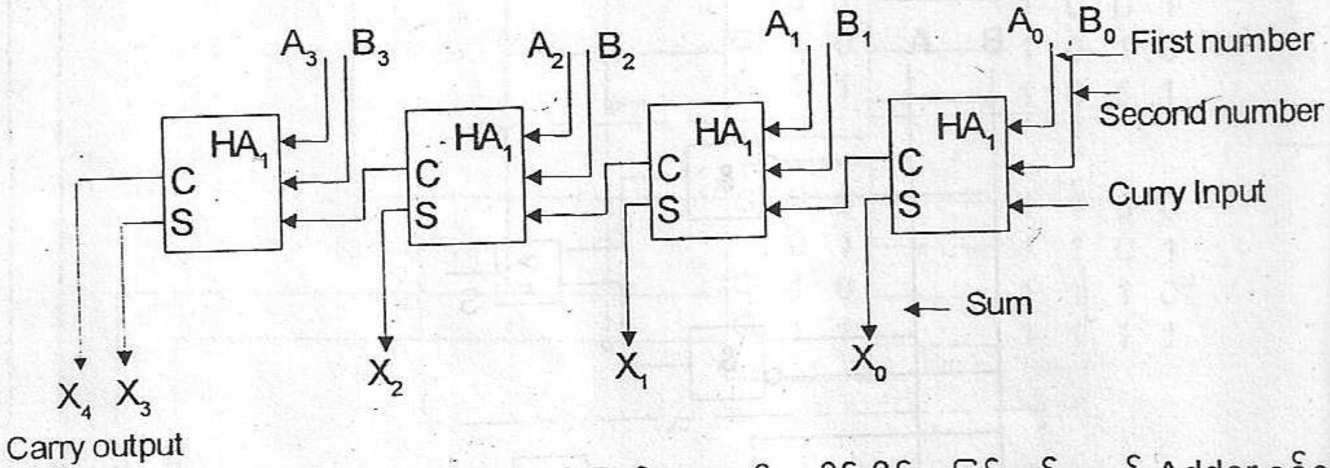


The Full Adder



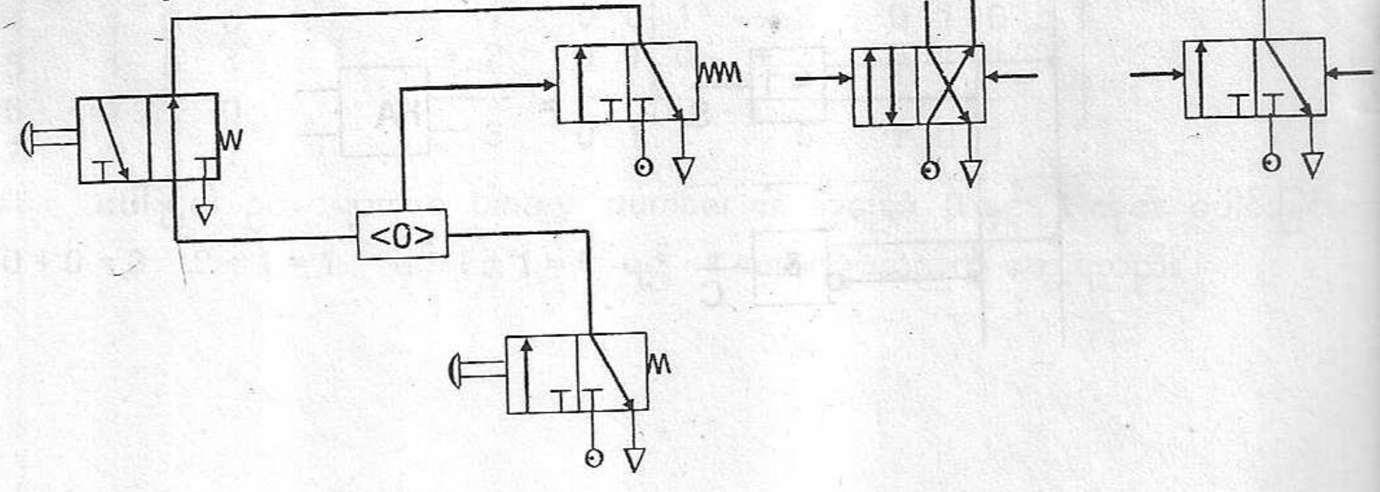
Binary Number နှစ်ခုအား ပေါင်းရာတွင် တစ်ကြိမ်ပေါင်းရာနှင့် ရရှိသော အဖြေသည် 1 bit ပိုများသည်။ ထို့ကြောင့် bit column တစ်ခုပိုပါရမည်။ ၄င်းသည် Curry ပင် ဖြစ်သည်။ Half Adder ကိုပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း တပ်ဆင်ပါက full adder တစ်ခုရရှိသည်။ full adder တွင် အဝင်တွင်ပင် Carry bit တစ်ခုပါရှိသဖြင့် ကြိုတင်၍ Curry input ပေးနိုင်လေသည်။

4 bit full Adder

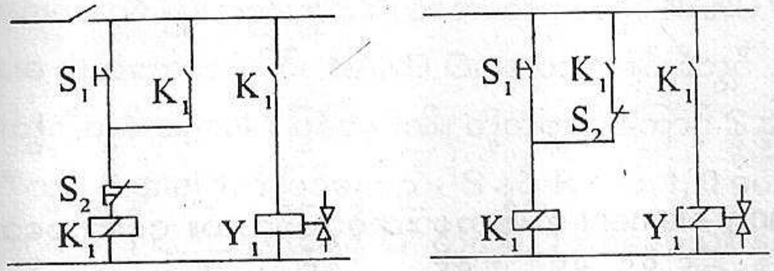


Full Adder သည် 1 bit နှစ်ခုကိုသာပြီးပြည့်စုံအောင် ပေါင်းနိုင်သဖြင့် ၄င်းသည် Adder စစ်စ မဖြစ်သေးပေ။ Number တစ်ခုဖြစ်စေရန် Multi bit များ **ပါဝင်သဖြင့်** ၄င်း **full adder** များ စုပေါင်း၍ multy bit adder များဖန်တည်းကြလေသည်။ ဂဏန်း **0 to 9 အထိ ဖေါ်**ပြနိုင်ရန်အတွက် အောက်ပ အတိုင်း bit ၄ခုဖြင့် ဖေါ်ပြနိုင်သည်။

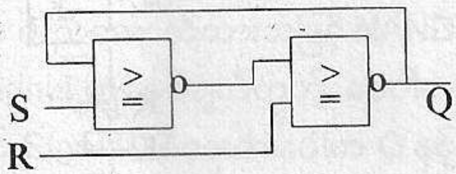
Memory Circuit

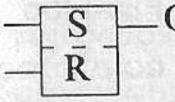


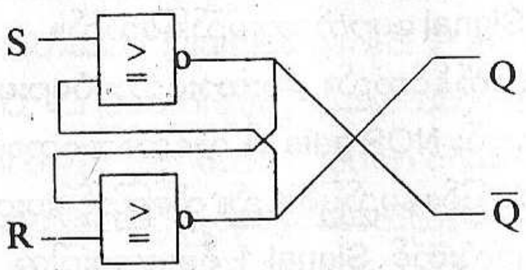
Electrical

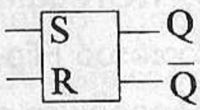


Electronic

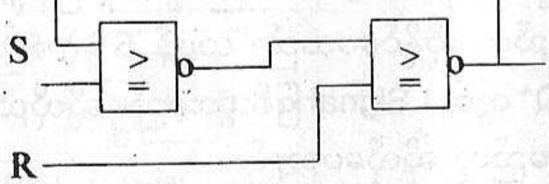




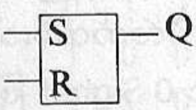


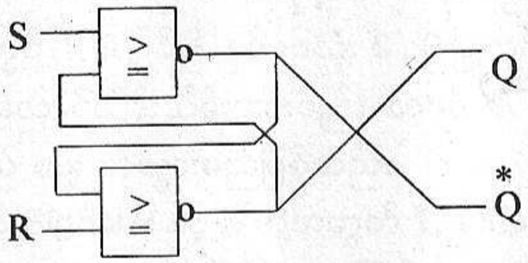


R.S Flip-Flop Constructed by NOR Gate

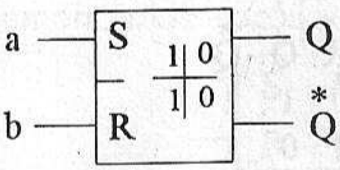


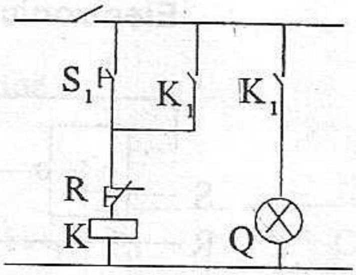
=





S	R	Q	Q*	
0	0	x	x	
0	1	0	1	
1	0	1	0	
1	1	0	0	← စကြည့်ရမည့်နေရာ

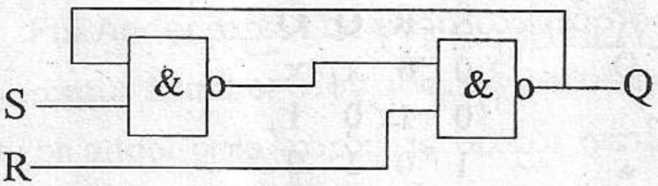


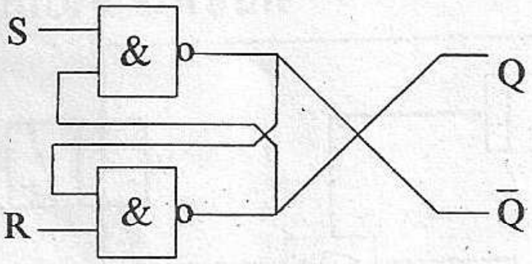


R.S Flip-Flop ဆိုသည်မှာ Memory element အမျိုးအစားတစ်ခုဖြစ်သည်။ ၎င်း၏သဘော သဘာဝမှာ ပေးလိုက်သော Signal ကို သိုလှောင်ထိမ်းသိမ်းထားနိုင်လေသည်။ ပုံတွင် S မှ Signal ကို ပေးလိုက်ပါက S ကို ပြန်ရုပ်သိမ်းလိုက်သော်လည်း Resert (R) မပေးမချင်း Q တွင် ဆက်တိုက် ရရှိနေမည်ဖြစ်သည်။ R Signal ပေးလိုက်မှသာ Q တွင် Signal ပျောက်သွားမည်ဖြစ်သည်။

R.S Flip Flop ကို NOR gate ဖြင့် တည်ဆောက်နိုင်သည်။ ပေးထားသော ပုံများမှာ NOR gate ဖြင့် တည်ဆောက်ထားသော Flip-Flop များဖြစ်သည်။ NOR gate ၏ သဘောသဘာဝအတိုင်း အဝင် Signal များတွင် တစ်ခုခုရှိပါက အထွက် Signal 0 ဖြစ်နေမည်ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် ပေးထားသော NOR Gate နှစ်ခုအတွဲတွင် a (S) နှင့် b (R) တို့ ၂ခုလုံးတွင် Signal 1 စီပေးထားပါက အထွက် Signal Q နှင့် Q^* တို့တွင် 0 နှစ်ခုလုံးဖြစ်နေမည်။ ၎င်း၏သဘောကို $\frac{1|0}{1|0}$ သင်္ကေတဖြင့် ပြထားသည်။ ထို့နောက် S နှင့် R ကို 1 နှင့် 0 ပြုလုပ်လိုက်လျှင် Q တွင် 1 ရသွားပြီး၊ S နှင့် R ကို 0,0 ပြန် လုပ်လျှင် Q တွင် 1 Signal ကျန်ခဲ့မည်။ ဆိုလိုသည်မှာ S မှ 1 signal သည် ၎င်းကို ပြန်ရုပ်သိမ်းလိုက်သော်လည်း Q တွင် ဆက်လက်ထိမ်းသိမ်းထားသည်ဟု ဆိုနိုင်ပေသည်။ တဖန် S နှင့် R ကို 0 နှင့် 1 ပြုလုပ်လိုက်ပါက Q တွင် 0 Signal ဖြစ်သွားပြီး Q* တွင် 1 Signal ဖြစ်သွားမည်။ ဆိုလိုသည်မှာ R မှ Reset ပြုလုပ်လိုက်မှသာ Q မှ Signal ပြတ်သွားမည်ဟု ဆိုလိုပေသည်။

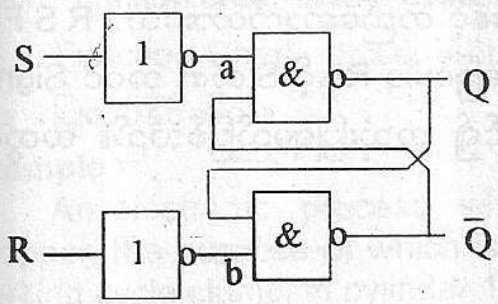
R - S Flip Flop Constructed by NAND gate





S	R	Q	Q*
0	0	1	1
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	x	x

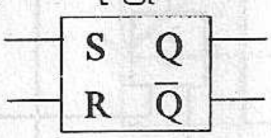
NAND gate ဖြင့် R.S Flip Flop သည်လည်း Signal ကို ထိန်းသိမ်းထားနိုင်သည်။ Memory element ပင် ဖြစ်သည်။ ၄င်း၏သဘောသဘာဝမှာ NAND Gate ဖြင့် တည်ဆောက်ထားသဖြင့် NAND gate ၏သဘောအတိုင်း NAND Gate တစ်ခုချင်းစီတွင် အဝင် signal တစ်ခုခုစီပျက်ကွက် နေပါက အထွက်တွင် signal 1 ဖြစ်နေမည်။ ထို့အတွက်ကြောင့် S နှင့် R တွင် Signal 0 စီပေးထားပါက Q နှင့် Q* တွင် Signal 1, 1 ဖြစ်နေမည်။ S နှင့် R တွင် 1, 0 ပေးပါက Q နှင့် Q* တွင် 1, 0 ဖြစ်ကာ S နှင့် R တွင် 0, 1 ပေးပါက Q နှင့် Q* တွင် 0, 1 ဖြစ်နေမည်။ နှစ်ခုစလုံးတွင် 1, 1 ပေးလိုက်ပါက ထို့အရင် ပေးခဲ့သော အနေအထားအတိုင်းရှိမည်။ ထို့ကြောင့် NAND Gate ဖြင့် တည်ဆောက်သော ကို $\begin{array}{c|c}1&0\\1&0\end{array}$ ဖြင့် သင်္ကေတပြလေသည်။ NAND gate ဖြင့် တည်ဆောက်သော Flip Flop ကို NOR gate ဖြင့် တည်ဆောက်သော Flip Flop အတိုင်း R နှင့် S singnal နှစ်ခုလုံး ရုပ်သိမ်းလိုက်လျှင် သို့မဟုတ် R နှင့် S, O, O ဖြစ်သွားချိန်တွင် နောက်ဆုံးပေးခဲ့သည့် Signal ကို သိုလှောင်ထားသည့် Memory Element အဖြစ် တည်ဆောက်လိုပါက အောက်ပါအတိုင်း NOT gate တစ်ခုစီကို အဝင် Signal တို့၌ Series ဆက်ခြင်းဖြင့် ပြုလုပ်နိုင်လေသည်။ ထို့အပြင် အထွက် Signal ကိုလည်း Reversing မပြုလုပ်ပဲ **အထွက် Signal တို့ကို တိုက်ရိုက်ထုတ်လုပ်ရမည်။**



S	R	a	b	Q	Q*
0	0	1	1	x	x
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	1	1

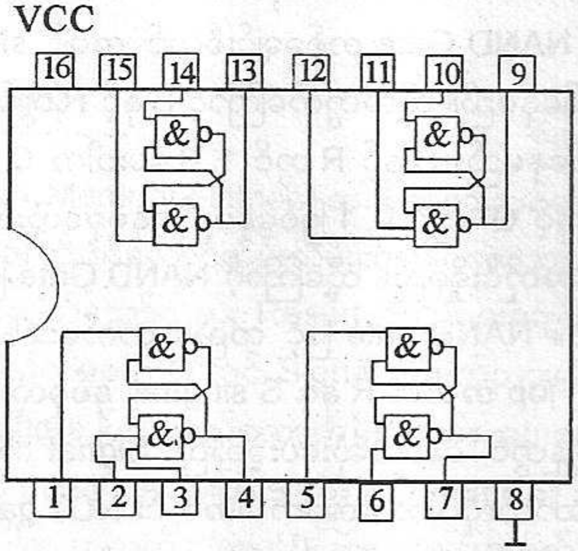
ထို့ကြောင့် NAND gate ဖြင့် တည်ဆောက်သော Flip Flop တွင် Signal အဝင် R နှင့် S ကို နှစ်ခုစလုံး 1, 1 ပေးထားပါက Q နှင့် Q* နှစ်ခုစလုံးတွင် 1, 1 ဖြစ်နေပြီး S နှင့် R Signal 1, 0 ဖြစ်လျှင် Q နှင့် Q* တွင် 1, 0 ဖြစ်၍ နှစ်ခုစလုံး 0 , 0 ပြုလုပ်လိုက်လျှင် ၄င်း S မှ ပေးထားသော 1 Signal ကို Q တွင် သိုလှောင်ထိန်းသိမ်းထားမည်။ တဖန် S နှင့် R Signal ကို 0, 1 ပြန်လုပ်လိုက်လျှင် Q မှ Signal သည် ပျောက်သွားမည်ဖြစ်သည်။

အဝင် Signal R နှင့် S တို့အတွက် 1, 1 Input အနေအထားကို ဥပက္ခာပြုပါက R, S Flip Flop ကို memory element အဖြစ် အသုံးပြုပါက အောက်ပါသင်္ကေတကို အသုံးပြုကြသည်။



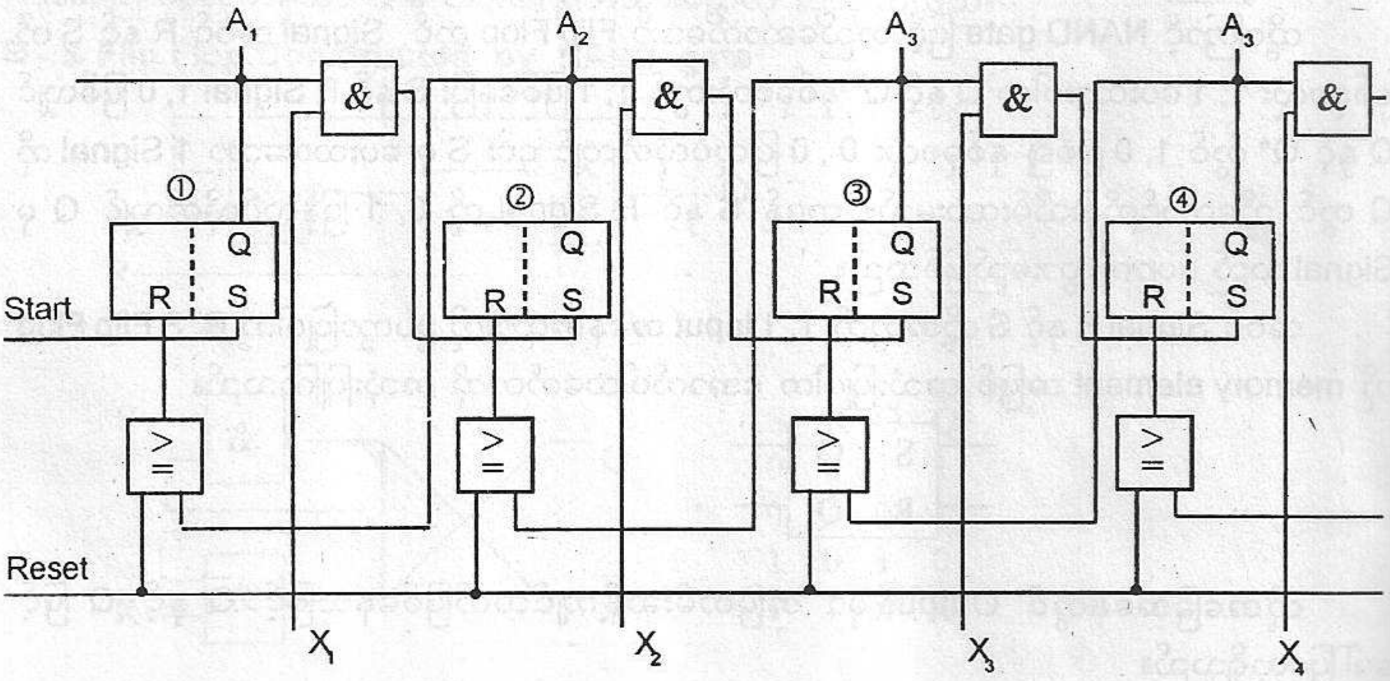
ထိုအခြေအနေတွင် Output မှာ အမြဲတမ်းဆန့်ကျင်ဘက်ဖြစ်နေသဖြင့် $\overline{Q}$ နှင့် Q ဖြင့် ဖေါ်ပြလေ့ရှိသည်။

$\bar{S}$ $\bar{R}$ Flip - Flop T T L IC (74279)



လက်တွေ့တွင် R.S Flip Flop ကို NAND gate နှင့် NOR gate တို့မှ တည်ဆောက်ယူ၍ အသုံးပြုကြသည်။ ဖော်ပြပါ TTL IC တွင်မူ NAND gate များနှင့် တည်ဆောက်ထားသော R S Flip Flop များ ပါဝင်သည်။ R နှင့် S တွင် အပေါ်မှ bar တင်ထားရခြင်းမှာ R နှင့် S တို့၏ အဝင် Signal မှာ ပြောင်းပြန်ဖြစ်ရမည်။ သို့မဟုတ် NOT gate နှင့်တပ်ဆင်၍ အသုံးပြုရမည်ဖြစ်သည်။ အထွက် Signal မှာလည်း ဆန့်ကျင်ဘက်ပင်ဖြစ်သည်။

Sequencer Design with R - S Flip - Flop



R.S Flip Flop များကို Sequential circuit များတွင် အသုံးပြုနိုင်သည်။ ၄င်းမှာ Pneumatic sequential circuit ကဲ့သို့ပင်ဖြစ်သည်။ Reset Signal ကို 0 မှ 1 သို့ ပေးလိုက်ပါက Output Signal များ အားလုံး 0 ဖြစ်သွားမည်။ Start Signal 1 ကို ပေးလိုက်ပါက No. 1 Flip Flop တွင် set Signal ရရှိကာ A_1 Signal ရရှိမည်။ ထို့နောက် အစဉ်အတိုင်း $X_1 \rightarrow X_n$ ထိ ဆက်၍ Signal 0 to 1 သို့ ပေးသွားပါက Out put signal A_1 to A_n အထိ ရသွားမည်။ A_1 မှ A_2 သို့ ပြောင်းချိန်တွင် A_1 Signal ကို Reset ပြုလုပ်ပေး၍ A_3 Signal ရရှိရန် အဆင်သင့် ပြုလုပ်ပေးသည်။ A_1 Signal ရရှိနေချိန်တွင် X_1 ပေးမှသာ A_2 ရရှိရန် AND gate ဖြင့် စီစဉ်ထားသည်။ ထိုနည်းဖြင့် Sequence အဆင့်တစ်ခုစီတွင် Output Signal တစ်ခုသာ ရရှိစေရန်စီစဉ်ထားသည်။

Systematic Design Procedure of Sequential Circuit

(1) Displace ment step diagram ကို ရေးဆွဲပါ။

(2) Function chart ရေးဆွဲပါ။

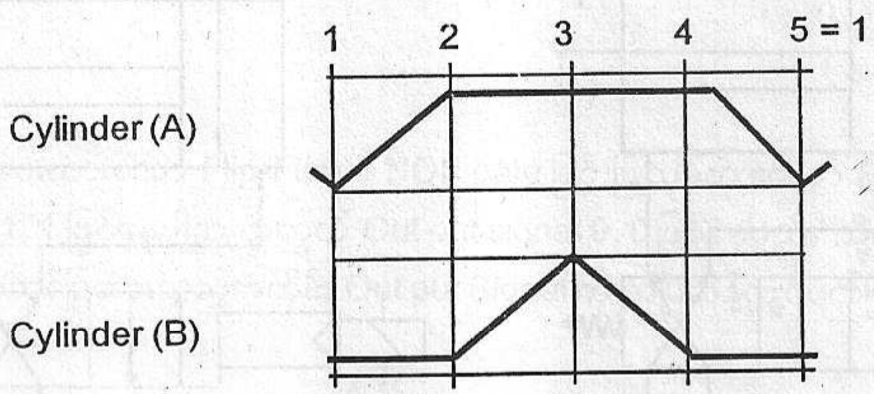
(3) Function chart အဆင့် တစ်ဆင့်စီအတွက် Flip flop တစ်ခုစီ အသုံးပြုပါ။

(4) Function Chart မှနေ၍ Abbreviated Nation ပြုလုပ်ကာ Circuit diagram minimize ပြုလုပ်နိုင်သည်။

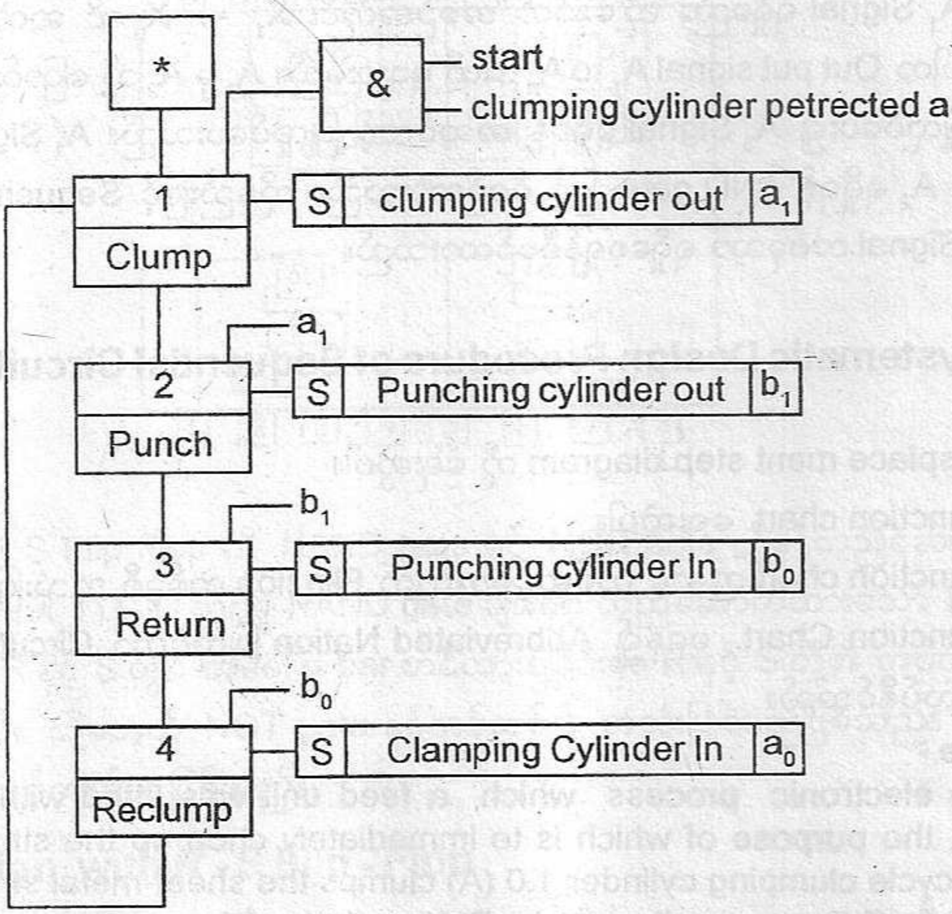
Example -

An electronic process which a feed unit was fitted with a pneumatic strip chopper, the purpose of which is to immediately chop up the strip waste during the working cycle clumping cylinder 1.0 (A) clumps the sheet-metal strip, and cylinder 2.0 (B) chops off the protruding end. Both cylinders then return sequentially. As the sheet-metal strip is fed through the divice, it contacts a limit switch triggering and micro electronic controlling the working sequence.

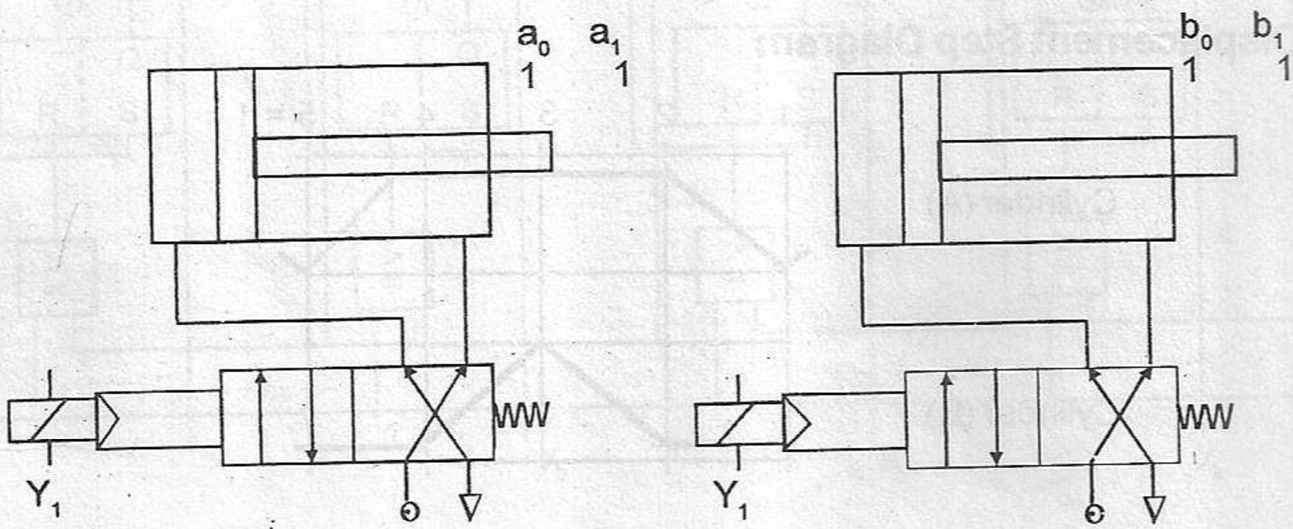
Displacement Step Diagram

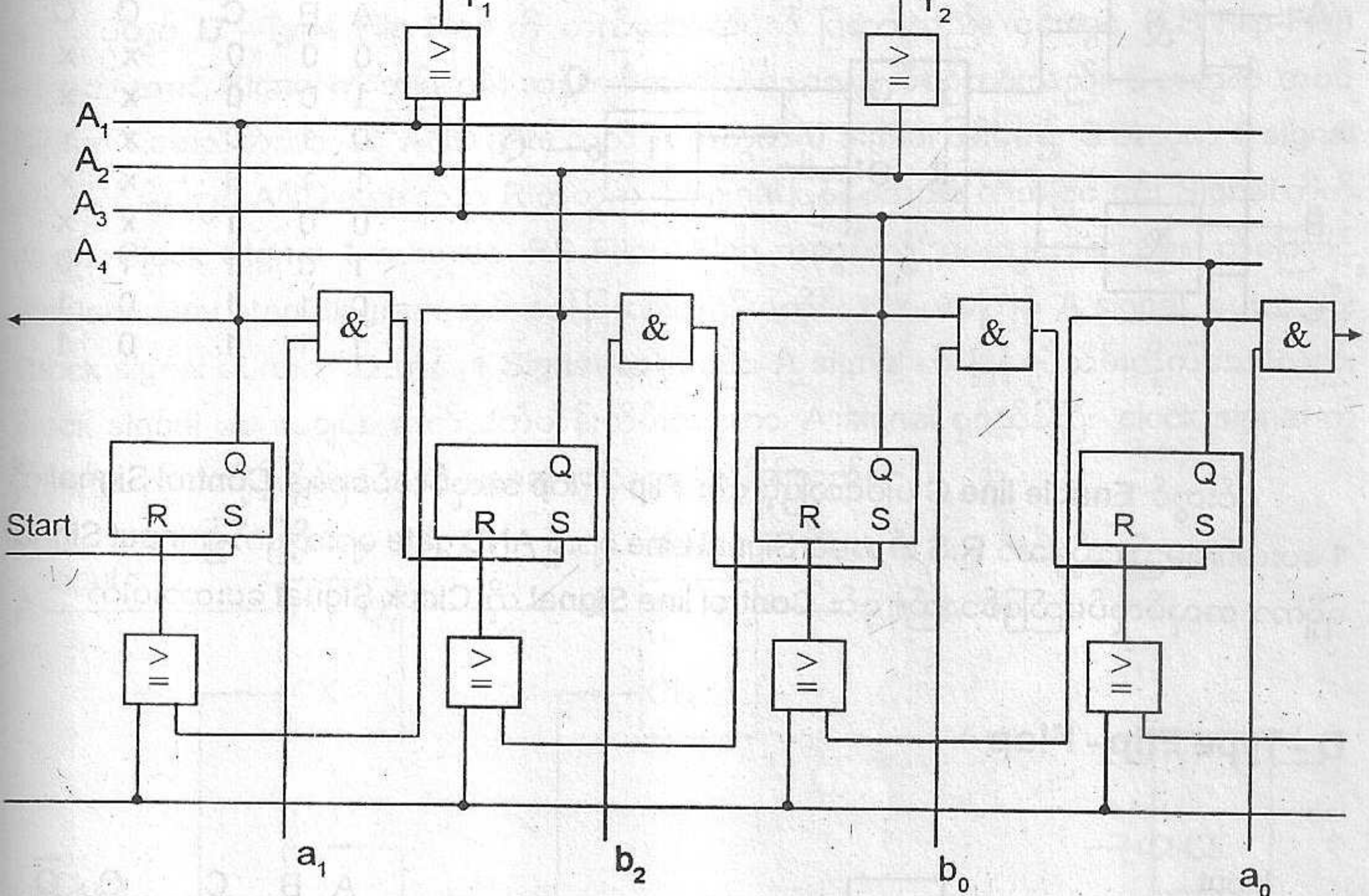


Function Chart

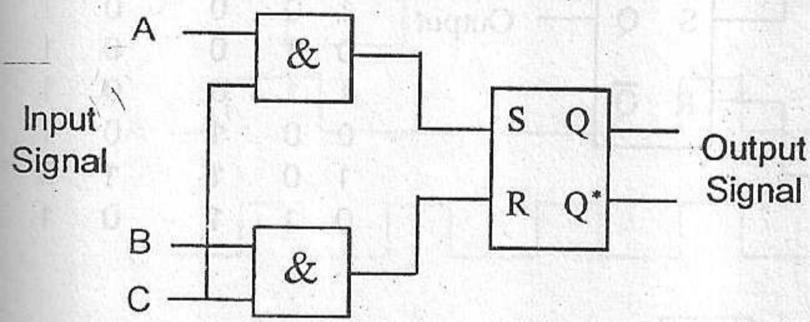


Power Circuit



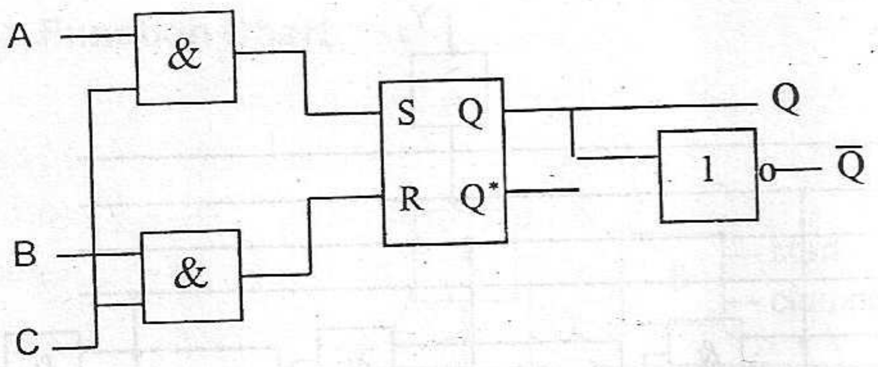


ENABLING AND CLOCKING FOR FLIP - FLOP



A	B	C	Q	Q*
0	0	0	x	x
1	0	0	x	x
0	1	0	x	x
1	1	0	x	x
0	0	1	x	x
1	0	1	1	x
0	1	1	0	1
1	1	1	0	0

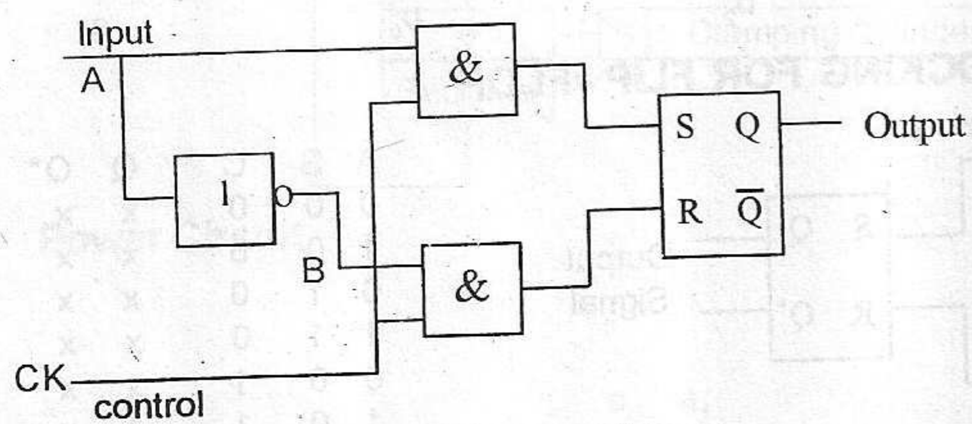
ပုံတွင် ပေးထားသော Flip-Flop မှ NOR gate ဖြင့် ပြုလုပ်ထားသော Flip Flop ဖြစ်ပြီး အဝင် S နှင့် R တွင် 1, 1 ဖြစ်နေပါက အထွက် Out put signal 0, 0 ဖြစ်နေမည်။ သို့သော်လည်း လက်တွေ့တွင် အောက်ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း Out put Signal ကို အမြဲဆန့်ကျင်ဖက်ဖြစ်နေစေရန် စီစဉ်ထားသည်။



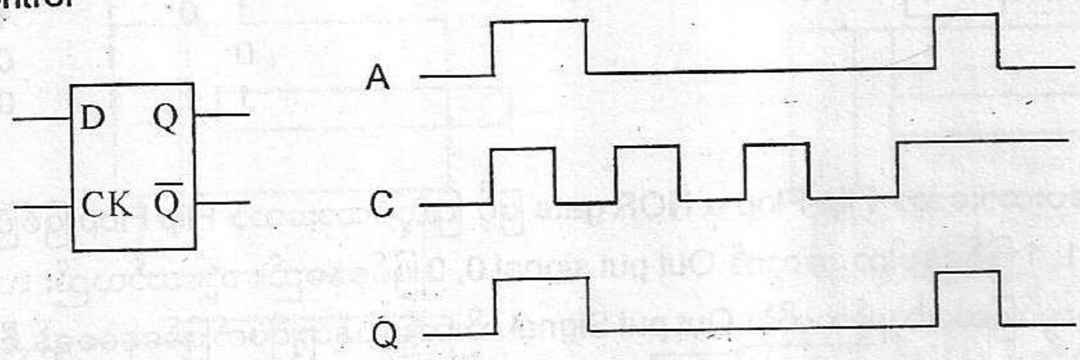
A	B	C	Q	$\overline{Q}$
0	0	0	x	x
1	0	0	x	x
0	1	0	x	x
1	1	0	x	x
0	0	1	x	x
1	0	1	1	0
0	1	1	0	1
1	1	1	0	1

၎င်းတွင် Enable line C ပါဝင်သဖြင့် ၎င်း Flip - Flop အလုပ်လုပ်စေရန် Control Signal ကို 1 ပေးထားရမည်။ သို့မှသာ R.S ၏အဝင် Signal Line များရှိ AND gate များသို့ဖြတ်၍ Input Signal ရရှိကာ အလုပ်လုပ်မည်ဖြစ်သည်။ ၎င်း Control line Signal ကို Clock Signal ပေးထားပါက

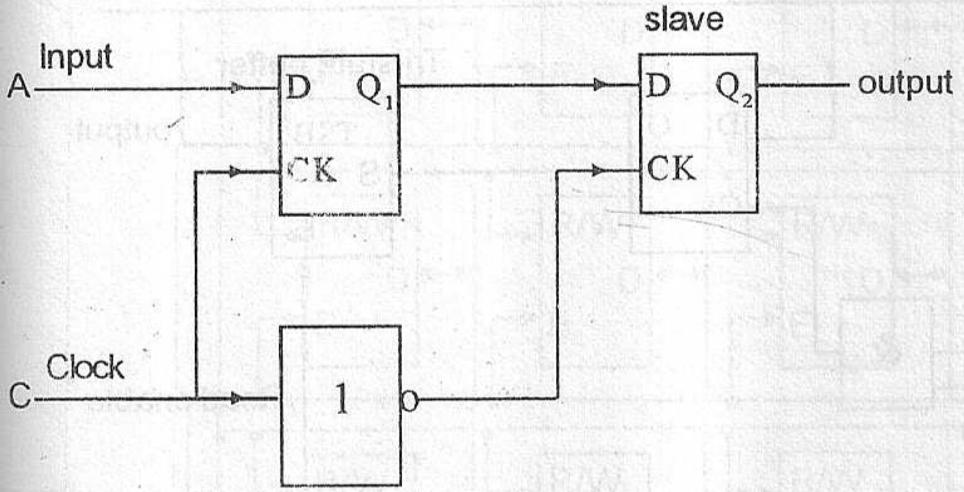
D - Type Flip - Flop

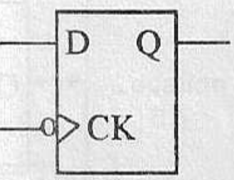


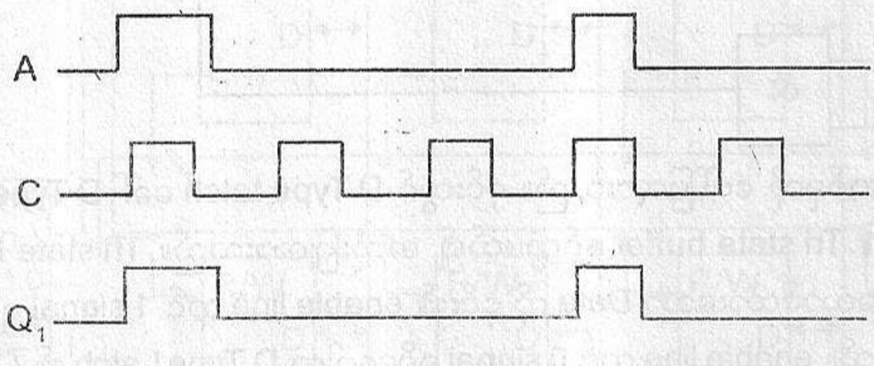
A	B	C	Q	$\overline{Q}$
0	0	0	0	1
1	0	0	0	1
0	1	0	0	1
1	1	0	0	1
0	0	1	0	1
1	0	1	1	0
0	1	1	0	1



ပုံတွင် D - Type Flip Flop ကို တည်ဆောက်ပုံကို ပြထားသည်။ ၎င်းတွင် R.S Flip-Flop အတွက် အဝင် Signal ကို အမြဲတမ်း ဆန့်ကျင်ဘက်ဖြစ်နေစေရန် စီစဉ်ထားသည်။ S အတွက် အဝင် Signal 1 ပေးလိုက်သည်နှင့် AND gate သည် R အတွက် 0 Signal ဖြစ်စေ၍ S အတွက် 0 signal ပေးလိုက်ချိန်တွင် AND gate သည် R အတွက် 1 Signal ဖြစ်စေသည်။ ထို့အပြင် ၎င်း Signal တို့ကို လည်း Clock Signal 1 ပေးမှသာ RS Flip - Flop အတွင်းသို့ ပေးသွင်းစေသည်။ ထို့ကြောင့် displacement step diagram တွင် ဖေါ်ပြထားသည့်အတိုင်း ပထမအကြိမ် A signal ပေးထားပြီး Clock signal ပေးပါက Q တွင် 1 Signal ရနေစေပြီး၊ A signal ကို ပြန်ရုပ်သိမ်းလိုက်သော်လည်း clock signal မပေးမချင်း ဆက်လက်ထိန်းသိမ်းထားကာ A signal ရုပ်သိမ်းပြီး clock signal ကို ပြန်ရရှိသည့် အချိန်တွင်မှသာ Q signal ပျက်သွားမည်ဖြစ်သည်။



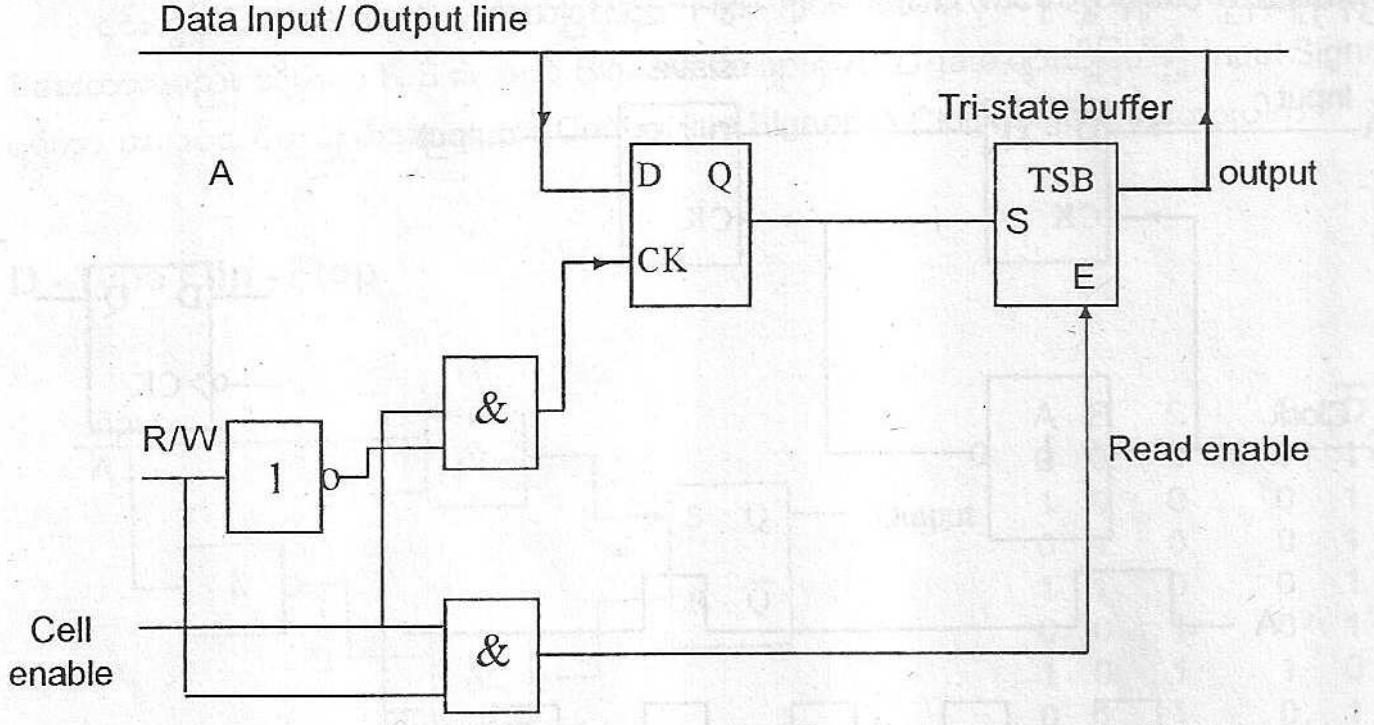




ပုံတွင် D Type Master Slave ကို ပြထားသည်။ A မှ Input signal 1 ပေးလိုက်၍ clock Signal 1 ရသောအခါ Master D type latch မှ Output ရရှိ၍ Slave D latch သို့ Input signal ပေးပို့နိုင်သော်လည်း Slave Out put သို့ signal မရနိုင်သေးပေ။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် Clock Signal 1

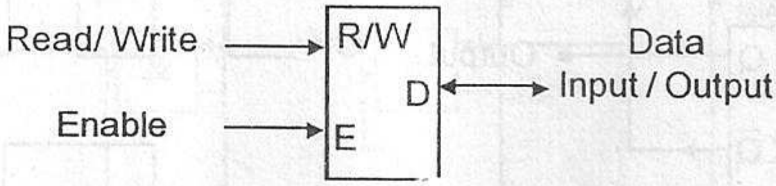
ပေးထားချိန်တွင် Slave တွင် 0 clock signal ရရှိနေသဖြင့် Output မထွက်ခြင်းဖြစ်သည်။ ထိုအချိန် Input Signal ကို ပြန်ရုပ်သိမ်းလိုက်သော်လည်း Master D latch တွင် Output Signal ဆက်ရှိနေမည်။ ထိုသို့ Master D Latch ၏ Out put signal သည် slave D latch ၏ Input signal ပင် ဖြစ်နေသဖြင့် ၄င်း slave D latch တွင် clock signal 1 ဖြစ်ချိန်တွင်မှသာ ၄င်း Output တွင် Signal ရရှိမည်ဖြစ်ပြီး ဆက်၍ သိုလှောင်ထားမည်။ ထိုအနေအထားသည် အဝင် Clock Signal 0 ဖြစ်သွားသည့်အချိန်ပင် ဖြစ်သည်။ ဤနည်းအားဖြင့် Master-slave D type latch တွင် clock signal ပြန်ရုပ်သွားချိန်တွင် Output signal နှင့် Input signal တို့ အပြောင်းအလဲဖြစ်မည်။

A MEMORY CELL

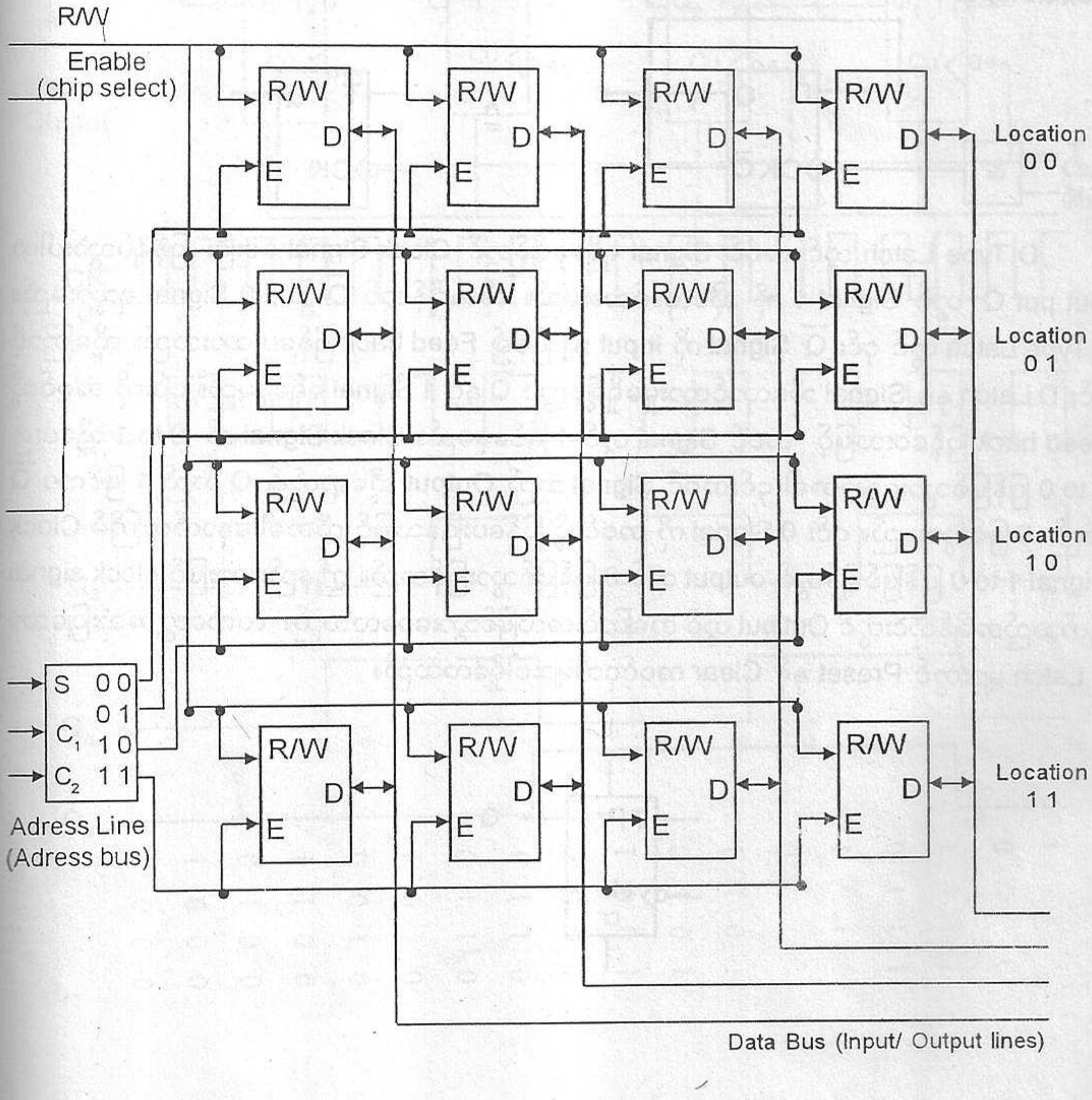


ပုံတွင် Memory cell တစ်ခုကို ဖော်ပြထားသည်။ ၄င်းတွင် D Type tatch ခေါ် D Type Flip-Flop တစ်ခုကို cell တစ်ခုစီ၏ Tri state buffer နှင့်တွဲဖက်၍ အသုံးပြုထားသည်။ Tri state buffer သည် D t ype flip flop မှ သိုလှောင်ထားသော Data ကို ၄င်း၏ enable line တွင် 1 signal ရရှိပါက Date line သို့ ပို့ဆောင်ပေးသည်။ enable line တွင် 0 signal ရရှိနေပါက D Type Latch ၏ Output Line ကို Date line နှင့် ဆက်သွယ်မှုဖြတ်တောက်ပေးလေသည်။ ၄င်း enable line တွင် Signal 1 ရှိရန် R/W line က ဖန်တီးပေးလေသည်။ R/W line တွင် 0 Signal ရရှိသောအခါ ၄င်းနှင့် ဆက်ထားသော NOT gate မှ 1 Signal ပြောင်းပေး၍ Cell enable line နှင့် AND gate အားဖြင့် D Type Latch ၏ Control Line သို့ 1 Signal ပေးပို့လေသည်။ ထိုအခါ Data Line မှ ရရှိသော Signal ကို D Type Latch တွင် သိုလှောင်လေသည်။

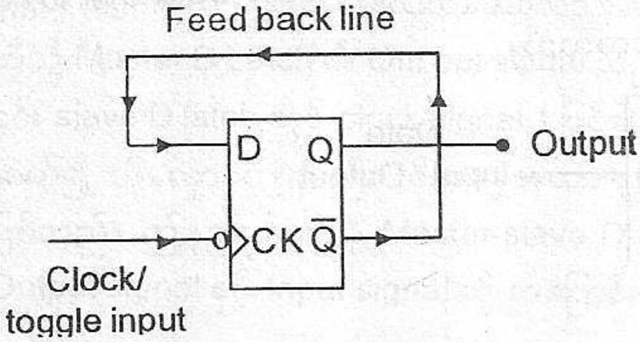
ထို့ကြောင့် Cell တစ်ခု၏ Enable Line တွင် 1 signal ပေး၍ R/W Line မှ Signal ကို 1 နှင့် 0 သို့ ပြောင်းပေးခြင်းဖြင့် Data ကို Read သို့မဟုတ် Write ပြုလုပ်နိုင်လေသည်။ Data Cell တစ်ခုကို သင်္ကေတအားဖြင့် အောက်ပါအတိုင်း ဖော်ပြနိုင်လေသည်။

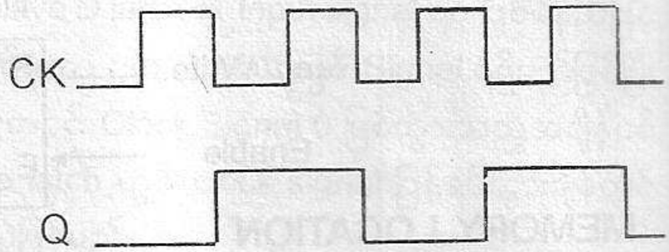


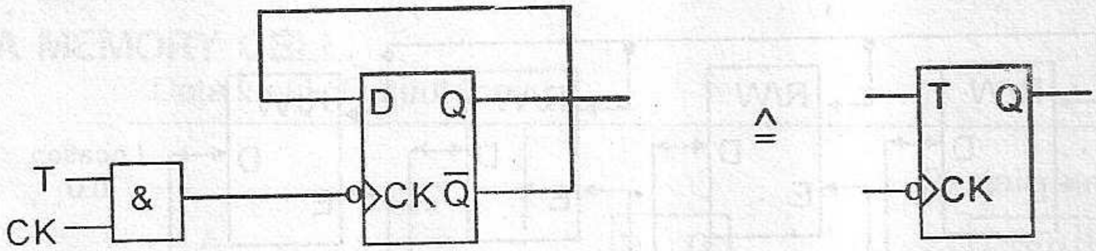
MEMORY LOCATION



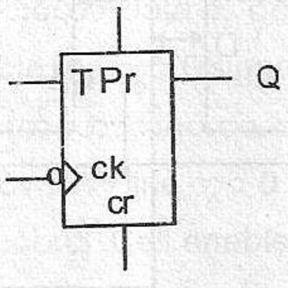
Toggling and the T type Flip-Flop



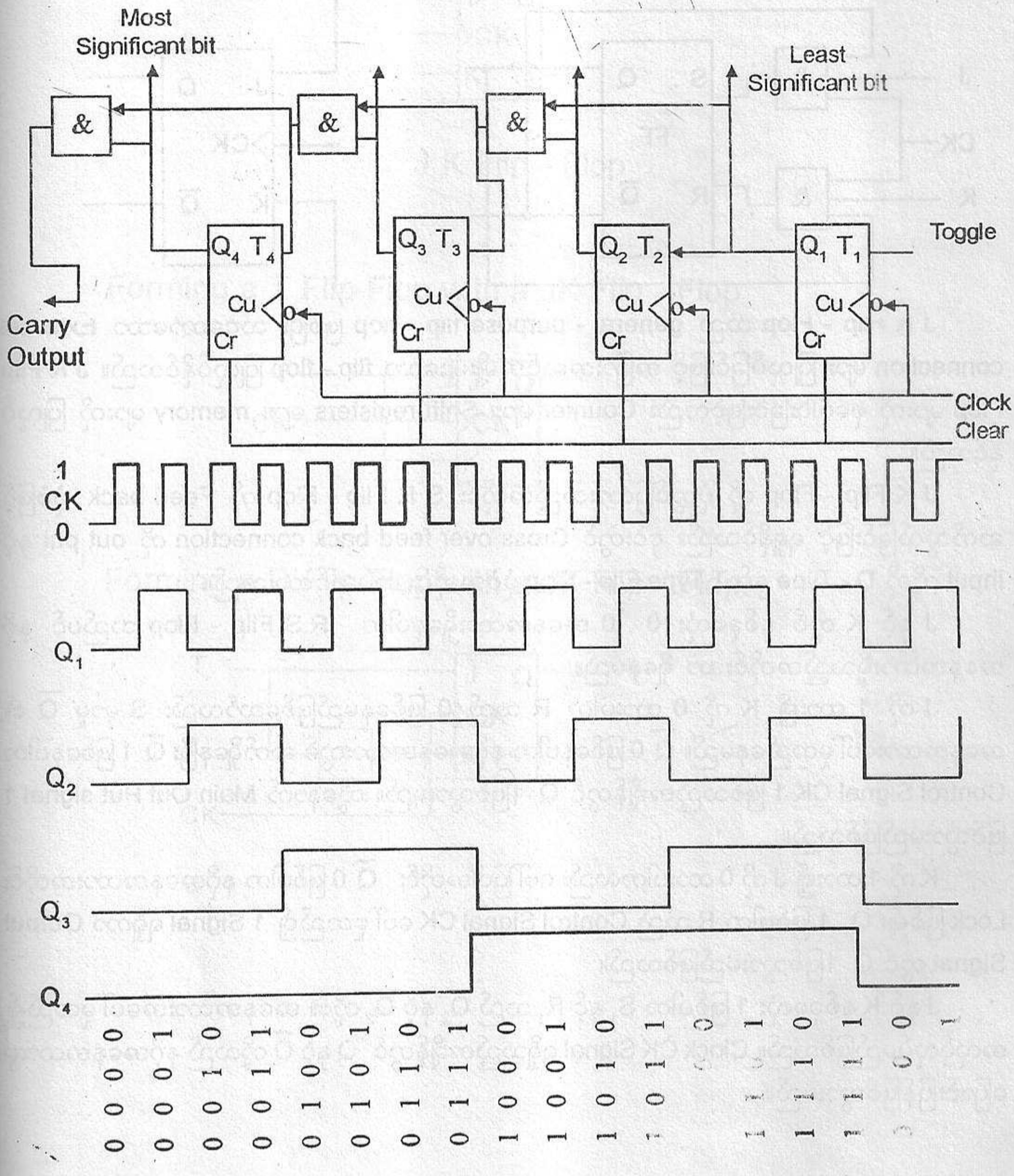




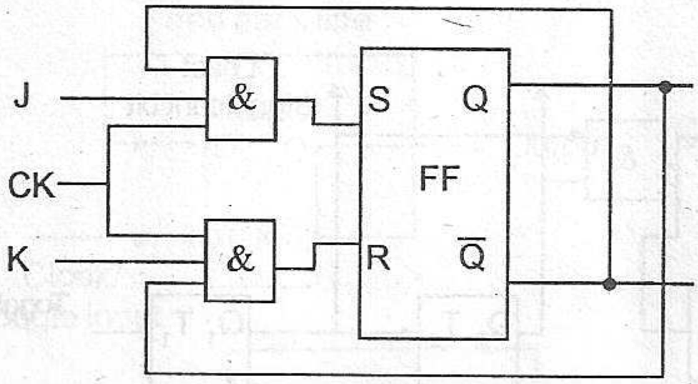
D Type Latch တွင် အဝင် Signal ရရှိနေချိန်တွင် Clock Signal ပေးပြီး ပြန်ရပ်သွားပါက Out put Q တွင် Signal 1 ကို သိုလှောင်ထားမည်။ ထိုအချိန်တွင် $\overline{Q}$ ၌ 0 Signal ရသွားမည်။ T Type Latch တွင် ၄င်း $\overline{Q}$ Signal ကို **Input** သို့ ပြန်၍ Feed back ပြန်ပေးထားသည်။ ထို့ကြောင့် ၄င်း D Latch နှင့် Signal သိုလှောင်ထားမှုမရှိချိန်တွင် $\overline{Q}$ နှင့် 1 Signal ရရှိနေမည်။ ၄င်းကို အဝင်သို့ Feed back ပြန်ပေးသဖြင့် အဝင် Signal တွင် 1 ဖြစ်နေမည်။ Clock Signal ကို 0 to 1 သို့ပေး၍ 1 to 0 ပြန်ဖြစ်သွားသောအခါ ၄င်းအဝင် Signal သည် Output သို့ရောက်၍ Q သည် 1 ဖြစ်ကာ $\overline{Q}$ သည် 0 ဖြစ်သွားမည်။ ၄င်း 0 Signal ကို အဝင်သို့ ပြန်ပေးပြန်သဖြင့် ထိုအခါ နောက်တကြိမ် Clock Signal 1 to 0 ပြန်ဖြစ်ချိန်တွင် output တွင် 0 ပြန်ဖြစ်သွားပြန်သည်။ ဤနည်းအားဖြင့် clock signal ဖြတ်သည့်အချိန်တိုင်းတွင် Out put တွင် အပြောင်းအလဲဖြစ်သွားစေလေသည်။ လက်တွေ့အသုံးပြုသော T Latch များတွင် Preset နှင့် Clear အဝင်ဒုတ်များပါရှိလေသည်။

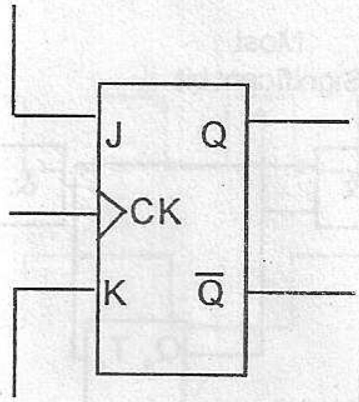


A BINARY COUNTER



JK FLIP - FLOP





J K Flip - Flop သည် general - purpose flip - flop ဖြစ်ပြီး သင့်တော်သော External connection များ ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် အခြားအဆင့်အမျိုးမျိုးသော flip - flop ပြုလုပ်နိုင်သည်။ J K Flip Flop များကို စုပေါင်းခြင်းဖြင့်လည်း Counter များ၊ Shift registers များ၊ memory များကို ပြုလုပ်နိုင်သည်။

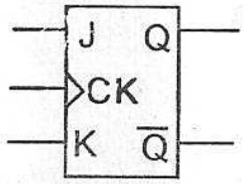
J K Flip - Flop ကို ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း S R Flip - Flop ကို Feed back ပုံစံဖြင့် ဆက်သွယ်ခြင်းဖြင့် ရရှိနိုင်သည်။ ၄င်းတွင် Cross over feed back connection ကို out put နှင့် Input တို့ကို D - Type နှင့် T Type Flip - Flop ပုံစံအတိုင်း တပ်ဆင်ထားသည်။

J နှင့် K တွင် နှစ်ခုစလုံး 0 , 0 အနေအထားရှိနေပါက R.S Flip - Flop သည်ပင် နဂို အနေအထားရှိသည့်အတိုင်းသာ ရှိနေမည်။

J ကို 1 ထား၍ K ကို 0 ထားပါက R သည် 0 ဖြစ်နေမည်ဖြစ်သော်လည်း S မှာမူ $\overline{Q}$ ၏ အနေအထားပေါ်မူတည်နေမည်။ $\overline{Q}$ 0 ဖြစ်နေပါက နဂိုအနေအထားတွင် ဆက်ရှိနေပြီး $\overline{Q}$ 1 ဖြစ်နေပါက Control Signal CK 1 ဖြစ်သည့်အချိန်တွင် Q 1ဖြစ်သွားမည်။ ထို့နောက် Main Out Put signal 1 ဖြစ်သွားမည်ဖြစ်သည်။

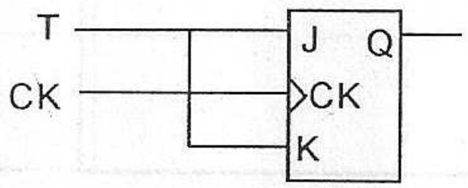
K ကို 1 ထား၍ J ကို 0 ထားပါကလည်း ဖော်ပြပါအတိုင်း $\overline{Q}$ 0 ဖြစ်ပါက နဂိုအနေအထားအတိုင်း Lock ဖြစ်၍၊ Q 1 ဖြစ်ပါက R သည် Control Signal CK ပေါ်မူတည်၍ 1 Signal ရရှိကာ Output Signal တွင် $\overline{Q}$ 1ဖြစ်သွားမည်ဖြစ်သည်။

J နှင့် K နှစ်ခုစလုံး 1 ဖြစ်ပါက S_1 နှင့် R_1 သည် Q_2 နှင့် $\overline{Q}_2$ တို့၏ အနေအထားအပေါ်မူတည်၍ အလုပ်လုပ်မည်ဖြစ်သည်။ Clock CK Signal ရရှိသည့်အချိန်တွင် Q နှင့် $\overline{Q}$ တို့သည် နဂိုအနေအထားမှ ပြောင်းပြန်ဖြစ်သွားမည်။

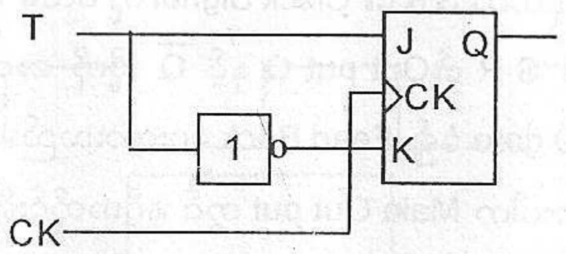


J K Flip - Flop

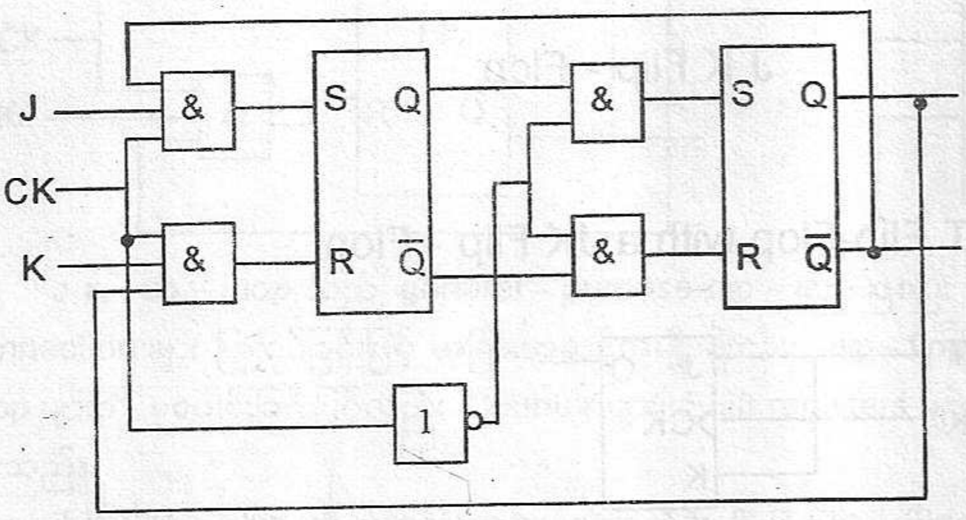
Forming a T Flip-Flop with a JK Flip - Flop

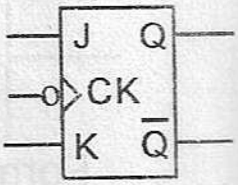


Forming a D Flip-Flop with a JK Flip - Flop



JK Master - Slave Flip - Flop





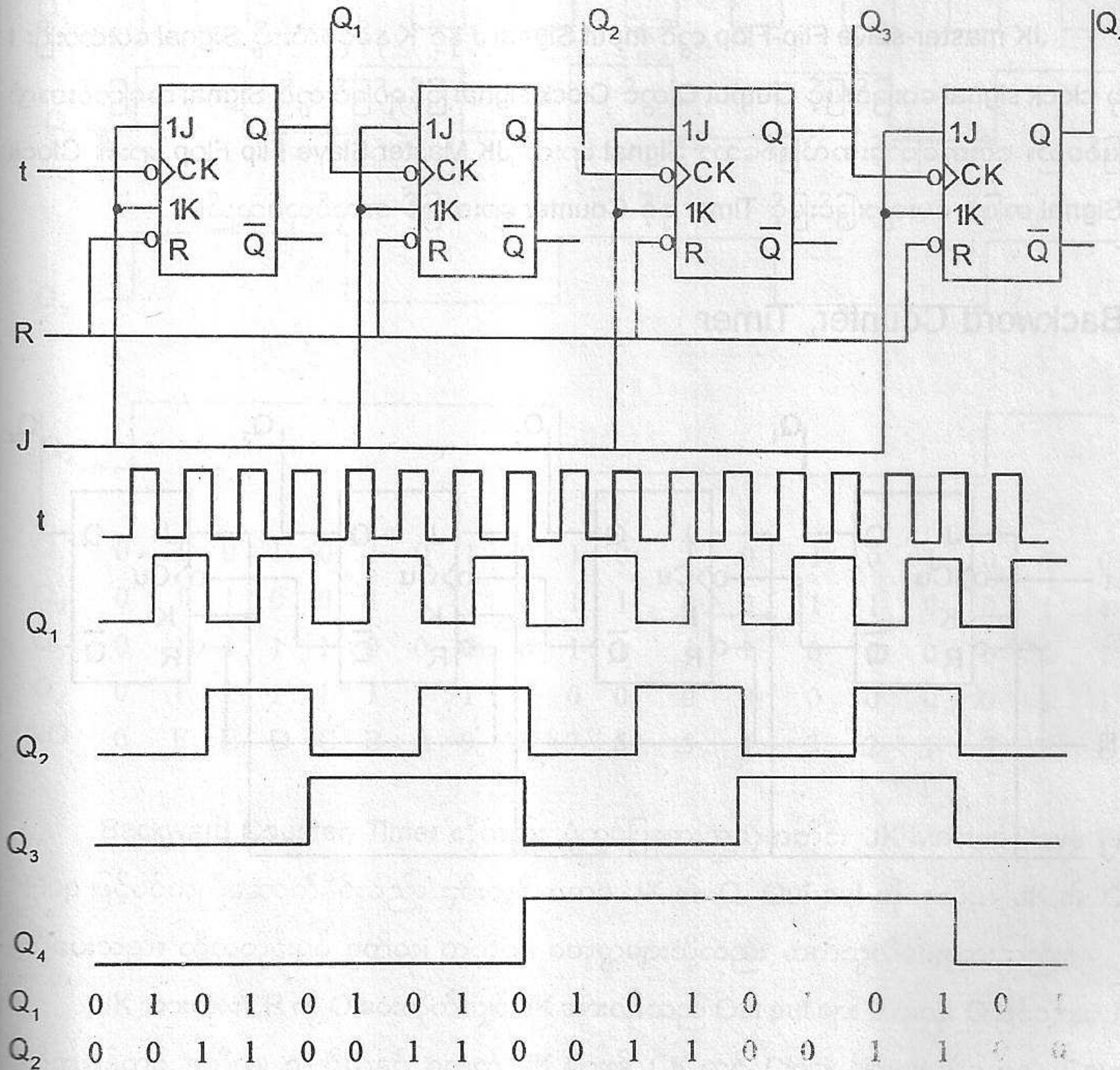
ပုံတွင် Master Slave J K Flip Flop ၏ တည်ဆောက်ပုံကို ပြထားသည်။ ၄င်းတွင် R S Flip Flop နှစ်ခုတို့ကို တန်းဆက် ဆက်ထားပြီး ဒုတိယ S R ၏ Clock Signal ကို ပထမ Clock Signal နှင့် NOT gate ခံ၍ ပေးထားသည်။ ဒုတိယ S R ၏Out put Q နှင့် $\overline{Q}$ တို့ကို အဝင် J နှင့် K တို့၌ crossing ပြုလုပ်၍ ပထမ S R သို့ AND gate ခံ၍ Feed Back ပေးထားသည်။

J နှင့် K တွင် နှစ်ခုစလုံး 0 ပေးထားပါက Main Out put တွင် နဂိုအတိုင်းရှိနေမည်။ J နှင့် K နှစ်ခုစလုံးကို 1 Signal ပေးထားပါက Clock signal ပေးချိန်တွင် ပထမ S R တွင် Main Output အနေအထား၏ ဆန့်ကျင်ဘက်အခြေအနေပြောင်းလဲသွားမည်။ Clock signal ပြန်ရုပ်သိမ်းချိန်ရောက်မှသာ ဒုတိယ S R ၏ Clock တွင် 1 Signal ဖြစ်သွား၍ မူလအနေအထားမှ ဆန့်ကျင်ဘက်အနေအထား သို့ ဒုတိယ S R ပြောင်းကာ Main Out put အဖြစ် ထုတ်ပေးမည်။

J ကို 1 ပေး၍ K ကို 0 ပေးလိုက်ပါက Clock Signal ပြန်ရုပ်သိမ်းချိန်တွင် Q တွင် 1 ဖြစ်သွား၍
J ကို 0 ပေး၍ K ကို 1 ပေးလိုက်ပါက Clock Signal ပြန်ရုပ်သိမ်းချိန်တွင် $\overline{Q}$ တွင် 1 ဖြစ် သွားမည်။

Binary counter, Timer with J K Flip - Flop

Forword Counter, Timer

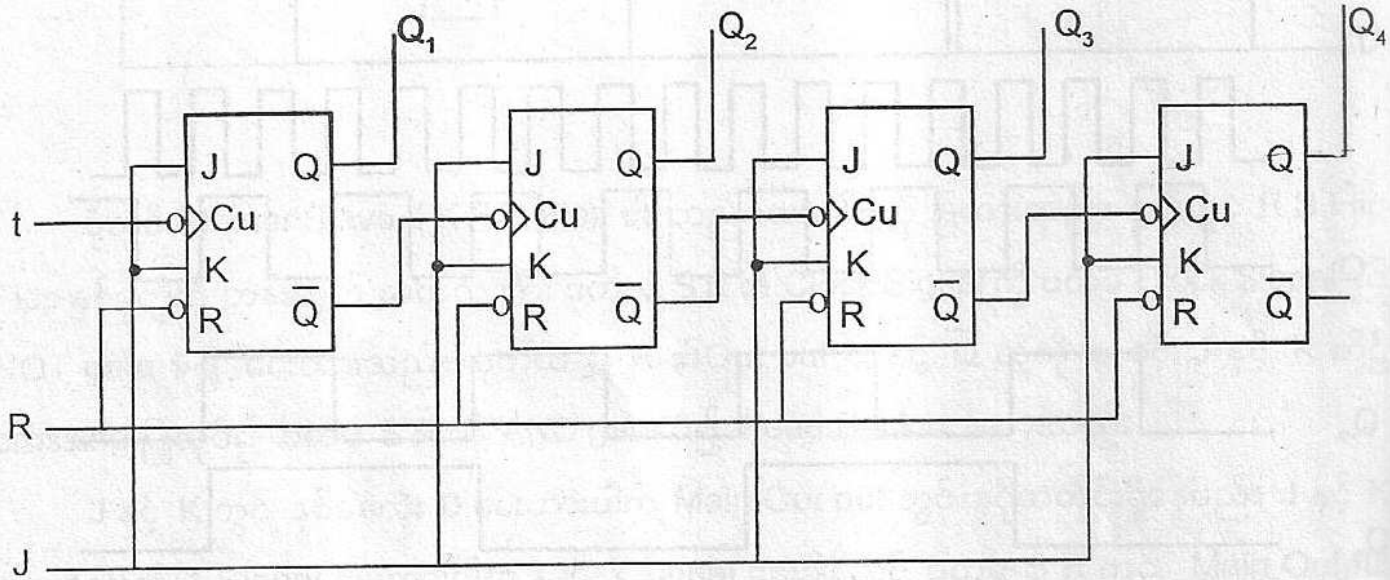


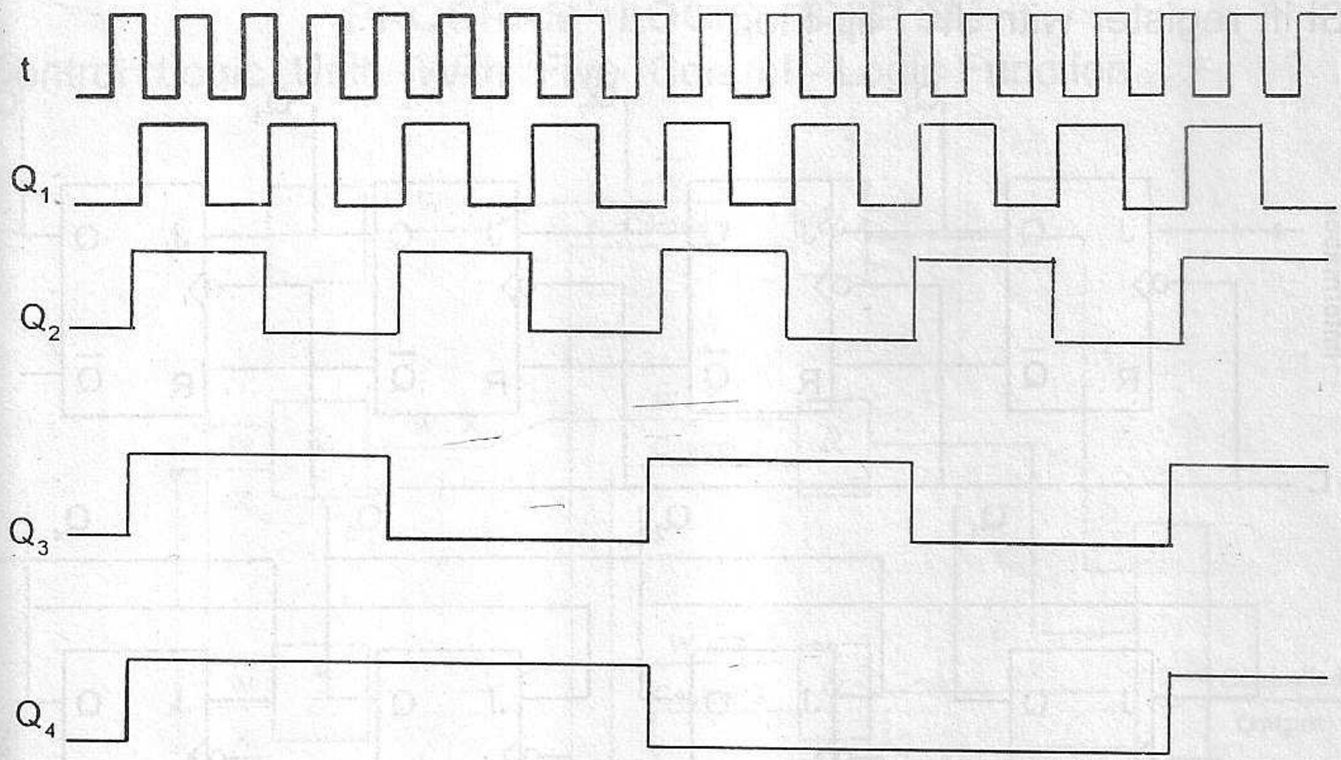
Q_1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Q_2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
Q_3	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Q_4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
NO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	0	1

ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း T တွင် Clock Signal ပေးခြင်းဖြင့်ဖြစ်စေ T တွင် Count ပြုလုပ်မည့် Counting Signal ပေးခြင်းဖြင့်ဖြစ်စေ JK master slave Flip-Flop ဖြင့် Counter သို့မဟုတ် Timer တခုကို ပြုလုပ်နိုင်သည်။

JK master-slave Flip-Flop တွင် Input Signal J နှင့် K နှစ်ခုစလုံးသို့ Signal ပေးထားပြီး t မှ clock signal ပေးခြင်းဖြင့် Output Q တွင် Clock signal ပြန်ရပ်ခြင်းတွင် Signal အပြောင်းအလဲ ဖြစ်မည်။ ၎င်းအပြောင်းအလဲဖြစ်သော Signal များကို JK Master Slave Flip Flop များ၏ Clock Signal အဖြစ် ပေးသွားခြင်းဖြင့် Timer နှင့် Counter များအဖြစ် အလုပ်လုပ်သည်။

Backword Counter, Timer



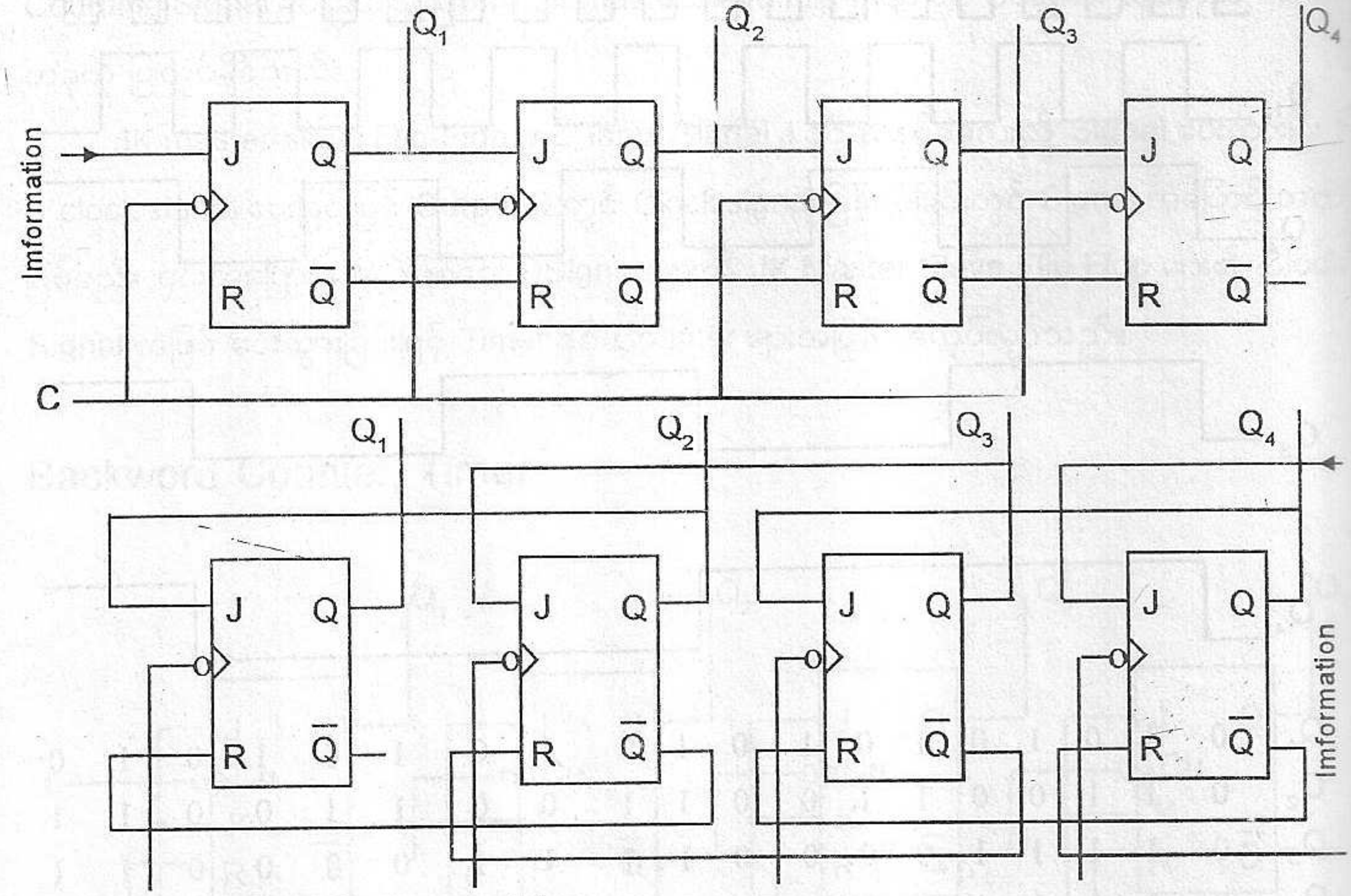


Q_1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
Q_2	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
Q_3	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
Q_4	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
NO	0	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	F	E

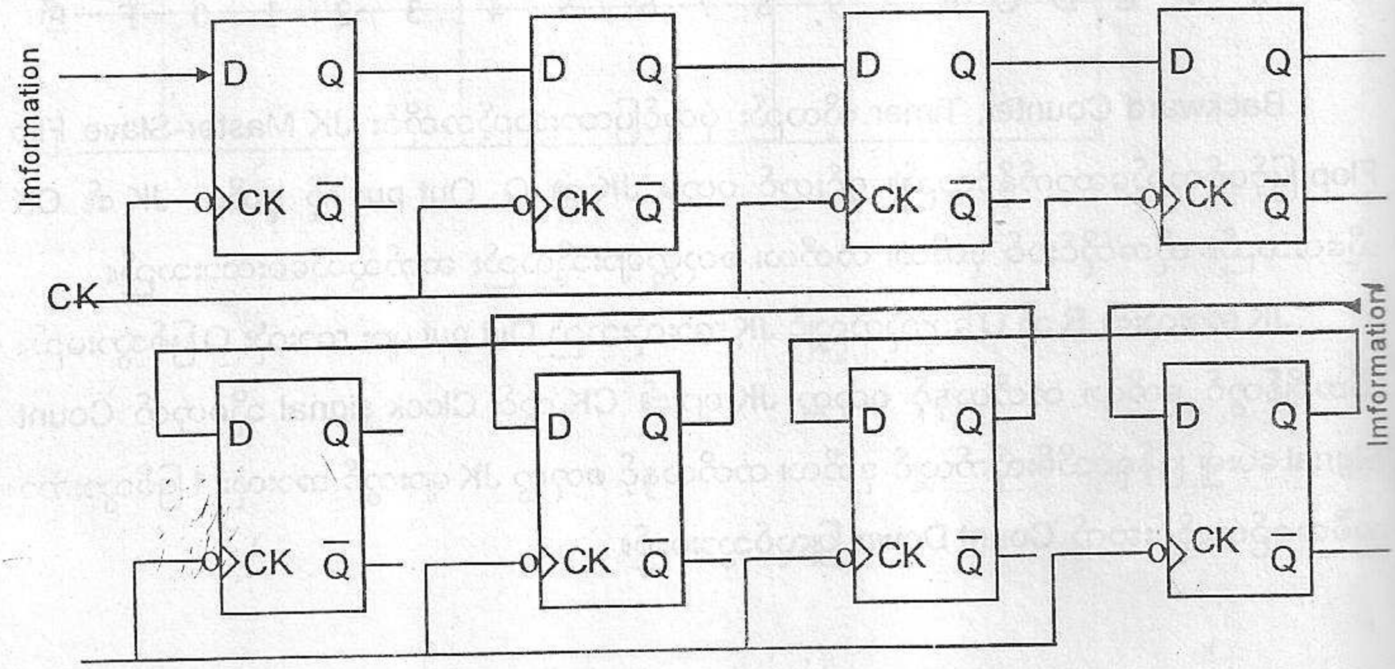
Backward Counter, Timer ကိုလည်း ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း JK Master-Slave Flip Flop ဖြင့်ပင်တည်ဆောက်နိုင်သည်။ ၄င်းတွင် ပထမ JK ၏ Q Out put ကို ဒုတိယ JK ၏ CK သို့ပေးသည်။ ထိုအတိုင်းပင် ဒုတိယ၊ တတိယ၊ စတုတ္ထများသို့လည်း ဆက်သွယ်ပေးထားသည်။

JK အားလုံး၏ R ကို O ပေးလိုက်လျှင် JK အားလုံးသည် Out put များ အားလုံး O ဖြစ်သွားမည်။ ထိုအချိန်တွင် ဒုတိယ၊ တတိယနှင့် စတုတ္ထ JK များ၏ CK တွင် Clock signal သို့မဟုတ် Count Signal ပေး၍ ပြန်ရုပ်သိမ်းလိုက်လျှင် ဒုတိယ၊ တတိယနှင့် စတုတ္ထ JK များတွင် အားလုံး 1 ဖြစ်သွားကာ အစီအစဉ်အတိုင်းဆက် Count Down ပြုလုပ်သွားမည်။

Shift register with JK Flip-Flop

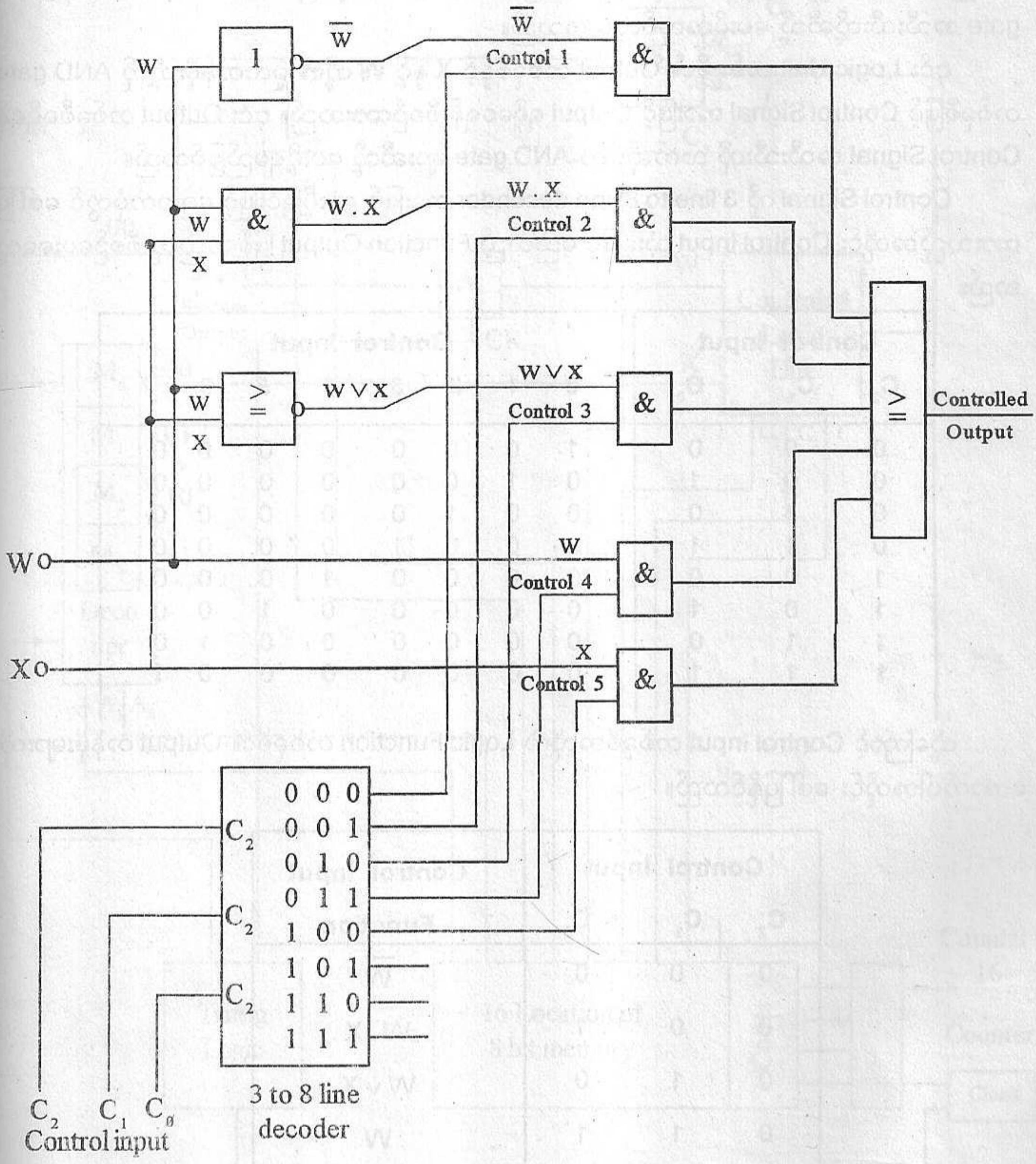


Shift register with D Flip-Flop



PROGRAM LOGIC SYSTEM

Control Logic Unit With Five Control - Logic Function



အထက်ဖော်ပြပါပုံတွင် ALU ခေါ် Arithmetic Logic Unit တစ်ခု၏ အခြေခံဖြစ်သော Logic Unit တစ်ခု၏ တည်ဆောက်ပုံကို ဖော်ပြထားသည်။ ၄င်းတွင် အဝင် Input နှစ်ခုပါဝင်၍ X နှင့် W ဟု အမည်ပေးထားသည်။ X နှင့် W တို့သည် အခြေခံ **Logic Gate များဖြစ်**သော NOT, AND နှင့် OR gate အသီးသီးတို့ဆီသို့ ပေးပို့အလုပ်လုပ်စေသည်။

၄င်း Logic Unit တစ်ခုစီ၏ Output တစ်ခုစီနှင့် **X နှင့် W တို့၏** မူလတန်ဖိုးတို့ကို AND gate တစ်ခုစီဖြင့် Control Signal အားဖြင့် Output ရရှိစေရန် **စီစဉ်ထားသည်**။ ၄င်း Output တစ်ခုစီရရှိရန် Control Signal အသီးသီးကို သက်ဆိုင်ရာ AND gate **များဆီသို့** ပေးပို့ရမည်ဖြစ်သည်။

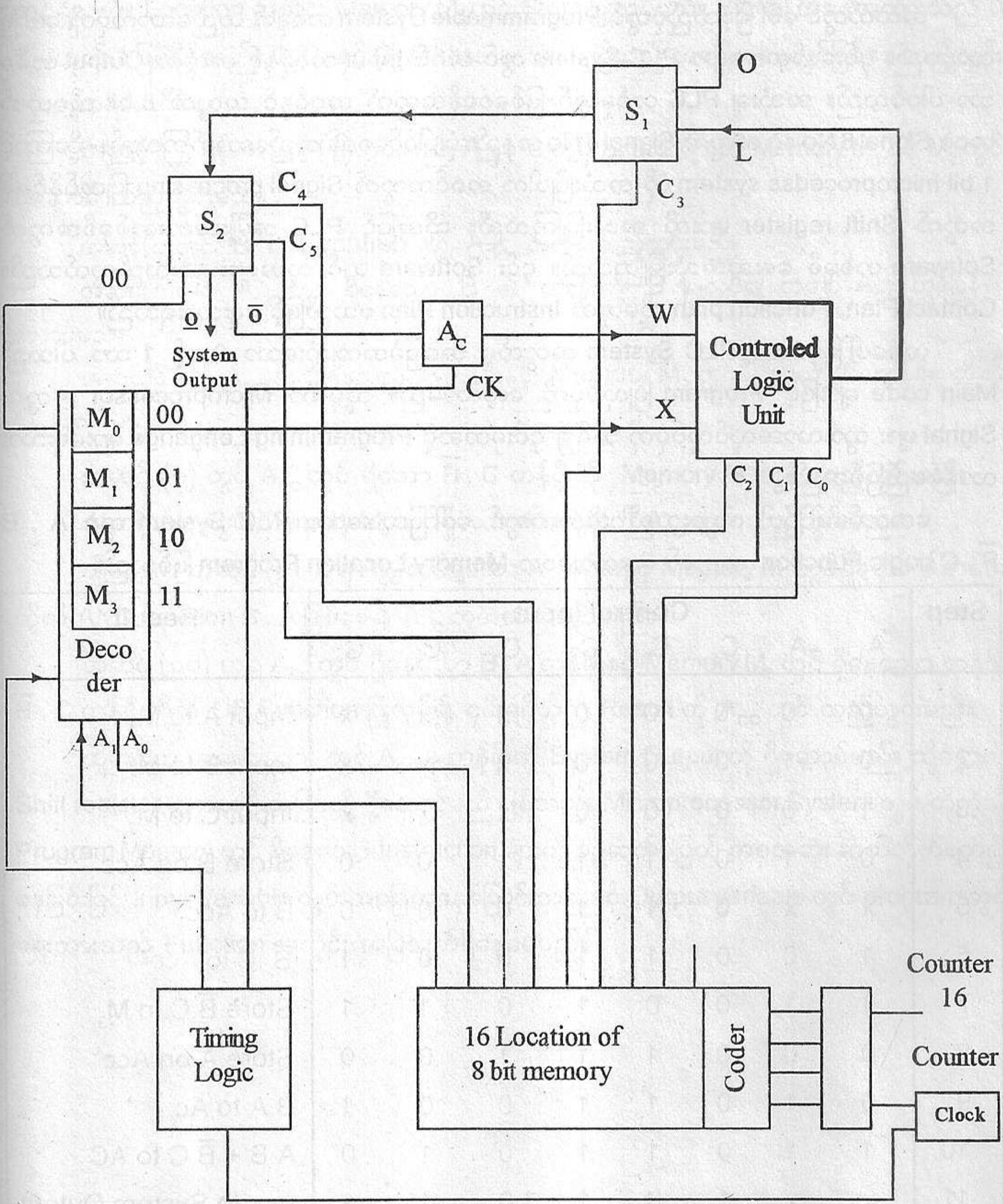
Control Signal ကို 3 line to 8 line deconder အားဖြင့် ပေးပို့ခြင်းဖြင့် အောက်ပုံတွင် ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း Control Input သုံးခုဖြင့် မည်သည့် Function Output ဖြစ်ရမည်ဟု စီစဉ်ပေးရလေသည်။

Control Input			Control Input							
C_2	C_1	C_0	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

ထို့ကြောင့် **Control** Input တစ်ခုစီအလိုက် Logic Function တစ်ခုစီ၏ Output တန်ဖိုးများကို အောက်ပါအတိုင်း ဖော်ပြနိုင်သည်။

Control Input			Control Input
C_2	C_1	C_0	Function
0	0	0	$\overline{W}$
0	0	1	$W.X$
0	1	0	$W \vee X$
0	1	1	W
1	0	0	X

The Complete Circuit of a Programmed - Logic System



Programming to Programmable Logic System

အထက်တွင် ဖော်ပြခဲ့သည့်ပုံတွင် Programmable System တစ်ခု၏ တည်ဆောက်ပုံကို ဖော်ပြထားသည်။ ၎င်းဖော်ထားသော PLC System တွင် အဝင် Input တစ်ခုနှင့် အထွက် Output တစ်ခုသာ ပါဝင်သည်။ အသုံးချ PLC တစ်ခုတွင် ဖြစ်စေရန်အတွက် အဝင်နှင့် အထွက် 8 bit သို့မဟုတ် အဝင် Signal 8 No နှင့် အထွက် Signal 8 No အနည်းဆုံးပါဝင်စေရန် တည်ဆောက်ကြသည်။ ထို့ကြောင့် 1 bit microprocedss system ကို အသုံးပြုပါက အဝင်အထွက် Signal processing ပြုလုပ်နိုင်ရန် အတွက် Shift register များကို အသုံးပြုကြသည်။ ထို့အပြင် PLC အမျိုးအစားတစ်ခုစီအတွက် Software တစ်ခုစီ ရေးဆွဲအသုံးပြုကြသည်။ ၎င်း Software တွင် လူအများ နားလည်လွယ်သည်။ Contact Plan, Function plan သို့မဟုတ် Instruction Plan စသည်ဖြင့် ရေးသားရသည်။

ယခုဖော်ပြခဲ့သော PLC System အတွက်မူ အခြေခံအကျဆုံးသော 0 နှင့် 1 သာ ပါသည့် Main code များဖြင့် Program ပြုလုပ်ပုံကို လေ့လာမည်။ သို့မှသာ Microprocessor အတွင်း Signal များ သွားလာအလုပ်လုပ်ပုံကို သိရှိ၍ ၎င်းမှတဆင့် Programming Lengange များရေးသား လာနိုင်မည်ဖြစ်သည်။

အောက်ဖော်ပြပါ ဇယားသည် အထက်တွင် ဖော်ပြထားသော PLC System တွင် $A . B + \overline{B} . C$ Logic Function အတွက် ရေးထားသော Memory Location Program ဖြစ်သည်။

Step	Control Input								Result
	A_1	A_0	C_5	C_4	C_3	C_2	C_1	C_0	
1	0	0	0	0	0	x	x	x	Input A to M_0
2	0	1	0	0	0	x	x	x	Input B to M_1
3	1	0	0	0	0	x	x	x	Input C to M_2
4	0	1	0	1	1	1	0	0	Store B on Acc
5	x	x	0	1	1	0	0	0	$\overline{B}$ to Acc
6	1	0	0	1	1	0	0	1	$\overline{B}$ C to Acc
7	1	1	0	0	1	0	1	1	Store $\overline{B}$.C In M_3
8	0	0	0	1	1	1	0	0	Store A on Acc
9	0	1	0	1	1	0	0	1	B.A to Ac
10	1	1	0	1	1	0	1	0	A.B + $\overline{B}$.C to AC
11	x	x	1	0	1	0	1	1	Acc to System Output

အထက်ပါဇယားတွင် အဆင့် (၁) နှင့် အဝင် Shift register မှ ဝင်လာသော Adress A တွင်ရှိသည်။ Location အတွင်း Memory M_0 တွင် Store ပြုလုပ်မည်။ Signal အနေအထားသည် 0 သို့မဟုတ် 1 ဖြစ်နိုင်သည်။ C_0 C_1 နှင့် C_2 Adress များမှာ မည်သည့် အခြေအနေတွင်ဖြစ်စေ ထည့်သွင်းစဉ်းစားစရာမလိုပေ။

အဆင့် (၂) နှင့် အဆင့် (၃)တွင်လည်း A နှင့် C တို့မှ Signal များကို Memory M_1 နှင့် M_2 တွင် ပို့ဆောင် ထည့်သွင်းမည်။

အဆင့်(၄)တွင် B မှ Location ကို A_{CC} အတွင်းထည့်သွင်းမည်။

အဆင့်(၅)တွင် A_{CC} တွင် ရှိနေသော B ၏ တန်ဖိုးကို $\overline{B}$ ပြုလုပ်၍ တဖန် A_{CC} တွင်ပြန်၍ သိုလှောင်မည်။

အဆင့်(၆)တွင် A_{CC} တွင်ရှိနေသည့် $\overline{B}$ တန်ဖိုးနှင့် Memory M_2 တွင်ရှိနေသော C တန်ဖိုး တို့ကို $\overline{B}.C$ ပြုလုပ်မည်။

အဆင့် (၇) တွင် A_{cc} တွင် ရှိသော $\overline{B}$. C တန်ဖိုးကို Memory M_3 တွင် ထည့်သွင်းမည်။

အဆင့် (၈) တွင် Memory M_0 တွင်ရှိသော A တန်ဖိုးကို A_{cc} တွင် ထည့်သွင်းမည်။

ထို့နောက် အဆင့် (၉) အရ A_{cc} တွင်ရှိသော A တန်ဖိုးနှင့် Memory M_1 တွင်ရှိသော B တန်ဖိုးတို့ကို AND function B . A ဖြစ်စေ၍ A_{cc} တွင် ထည့်သွင်းမည်။

အဆင့် (၁၀) အရ A_{cc} တွင် ရှိနေသော B . A တန်ဖိုးနှင့် Memory M_3 တွင် ရှိနေသော တန်ဖိုး $\overline{B}$. C တန်ဖိုးတို့ကို OR Function ပြုလုပ်၍ ၄င်းရရှိသည့် Result ကို A_{cc} တွင် ထည့်သွင်းမည်။

ထို့နောက် အဆင့် (၁၁) တွင် A_{cc} မှ တန်ဖိုးကို System Output သို့ ပို့ဆောင်မည်။ ထို့နောက် Shift register မှ တဆင့် အပြင်သို့ ပို့ဆောင်မည် ဖြစ်သည်။ Microprocessor System တွင် ထိုကဲ့သို့ Program Memory တွင် ရှိနေသော Instruction များကို စဉ်ဆက်မပြတ် အစအဆုံး ဆက်တိုက်ဖတ်၍ နေခြင်းဖြင့် Input Variable တွင် အခြေအနေပြောင်းသည်နှင့် Output variable တွင် program တွင် ရေးထားသည့် Function အတိုင်း အမြဲထွက်ရှိနေပေမည်။

E l e c t r o n i c

Automation and Control ဘာသာရပ်တွင် Hydraulic ဘာသာရပ်သည် အင်အားကြီးမားသော လုပ်ငန်းများတွင်အသုံးဝင်ပြီး Signal Processing တွင်မူ Hydraulic Pressure signal မှလွဲ၍ကျန် Signal မရရှိနိုင်သဖြင့် အခြား Control Signal အမျိုးအစားတို့ကို မှီခိုနေရလေသည်။

Pneumatic ဘာသာရပ်မှာမူ လေဖိအားကန့်သတ်မှုရှိနေသဖြင့် အလွန်အင်အားကြီးလုပ်ငန်းများ တွင်အသုံးမဝင်ပေ။ သို့သော် Small Scale Automation များတွင်မူ အလွန်အသုံးဝင်လေသည်။ Sensor Element များတွင် Low Pressure Element များ Limit Switch (3/2) Way Valve) များကိုအသုံးပြုသည့်အပြင် Electronic နှင့် Electrical Signal Element များကို တွဲဖက်အသုံးကာ Electro Pneumatic အဖြစ် အသုံးပြုပါသည်။

Signal Precessing တွင်မူ Pneumatics ဘာသာရပ်အဖြင့် သီးသန့်သော်လည်းကောင်း Electrical Circuit များနှင့် တွဲဖက်၍လည်းကောင်း Electronic Circuit များနှင့်တွဲဖက်၍လည်းကောင်းအသုံးပြုနိုင်သည်။

PLC Control Process များ Computer Control Process များတွင်လည်း Electronic Circuit များကို In Put,Out Put Interface များအဖြစ် အသုံးပြုရသည်။

အီလက်ထရောနစ်ဘာသာရပ်တွင် အဓိကအားဖြင့် ကဏ္ဍကြီးနှစ်ရပ်ပါဝင်ပိုင်းခြားထားပါသည်။ ယင်းတို့မှာ -

၁။ အင်နာလော့ အီလက်ထရောနစ်
(Analogue Electronic)

၂။ ဒီဂျစ်တယ်အီလက်ထရောနစ်
(Digital Electronic)

အသံချဲ့စက်၊ ရေဒီယို၊ တယ်လီဗေးရှင်းစသည့် ပစ္စည်းကိရိယာများ တည်ဆောက်ရာတွင် ပါဝင်သည့် အီလက်ထရောနစ်ကို အင်နာလော့ အီလက်ထရောနစ် ဟုခေါ်ပြီး လောဂျစ်ဆိုင်ရာ အတွက်အချက်များနှင့်ဆုံးဖြတ်ချက်များ လုပ်ဆောင်ပေးနိုင်သည့် အီလက်ထရောနစ် ကိုဒီဂျစ်တယ်အီလက်ထရောနစ်ဟုခေါ်ပါသည်။

Automation and Control ဘာသာရပ်တွင် Digital Electronic ကို ကျယ်ပြန့်စွာအသုံးပြုပြီး Analogue Signalများဖြစ်သည့် အပူချိန်၊ ဖိအား၊ ဖြာထွက်မှု၊ အလင်းအမှောင်၊ အတိုးအကျယ်စသည့်တို့ကို Analogue to Digital converter များအသုံးပြု၍ Digital Signal များအဖြစ် ပြောင်းလဲအသုံးပြုသည်။

Decision Making And Memory Element

Digital Electronic ဘာသာရပ်တွင် လောဂျစ်ဆိုင်ရာပြဿနာများအဖြေရှာရန်အဆုံးအဖြတ်ပေးသော ပစ္စည်းများနှင့် အချက်အလက်များ သိမ်းဆည်းထားနိုင်သည့် မှတ်ဉာဏ်ဟုခေါ်သည့် ပစ္စည်းများသည် အရေးကြီး သောကဏ္ဍမှ ပါဝင်နေကြသည်။

အဆုံးအဖြတ်ပေးသော ပစ္စည်းများသည် အမှားနှင့်အမှန်၊ အရှိနှင့်မရှိစသည်ဖြင့် ပြဿနာတစ်ခု ပေါ်လာသောအခါ Yes နှင့် No ဟု လူ၏ စိတ်တွင် ဆုံးဖြတ်သည့်အတိုင်း Volt အားတစ်ခုထုတ်ပေး၍ 0 နှင့် 1 ဟု အဆုံးအဖြတ်ပေးသည်။

လူ၏စိတ်တွင် နောက်တစ်ခု ပြုလုပ်ပေးသော အချက်တစ်ခုမှာ မှတ်သားခြင်းပင်ဖြစ်သည်။ အတိတ်က ပြုလုပ်ထားသည့် အတွေ့အကြုံများ အချက်အလက်များကို မှတ်သားထား၍ လိုအပ်သော အခါ ပြန်စဉ်းစား တွေးလုပ်ခြင်းပင်ဖြစ်သည်။ Digital Electronic တွင်လည်း အချက်အလက်များကို အချိန်အကန့်အသတ်မရှိ မှတ်သားထားနိုင်ပါသည်။ လိုအပ်သည့်အခါ ပြန်လည်ထုတ်ယူခြင်း ဖျက်ပစ်၍ အသစ် ထက်မံ၍ မှတ်သားခြင်းကို ပြုလုပ်နိုင်ပါသည်။

ထို Decision Making and Memory Element များကို ရောထွေးတည်ဆောက်၍

Power Element များဖြစ်သည့် Pneumatic Element များ၊ Hydraulic Element များစသည့်တို့နှင့် ပေါင်းစပ်လိုက် သောအခါ စွမ်းအားကြီးမားသော ယန္တရားများတည်ဆောက်လာနိုင်ပါသည်။

Number systems

ကိန်းတခုကို ရေတွက်ရာတွင်အများနားလည်သော Decimal System,Binary System, Octal System, Hexadecimal System ဟူ၍အမျိုးမျိုးရှိသည်။ Decimal System သည် အများအသုံးပြုနေသော System ဖြစ်ပြီး 0 to 9 Character ကိုအခြေခံထားလေသည်။ Digital Electronic ၌ 1 နှင့် 0 Character နှစ်ခုကိုသာအသုံးပြုနိုင်သဖြင့် Binary System ကိုအသုံးပြုသွားသည်။ ၎င်း Binary Systemကို အခြေခံ၍ Octal System, Hexadecimal System စသည်ဖြင့် တိုးချဲ့အသုံးပြုထားသည်။

Decimal System တွင် 0 to 9 Character အထိပါသောCharacter များကို အသုံးပြုဖော်ပြထားသည့် 10 ကိုအခြေခံ၍ဖော်ပြသောစနစ်ဖြစ်သည်။

ဥပမာ - ကိန်းတစ်ခု 1264 ကို ဖော်ပြပါက အောက်ပါအတိုင်းတွေ့နိုင်သည်။

$$1264 = 1000 + 200 + 60 + 4$$

$$= 1 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 4 \times 10^0$$

ဘိုင်နရီစနစ်တွင်မူ ကိန်းတခုကိုရေးသည့်အခါ 0 နှင့် **1** ဟူသည့်ဂဏန်း (Digit) နှစ်လုံးဖြင့်သာ ရေးသားဖော်ပြရပါသည်။ ပါဝင်သောဂဏန်းများမှာ 2 ၏ဆတိုးမြှောက်ဖော်ကိန်းများ သာဖြစ်သည်။

ဥပမာ - ဘိုင်နရီစနစ်ဖြင့်ရေးထားသောကိန်းတခု (10011) ၏အဓိပ္ပါယ်မှာ

$$10011 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

ဖြစ်သည်။ ယင်းကို Decimal စနစ်ဖြင့် တန်းဖိုးမည်မျှနှင့်ညီသည်ကိုဖော်ပြလိုပါက

$$10011 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$= 16 + 0 + 0 + 0 + 2 + 1$$

$$= 19 \text{ (Decimal)}$$

Decimal and Binary Relation Table

Decimal	Binary
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1010

ဖော်ပြပါပုံတွင် Decimal 0 to 7 Character အတွက် Binary Three Bit ကိုသာအသုံးပြုရသည်။ ထို့ကြောင့် Octal System အသုံးပြုလိုပါက Three Bit စီအုပ်စုခွဲ၍ ဖော်ပြနိုင်လေသည်။ ဥပမာအားဖြင့် Decimal 99 ကို Binary အားဖြင့် 110 0011 ဖြင့်ဖော်ပြ၍ Octal System ဖြင့် 001 100 011ဖြင့်ဖော်ပြနိုင် လေသည်။

$$\text{Decimal} = 9 * 10^1 + 9 * 10^0$$

$$Binary = 1*2^6 + 1*2^5 + 0*2^4 + 0*2^3 + 0*2^2 + 1*2^1 + 1*2^0$$
$$= 64 + 32 + 0 + 0 + 0 + 2 + 1$$
$$= 99$$

Binary တန်ဖိုးကို ဘယ်ဘက်မှ 0 တလုံးတိုးပေးခြင်းဖြင့် Octal System တန်ဖိုးကိုရရှိနိုင်သည်။ Octal System 143 သည် Decimal 99 နှင့်တူညီသည်။

Hexa decimal တွင်မူ 4 Bit အုပ်စုဖွဲ့ပါက 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 A,B,C,D,E,F, တူသည့် Charater 16 ခုရရှိသဖြင့်၎င်းကို အခြေခံ၍ Hexadecimal စနစ်ကိုပြုလုပ်အသုံးပြုသည်။

ထို့ကြောင့် Decimal 99 သည် အောက်တွင်ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း Hexadecimal တန်ဖိုးရရှိသည်။ 63 သည် Decimal 99 နှင့်တူညီသည်။

Converting Binary Number Into Decimal Number

Binary Number မှ Decimal Number သို့ပြောင်းလိုပါက အောက်တွင်ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း Symbol Value နှင့် Place Value တို့ကို စဉ်းစားရမည်။ Symbol Value မှာ Binary တစ်ခုစီ၏ 1 နှင့် 0 တန်ဖိုးများဖြစ်သည်။ Place Value မှာ Binary Number ကို ဘယ်ဘက်မှစ၍ 0,1,2 စသည်ဖြင့် ရေတွက်၍ ၎င်းတန်ဖိုးကို ဂဏန်းပေါ်သို့ ထပ်ကိန်းတင်၍ ရသည့်တန်ဖိုးပင်ဖြစ်သည်။ ၎င်း Symbol Value နှင့် Place Value တို့ကိုမြှောက်၍ရသည့် တန်ဖိုးအားလုံးပေါင်းသည် Decimal တန်ဖိုးပင်ဖြစ်သည်။

Converting Decimal Number Into Binary Number

ယေဘူယျအားဖြင့် Decimal စနစ်မှ ကိန်းတစ်ခုကို Binary စနစ်သို့ ပြောင်းသော် အောက်တွင်ဖော်ပြ ထားသည့်အတိုင်း Decimal ကိုညာဘက် အစွန်တွင် ဦးစွာချရေးပါ။ ၎င်းနောက် (၂) ဖြင့်စားသွား၍ အကြွင်းကို

ချရေးသွားခြင်းဖြင့် Binary Number ကို ရရှိသည်။

၂ ဖြင့်စား၍ရသော ရလာဒ်	0	1	2	4	9	(19) Decimal
အကြွင်း	1	0	0	1	1	Binary

Decimal 19 = 10011 Binary

Decimal	Binary	Octal	Hexadecimal	Decimal	Binary	Octal	Hexadecimal	Decimal	Binary	Octal	Hexadecimal	Decimal	Binary	Octal	Hexadecimal
0	0	0	0	64	100 0000	100	40	128	1000 0000	200	80	192	1100 0000	300	C0
1	1	1	1	65	100 0001	101	41	129	1000 0001	201	81	193	1100 0001	301	C1
2	10	2	2	66	100 0010	102	42	130	1000 0010	202	82	194	1100 0010	302	C2
3	11	3	3	67	100 0011	103	43	131	1000 0011	203	83	195	1100 0011	303	C3
4	100	4	4	68	100 0100	104	44	132	1000 0100	204	84	196	1100 0100	304	C4
5	101	5	5	69	100 0101	105	45	133	1000 0101	205	85	197	1100 0101	305	C5
6	110	6	6	70	100 0110	106	46	134	1000 0110	206	86	198	1100 0110	306	C6
7	111	7	7	71	100 0111	107	47	135	1000 0111	207	87	199	1100 0111	307	C7
8	1000	10	8	72	100 1000	110	48	136	1000 1000	210	88	200	1100 1000	310	C8
9	1001	11	9	73	100 1001	111	49	137	1000 1001	211	89	201	1100 1001	311	C9
10	1010	12	A	74	100 1010	112	4A	138	1000 1010	212	8A	202	1100 1010	312	CA
11	1011	13	B	75	100 1011	113	4B	139	1000 1011	213	8B	203	1100 1011	313	CB
12	1100	14	C	76	100 1100	114	4C	140	1000 1100	214	8C	204	1100 1100	314	CC
13	1101	15	D	77	100 1101	115	4D	141	1000 1101	215	8D	205	1100 1101	315	CD
14	1110	16	E	78	100 1110	116	4E	142	1000 1110	216	8E	206	1100 1110	316	CE
15	1111	17	F	79	100 1111	117	4F	143	1000 1111	217	8F	207	1100 1111	317	CF
16	1 0000	20	10	80	101 0000	120	50	144	1001 0000	220	90	208	1101 0000	320	D0
17	1 0001	21	11	81	101 0001	121	51	145	1001 0001	221	91	209	1101 0001	321	D1
18	1 0010	22	12	82	101 0010	122	52	146	1001 0010	222	92	210	1101 0010	322	D2
19	1 0011	23	13	83	101 0011	123	53	147	1001 0011	223	93	211	1101 0011	323	D3
20	1 0100	24	14	84	101 0100	124	54	148	1001 0100	224	94	212	1101 0100	324	D4
21	1 0101	25	15	85	101 0101	125	55	149	1001 0101	225	95	213	1101 0101	325	D5
22	1 0110	26	16	86	101 0110	126	56	150	1001 0110	226	96	214	1101 0110	326	D6
23	1 0111	27	17	87	101 0111	127	57	151	1001 0111	227	97	215	1101 0111	327	D7
24	1 1000	30	18	88	101 1000	130	58	152	1001 1000	230	98	216	1101 1000	330	D8
25	1 1001	31	19	89	101 1001	131	59	153	1001 1001	231	99	217	1101 1001	331	D9
26	1 1010	32	1A	90	101 1010	132	5A	154	1001 1010	232	9A	218	1101 1010	332	DA
27	1 1011	33	1B	91	101 1011	133	5B	155	1001 1011	233	9B	219	1101 1011	333	DB
28	1 1100	34	1C	92	101 1100	134	5C	156	1001 1100	234	9C	220	1101 1100	334	DC
29	1 1101	35	1D	93	101 1101	135	5D	157	1001 1101	235	9D	221	1101 1101	335	DD
30	1 1110	36	1E	94	101 1110	136	5E	158	1001 1110	236	9E	222	1101 1110	336	DE
31	1 1111	37	1F	95	101 1111	137	5F	159	1001 1111	237	9F	223	1101 1111	337	DF
32	10 0000	40	20	96	110 0000	140	60	160	1010 0000	240	A0	224	1110 0000	340	E0
33	10 0001	41	21	97	110 0001	141	61	161	1010 0001	241	A1	225	1110 0001	341	E1
34	10 0010	42	22	98	110 0010	142	62	162	1010 0010	242	A2	226	1110 0010	342	E2
35	10 0011	43	23	99	110 0011	143	63	163	1010 0011	243	A3	227	1110 0011	343	E3
36	10 0100	44	24	100	110 0100	144	64	164	1010 0100	244	A4	228	1110 0100	344	E4
37	10 0101	45	25	101	110 0101	145	65	165	1010 0101	245	A5	229	1110 0101	345	E5
38	10 0110	46	26	102	110 0110	146	66	166	1010 0110	246	A6	230	1110 0110	346	E6
39	10 0111	47	27	103	110 0111	147	67	167	1010 0111	247	A7	231	1110 0111	347	E7
40	10 1000	50	28	104	110 1000	150	68	168	1010 1000	250	A8	232	1110 1000	350	E8
41	10 1001	51	29	105	110 1001	151	69	169	1010 1001	251	A9	233	1110 1001	351	E9
42	10 1010	52	2A	106	110 1010	152	6A	170	1010 1010	252	AA	234	1110 1010	352	EA
43	10 1011	53	2B	107	110 1011	153	6B	171	1010 1011	253	AB	235	1110 1011	353	EB
44	10 1100	54	2C	108	110 1100	154	6C	172	1010 1100	254	AC	236	1110 1100	354	EC
45	10 1101	55	2D	109	110 1101	155	6D	173	1010 1101	255	AD	237	1110 1101	355	ED
46	10 1110	56	2E	110	110 1110	156	6E	174	1010 1110	256	AE	238	1110 1110	356	EE
47	10 1111	57	2F	111	110 1111	157	6F	175	1010 1111	257	AF	239	1110 1111	357	EF
48	11 0000	60	30	112	111 0000	160	70	176	1011 0000	260	B0	240	1111 0000	360	F0
49	11 0001	61	31	113	111 0001	161	71	177	1011 0001	261	B1	241	1111 0001	361	F1
50	11 0010	62	32	114	111 0010	162	72	178	1011 0010	262	B2	242	1111 0010	362	F2
51	11 0011	63	33	115	111 0011	163	73	179	1011 0011	263	B3	243	1111 0011	363	F3
52	11 0100	64	34	116	111 0100	164	74	180	1011 0100	264	B4	244	1111 0100	364	F4
53	11 0101	65	35	117	111 0101	165	75	181	1011 0101	265	B5	245	1111 0101	365	F5
54	11 0110	66	36	118	111 0110	166	76	182	1011 0110	266	B6	246	1111 0110	366	F6
55	11 0111	67	37	119	111 0111	167	77	183	1011 0111	267	B7	247	1111 0111	367	F7
56	11 1000	70	38	120	111 1000	170	78	184	1011 1000	270	B8	248	1111 1000	370	F8
57	11 1001	71	39	121	111 1001	171	79	185	1011 1001	271	B9	249	1111 1001	371	F9
58	11 1010	72	3A	122	111 1010	172	7A	186	1011 1010	272	BA	250	1111 1010	372	FA
59	11 1011	73	3B	123	111 1011	173	7B	187	1011 1011	273	BB	251	1111 1011	373	FB
60	11 1100	74	3C	124	111 1100	174	7C	188	1011 1100	274	BC	252	1111 1100	374	FC
61	11 1101	75	3D	125	111 1101	175	7D	189	1011 1101	275	BD	253	1111 1101	375	FD
62	11 1110	76	3E	126	111 1110	176	7E	190	1011 1110	276	BE	254	1111 1110	376	FE
63	11 1111	77	3F	127	111 1111	177	7F	191	1011 1111	277	BF	255	1111 1111	377	FF

Comparisons of decimal, binary, octal and hexadecimal equivalents. An 8-bit number, which can be written as two hex characters, is generally known as a *byte*.

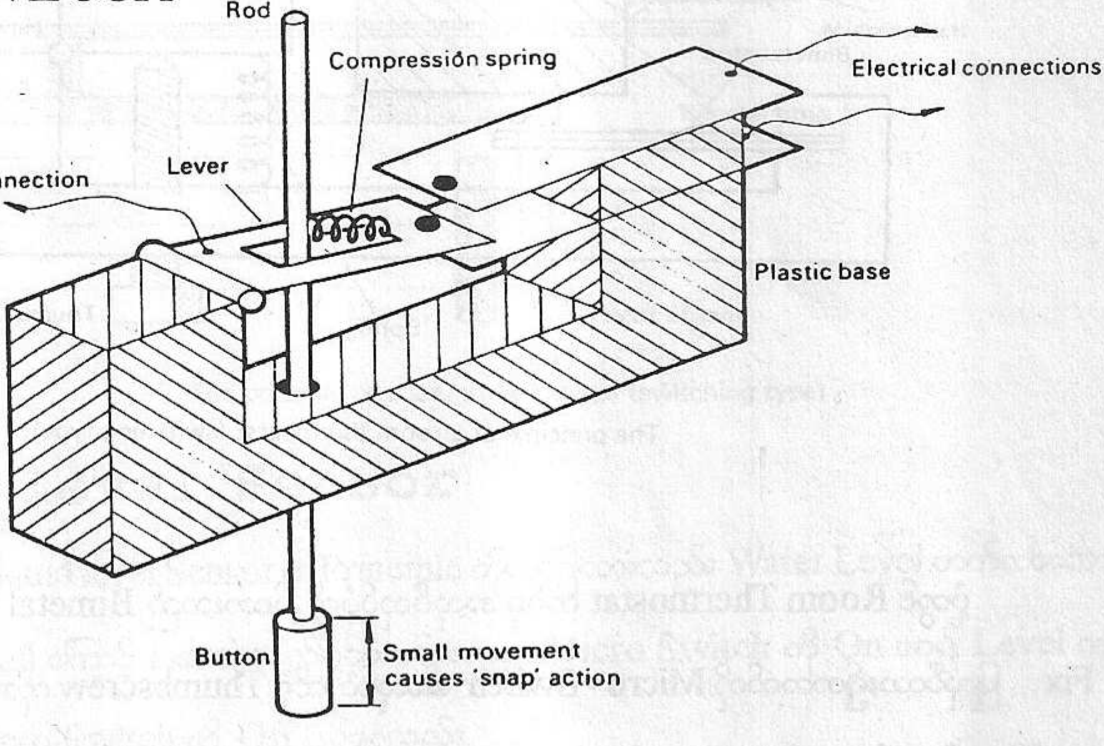
TRANSDUCERS : SENSORS AND ACTUATOR

Transducer ဆိုသည်မှာ Input တစ်ခုနှင့် Output တစ်ခုပါဝင်သော System ဟု ယေဘူယျအားဖြင့် အဓိပ္ပါယ်သတ်မှတ်နိုင်သည်။ ၄င်းမှာ Input Signal တစ်ခုကို ပိုမို၍ အသုံးချရန်လွယ်ကူသော Output Singnal တစ်ခုသို့ ပြောင်းလဲပေးသည့် ပစ္စည်းဖြစ်သည်။ Microphoneသည် Transducer တစ်ခုပင်ဖြစ်သည်။ အဘယ် ကြောင့်ဆိုသော ၄င်းသည် Sound Signal ကို Electrical Signal သို့ပြောင်းပေးသောကြောင့်ဖြစ်သည်။ Loudspeaker သည် Electrical signal မှ Sound Signal သို့ပြောင်းလဲပေးသည်။ ၄င်းကိုလည်း Transducer ဟုပင် အမည်ပေးနိုင်သည်။ ၄င်းတို့သည် ဆန့်ကျင်ဘက် အပြုအမူ အတိုင်း ပြုမူကြသည်။ ထို့ကြောင့် Micorphone ကို Sensor ဟု၍ လည်းကောင်း Loudspaker ကို Actuators ဟု၍ ၄င်းသီးခြား ခေါ်ဆိုနိုင်သည်။ ထို့အတူပင် Photo. electric cell သည် Light Signal မှ Electrical Signal သို့ပြောင်းပေးသည့် Sensor ဖြစ်၍ Lamp သည် Electrical Signalမှ Light Signalသို့ ပြောင်းပေးသည်။ Actuators ဖြစ်သည် Generator သည် Mechanical Rotation မှ Electricity သို့ ပြောင်းပေးသည့် Sensor ဖြစ်၍ Motor သည် Electricity မှ Mechanical Rotation သို့ ပြောင်းပေးသည့် Actuactor ဖြစ်သည်။

ထို့ကြောင့် Transducer ဆိုသည်မှာ Sensor ဟု အဓိပ္ပါယ်သတ်မှတ်နိုင်သော်လည်း အမှန်တကယ်မူ ထိုထက်ပိုမို၍ ကျယ်ပြန့်စွာ အဓိပ္ပါယ်သတ်ရောက်လေသည်။ ဖော်ပြခဲ့ပြီးသော ဥပမာများ အားလုံးမှာ အားလုံး Analogue Signal များသာဖြစ်သည်။ ၄င်း Signal တွင် အဝင် Signal ကြီးပါက အထွက် Signal ကြီးမည်။Dynamo ပိုမြန်ပါက Output Current ပိုများမည်။ အလင်းရောင် ပိုစူးစူး Photo Cell ပေါ်ကျရောက်ပါက Output Current ပိုများမည်။ Speaker သို့အဝင် Volt ပိုများပါက အသံပို ကျယ်မည်။ သို့သော်လည်း အခြား Sensor အမျိုးအစား တမျိုးမှာElectrical Circuit အတွင်း Switch အသွင်သို့ အလုပ်လုပ်သည်။ ထို့ကြောင့် On နှင့် Off, 1 နှင့် 0 အတွင်းသာအလုပ်လုပ်သည်။ ဥပမာအားဖြင့် အခန်းအပူချိန်ထိမ်းသော Thermostat တစ်ခုတွင် အခန်းအပူချိန်သည် သတ်မှတ်အပူချိန် တစ်ခုထက် နဲနေပါက ခလုပ်ကို On ပြုလုပ်၍ Heater ကိုမောင်းပြီးအခန်း အပူချိန်သည် သတ်မှတ်အပူချိန်ထက် ပိုမြင့်သွားပါက ခလုပ်ကို Off ပြုလုပ်မည်။ ၄င်း Sensor အမျိုးအစားကို Switching - mode Sensor

သို့မဟုတ် Binary Transducers ဟုခေါ်သည်။ Mechanical OPerated Switching Mode Sensor များ တွင် အဓိက အားဖြင့် Micro-switches များကို အသုံးပြုထားသည်။

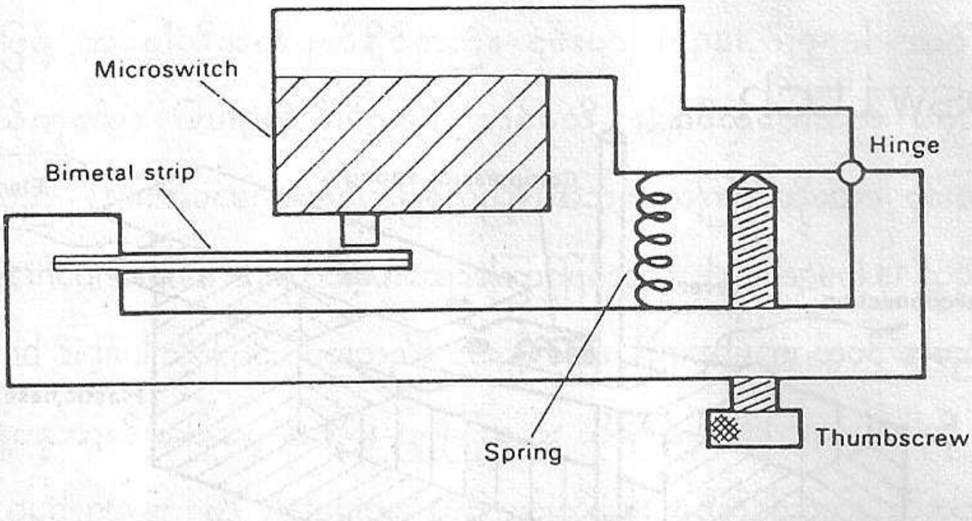
Microswitch



The principle of a microswitch.

ပုံတွင်Microswitch တခုတည်ဆောက်ပုံကိုဖော်ပြထားသည်။ အလွန်သေးငယ်သော Small Mechanical Movement ပေးလိုက်ရုံနှင့်အလုပ်လုပ် စေရန်စီစဉ်ထားသည်။ ၎င်းတွင် Fix Contact နှစ်ခုနှင့် လှုပ်ရှားနိုင်သော Make Contact တခုပါဝင်သည်။ ၎င်း Make Contanct သည် Spring အားဖြင့်ပြင်ပ Lever တခုနှင့် ဆက်သွယ်ထားသည်။ Normal အနေအထားတွင် Make Contact တခုသည် Fix Contact တခုနှင့်ထိလျက်ဆက်သွယ်နေပြီး ကျန် Fix Contact တခုနှင့်လွတ်လျက်ရှိသည် Lever မှတဆင့် Mechanical Movement တခုပေးလိုက်သောအခါ Spring တင်းအားလားရာ ပြောင်းသွား သဖြင့် ထိသော Contact နှင့်လွတ်သွားကာလွတ်နေသောကျန် Fix Contact တခုနှင့်သွား ဆက်သွယ်၍ အလုပ်လုပ်ပါသည်။

Room Thermostat (Switching Type)

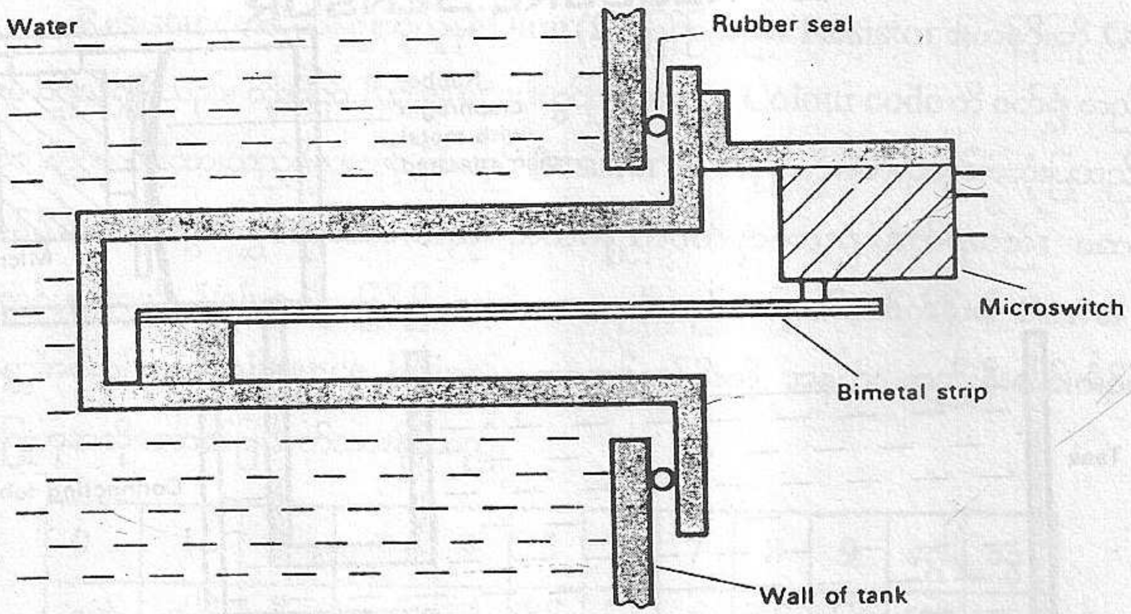


The principle of a room thermostat (switching type).

ပုံတွင် Room Thermostat တစ်ခု အလုပ်လုပ်ပုံကို ပြထားသည် Bimetal Strip ၏တဘက်ကို Fix ပြုလုပ်ထား၍တဘက်ကို Micro - Switch ၏ခလုပ်ကိုထိရှိ Thumbscrew ကိုအသုံးပြု၍ချိန်ညှိရမည်။ အပူချိန်တက်လာပါက Bimetal သည်ကွေးလာက Micro - switch ကို Mechanical Action အနည်းငယ် ပေးလိုက်ရုံနှင့်အလုပ်လုပ်စေသည်။

Water Thermostat (Switching Type)

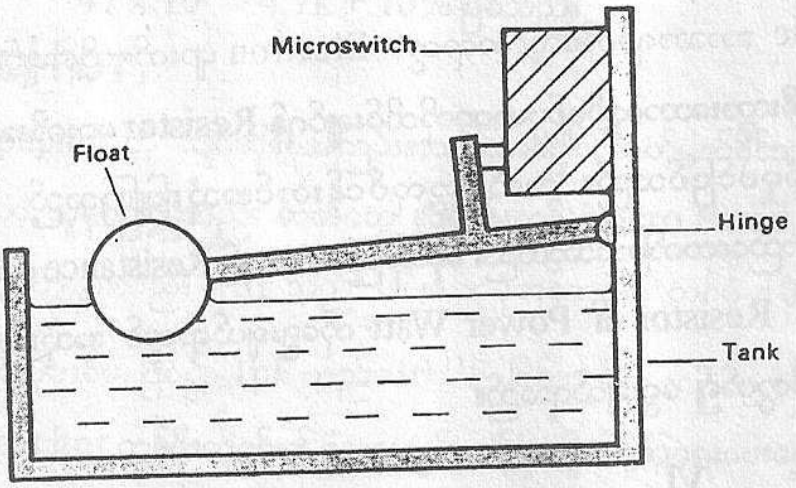
တစ်ဖက်ပါပုံတွင် Water Thermostat တခု၏ Principle ကိုအကြမ်းအားဖြင့်ဖော်ပြထားသည်။ Bimetal Strip ပါသည့် Tube ကို Water Tank တွင် Rubber Seal ခံ၍ ထည့်သွင်းထားသည်။ Bimetal Strip ၏ တဘက်ကို Tube အတွင်းအသေတပ်ဆင်ထား၍ တဘက်ကို Micro - switch ၌ Mechanical Action ပေးကာအလုပ်လုပ်စေသည်။



The principle of a water thermostat (switching type).

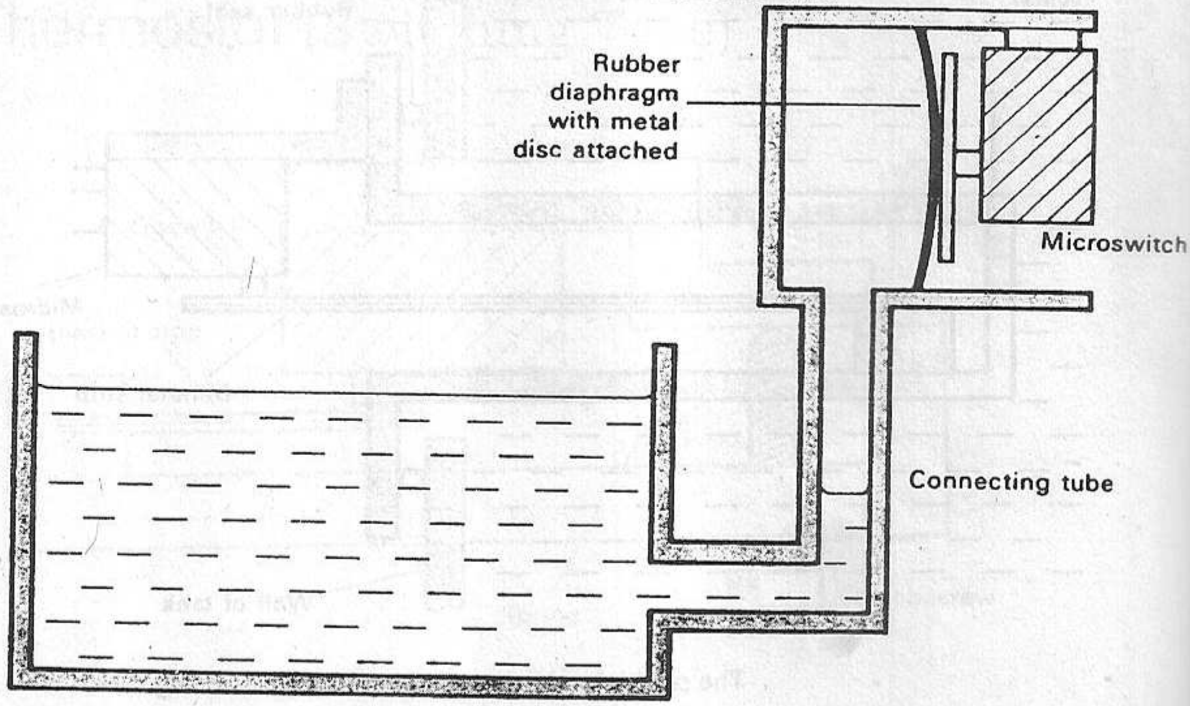
Liquid level Sensor

ပုံတွင် Liquid level Sensor ၏ Principle ကိုဖော်ပြထားသည်။ Water Level တက်လာသော အခါ floating Ball ကြောင့် Level သည်မြင့်တက်လာက Micro Switch ကို On စေ၍ Level ကျ လာသောအခါ Micro Switch ကို Off ဖြစ်စေသည်။



A liquid-level sensor.

DIAPHRAGM TYPE PRESSURE SENSOR



A diaphragm-type pressure sensor. (The diaphragm chamber has been drawn overlarge to show the detail.)

ပုံတွင် Diaphragm type pressure Sensor ၏ Principle ကိုဖော်ပြထားသည့် Pressure တက်လာသောအခါ Diaphragm သည် Micro Switch ကိုသွားနှိပ်၍ On စေပြီး Pressure ကျသွားသောအခါ Off ပြုလုပ်မည်။

Resistor

Electronic ဘာသာရပ်ကိုလေ့လာရာတွင် Electron များကို ထိန်းချုပ်အသုံးပြုခြင်းဖြစ်သဖြင့် Conductorအတွင်းစီးသွားသောလျှပ်စစ်ပမာဏကိုထိမ်းချုပ်ရန် Resistor များကိုအသုံးပြုသည်။ Resistor ၏အဓိပ္ပါယ်မှာ ခုခံမှုပင်ဖြစ်သည်။ လက်တွေ့လုပ်ငန်းတွင်အသုံးပြုကြသည့် Resistor အမျိုးမျိုးကိုနည်းစနစ် အမျိုးမျိုးနှင့်တည်ဆောက်ကြသော်လည်း ခံနိုင်သည့် Watt နှင့် Resistance တန်ဖိုးကိုကြည့်၍ ရွေးချယ်အသုံး ပြုကြသည်။ Resistor ၏ Power Watt ကိုရွေးချယ်ရာတွင် အသုံးပြုမည့်လျှပ်စီးပမာဏနှင့်အသုံးပြုမည့် Volt ကိုတွက်၍ ရွေးချယ်ရသည်။

Watt = VI

V = Volt

I = Max Amp:

Resistance ၏ တန်ဖိုးကိုယူနစ် Ohm (Ω) ဖြင့်ပြသည်။ Resistor ၏တန်ဖိုးကို Ohm မီတာနှင့် တိုင်းတာ၍သိရှိနိုင်သည်။ ထို့အပြင် Resistor ပေါ်တွင်ပြထားသော Colour code ကို ဖတ်၍ လည်းသိနိုင်သည်။ အောက်တွင်ဖော်ပြထားသည့်ဇယားနှင့် ပုံစံသည့် Resistor ၏ တန်ဖိုးကို ဖတ်ရာတွင်အသုံးပြုသည်။ Resistor ၏တန်ဖိုးဖတ်ရာတွင်ရွှေရောင်ထားသည့် ဘက်ကိုညာဖက်မှာထား၍ ဖတ်ရသည်။ ပထမနှင့်ဒုတိယ အရောင်များသည် Value များဖြစ်၍ တတိယအရောင်သည် မြှောက်ဖော်ကိန်း၏ Power ဖြစ်သည်။ စတုတ္ထအရောင်မှာ Tolerance ဖြစ်သည်။ အရောင်တန်ဖိုးကို အနက်၊ အညို၊နီ၊မော်၊ဝါ၊စိမ်း၊ပြာ၊မရမ်း၊ မီးခိုး၊ဖြူဟုအတိုကောက်ဖြင့်မှတ်သားနိုင်သည်။

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ရွှေ	ငွေ
နက်	ညို	နီ	မော်	ဝါ	စိမ်း	ပြာ	ရမ်း	မီးခိုး	ဖြူ	5%	10%

ဥပမာ။ ပထမ ဝါ၊ ဒုတိယ မရမ်း ၊ တတိယ အနီ၊ စတုတ္ထ ငွေ၊ ပြထားပါက

ဝါ = 4

မရမ်း = 7

အနီ = 10^2

ငွေ = 10 %

$47 \times 10^2 = 4.7k + 10\%$ ဖြစ်သည်။

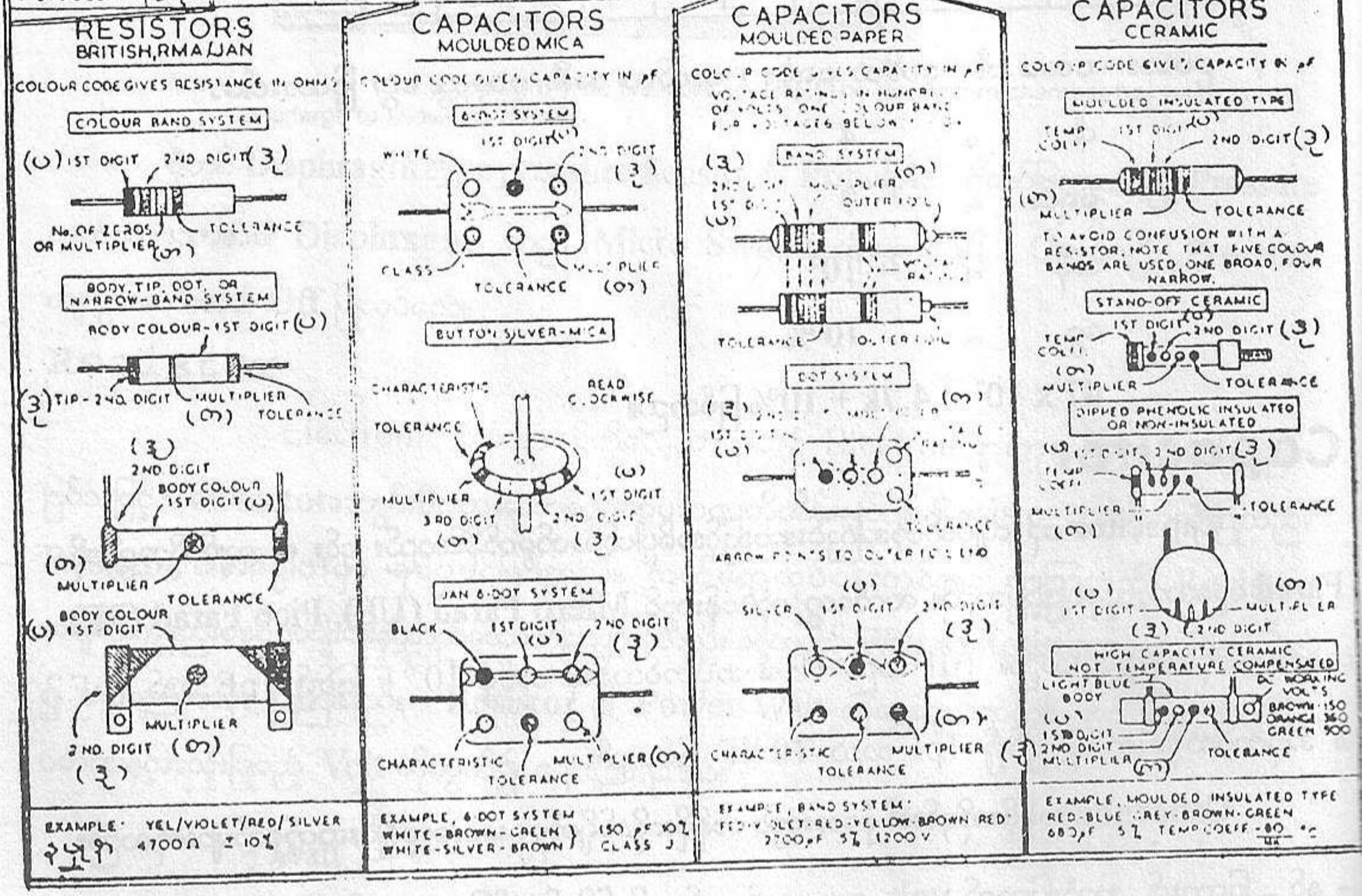
Capacitor

Capacitor ကို လျှပ်သိုဟုအကြမ်းအားဖြင့်အဓိပ္ပါယ်သတ်မှတ်နိုင်သည်။ ၎င်း ၏ လျှပ်သိုသတ္တိကို Farad ဟူသော ယူနစ်ဖြင့်ပြသည်။ လက်တွေ့ လုပ်ငန်းတွင် Micro Farad (UF), Pico Farad (PF) တန်ဖိုးများကိုအတွေ့များသည်။ 1µF သည် 1F ၏ အပုံတစ်သန်းပုံ တစ်ပုံ 10^{-6} F ဖြစ်၍ 1pF သည် 1uF ၏ အပုံတစ်သန်းပုံတစ်ပုံ ဖြစ်၍ 1pF သည် 10^{-12}F ဖြစ်သည်။

Capacitor တန်ဖိုးကို၎င်း၏ နံဘေးတွင် တန်ဖိုးတိုက်ရိုက်ရေးပေးလေ့ရှိပြီးဆက်ငုတ်များကိုလည်း + နှင့် – ပြထား၍ အသုံးပြုသည့် volt ပမာဏကိုလည်း တိုက်ရိုက်ဖော်ပြထားသည်။ Capacitor များကို အမျိုးအစား အလိုက်တန်းဖိုး ကို ဖတ်ရန်အတွက်တစ်ဖက်စာမျက်နှာတွင် ဇယားနှင့်တကွဖော်ပြထားသည်။

BRITISH AND RMA-JAN (USA) RESISTOR AND CAPACITOR COLOUR CODES

ရောင်ခြည် / COLOUR	ကိန်း / DIGITS OR Nº OF ZEROS	ရီစစ္စတာ / RESISTORS BRITISH, RMA/JAN: MULTIPLIER	TOLERANCE	လချီးခကပ္ပယ်စီတာ / CAPACITORS, MOULDED MICA BRITISH, RMA & JAN: MULTIPLIER	TOLERANCE	CLASS OR CHARACTERISTIC	စက္ကူခ / CAPACITORS, MOULDED PAPER: MULTIPLIER	TOLERANCE	ကြွေသုတ်ကပ္ပယ်စီတာ / CAPACITORS, CERAMIC, BRITISH, RMA/JAN: MULTIPLIER	TOLERANCE: OVER 10pF	TOLERANCE: 10pF & UNDER	TEMP COEFF PTS/MIL/°C
BLACK·နက်	0	1		1	20%	A	1	20%	1	20%	2pF	0
BROWN·ညို	1	10		10		B	10		10	1%		− 30
RED · နီ	2	100		100	2%	C	100		100	2%		− 80
ORANGE·လိမ္မော်	3	1000		1000	3% (RMA)	D	1000		1000	2½% (RMA)		− 150
YELLOW·ဝါ	4	10,000		10,000		E	10,000	5%	10,000 (RMA)			− 220
GREEN·စိမ်း	5	100,000			5% (RMA)	F (JAN)				5%	0·5pF	− 330
BLUE · ပြာ	6	1,000,000				G (JAN)						− 470
VIOLET·ခရမ်း	7	10,000,000										− 750
GREY·မီးခိုး	8	100,000,000				I (RMA)			÷ 100		0·25pF	+ 30
WHITE·ဖြူ	9	1,000,000,000				J (RMA)		10%	÷ 10	10%	1pF	−330+500 JAN +120−750 RMA
GOLD·ရွှေ		÷ 10	5%		5% (JAN)		÷ 10	5%				
SILVER·ငွေ		÷ 100	10%		10%			10%				
NO COLOUR	ရောင်မဲ့.		20%					20%				



ရီစစ္စတင်(ခုခံအား)၏ အတိုင်းအဆနှင့် ကွန်ဒင်ဆာ၏တန်ဖိုးများကို အရောင်ကြည့်၍ ဤဇယားပါအတိုင်း ခွဲခြားဖတ်ရှုနိုင်သည်။

DIODE

Diodeများကိုလေဟာနယ်မီးသီးဖြင့်၄င်း၊ တပိုင်းလျှပ်ကူး(Semi Conductor)များဖြင့်၄င်း တည်ဆောက်ကြသည်။ လေဟာမီးသီးဖြင့် တည်ဆောက်သောမီးသီးများကိုယခုအခါအသုံးပြုခြင်းနည်းပါးလာပြီး ဖြစ်သဖြင့် Semi - Conductor diode များအကြောင်းကိုသာဖော်ပြသွားမည်။ Semi - Conductor ခေါ်တပိုင်းလျှပ်ကူးဆိုသည်မှာ အခြေအနေတမျိုးတွင်လျှပ်ကူးကဲ့ သို့ပြုမှု၍ အခြေအနေတမျိုးတွင် လျှပ်ကာကဲ့သို့ပြုမှုသော ပစ္စည်းမျိုးကို ခေါ်သည်။ ဂျာမေနီယမ် ဆီလီကွန်စသည့် သတ္တုအမျိုးအစားများသည် တပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းများ ဖြစ်ကြသည်။

တပိုင်းလျှပ်ကူးသန့်သန့် (**Pure Semi-conductor**)ပစ္စည်းထဲသို့ မျိုးမတူသော အက်တမ်(**Atom**) များကို ရောစပ်ပေးခြင်းအားဖြင့်လွတ်လပ်သောအီလက်ထရွန် များကိုဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ ၄င်းတွင်လျှပ်စီးကြောင်း ကိုဖြစ်ပေါ်စေသောလျှပ်စစ်သည် အမလျှပ်စီးဖြစ်သည့်အတွက်၄င်းပြုပြင်ထားသော တပိုင်းလျှပ်ကူးကို**n** အမျိုးအစား တပိုင်းလျှပ်ကူးဟုခေါ်သည်။

ထိုကဲ့သို့ပင် မျိုးမတူသော **Atom** များကို ရောစပ်ပေးခြင်းဖြင့် **Electron** လို မော်လီကျူးများ ဖြစ်ပေါ်စေပြီးအဖိုသတ္တိဆောင်ကာ၄င်းအဖိုလျှပ်စစ်များက ရွေ့လျားပြီးလျှပ်စီးကြောင်းကိုဖြစ်ပေါ်စေသည့် အမျိုးအစားကို **p** အမျိုးအစား တပိုင်းလျှပ်ကူးဟုခေါ်သည်။

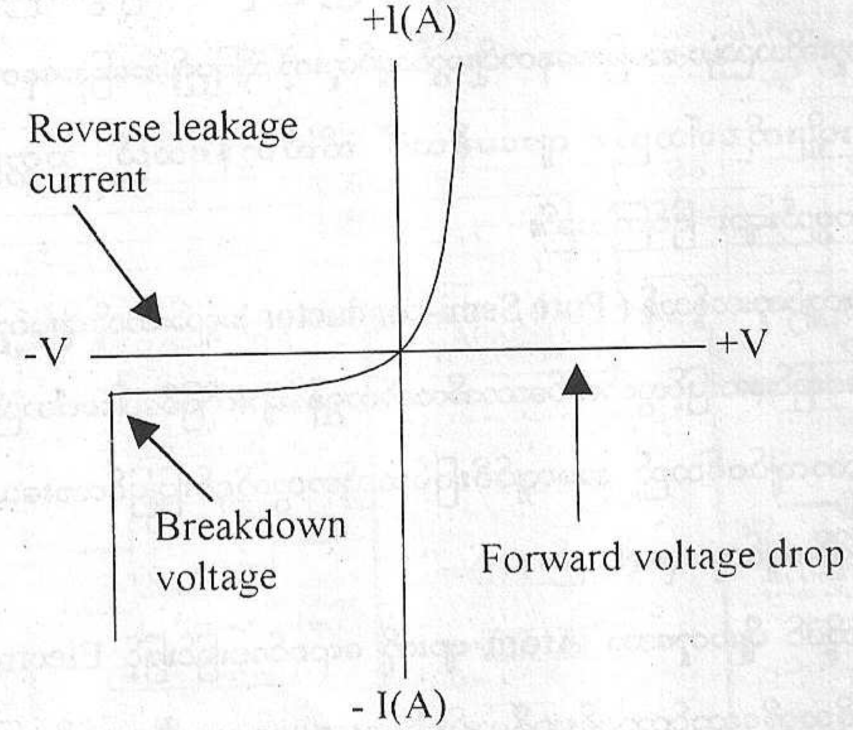
၄င်း **n** အမျိုးအစားနှင့် **p** အမျိုးအစားတပိုင်းလျှပ်ကူးတို့ကို ဆုံဆက်ပြုလုပ်ထားကာ ၄င်းဆုံဘက်ကို **P.N** ဆုံဆက်ဟုခေါ်သည်။

၄င်း **P-N** ဆုံဆက်ဒိုင်အုပ်ကို **N** အမျိုးအစားဘက်သို့ + **Potential (Reverse Bias)** ပေးပါအလွန်သေး ငယ်သောလျှပ်စစ်ပမာဏသာ စီးကြောင်းတွေ့ရသည်။

၄င်း **P-N** ဆုံဆက်ဒိုင်အုပ်ကို **P** အမျိုးအစားဘက်သို့ (+)**Potential (forward bias)** ပေးပါကလျှပ် စစ်ဖြတ်စီးကြောင်းကို တွေ့ရသည်။

ဆုံဆက်ဒိုင်အုတ်၏ လျှပ်စီးကြောင်းဗို့အား သဘာဝမျဉ်းကွေး

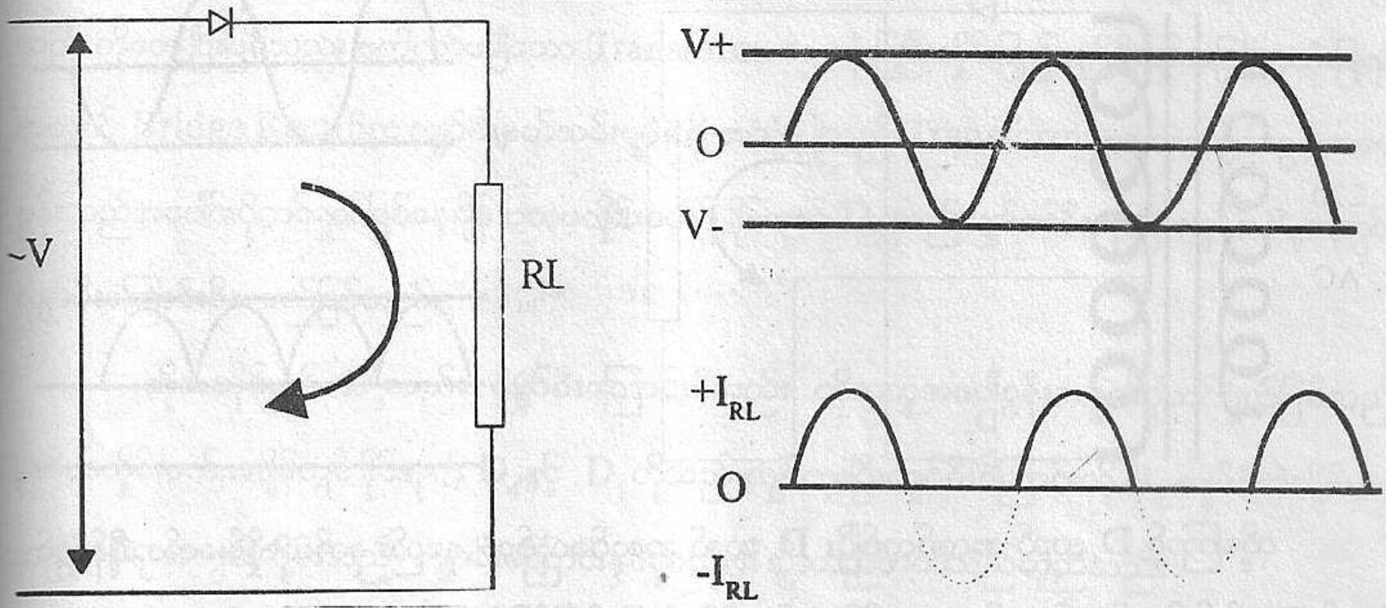
ဆုံဆက်ဒိုင်အုတ်များကို AC လျပ်စစ်မှ DC လျပ်စစ်သို့ပြောင်းသည့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းများတွင်အသုံးချသည် ကိုတွေ့ရသည်။



Half Wave Rectifier

လှိုင်းဝက်လျှပ်စီးပြင်တခု၏ ပတ်လမ်းကိုပုံ(က)တွင်ဖော်ပြထားသည်။ ဆုံဆက်ဒိုင်အုတ်တခုကိုပြန်လှန်ဗို့အား ပင်ရင်းတခု၊ လျှပ်ခံတခုတို့နှင့်စဉ်ဆက်ထားသည်။ ပြန်လှန်ဗို့အားပင်ရင်း၏ ဗို့အားပင်ရင်းလှိုင်းပုံမှာပုံ(ခ)တွင် ပြထား သည့်အတိုင်းအချိန်နှင့် အလိုက်ပြောင်းနေသည်။ ဗို့အား၏ဦးတည်ဘက်သည် PN ဆုံဆက် P ဖက်တွင်(+)ဖြစ်နေသောပထမလှိုင်းဝက်တွင်သာ Diode အတွင်းလျှပ်စစ်ဖြတ်စီးစေမည်ဖြစ်ပြီး ကျန်လှိုင်းဝက်တွင်မူလျှပ်စစ် စီးမှုကို ဟန့်တားထားမည်။ ထို့ကြောင့်ဝန်လျှပ်ခံအတွင်းသို့ ပထမလှိုင်းတွင်သာ လျှပ်စစ်စီးမည်။ ဝန်လျှပ်ခံအတွင်း စီးသည့်လျှပ်စီးကြောင်း၏ လှိုင်းပုံကိုပုံ(ဂ)တွင်ပြသထားသည်။ ဝန်လျှပ်ခံအတွင်းစီးမည့်လျှပ်စီးကြောင်းသည်လှိုင်း ပြည့်တခု၏ တဝက်ရှိသည့်အချိန်တိုင်းတွင် သာလျှပ်စစ်စီးသည့် အတွက်လှိုင်းဝက်လျှပ်စီးပြင်ဟုခေါ်သည်။

Half wave rectifier



ဖါတ်စီးပတ်လမ်းတွင်စီးနေသည့် လျှပ်စီးကြောင်းပမာဏကိုအောက်ပါညီမျှခြင်းမှရှာနိုင်သည် -

$V = IR_L + V_B$

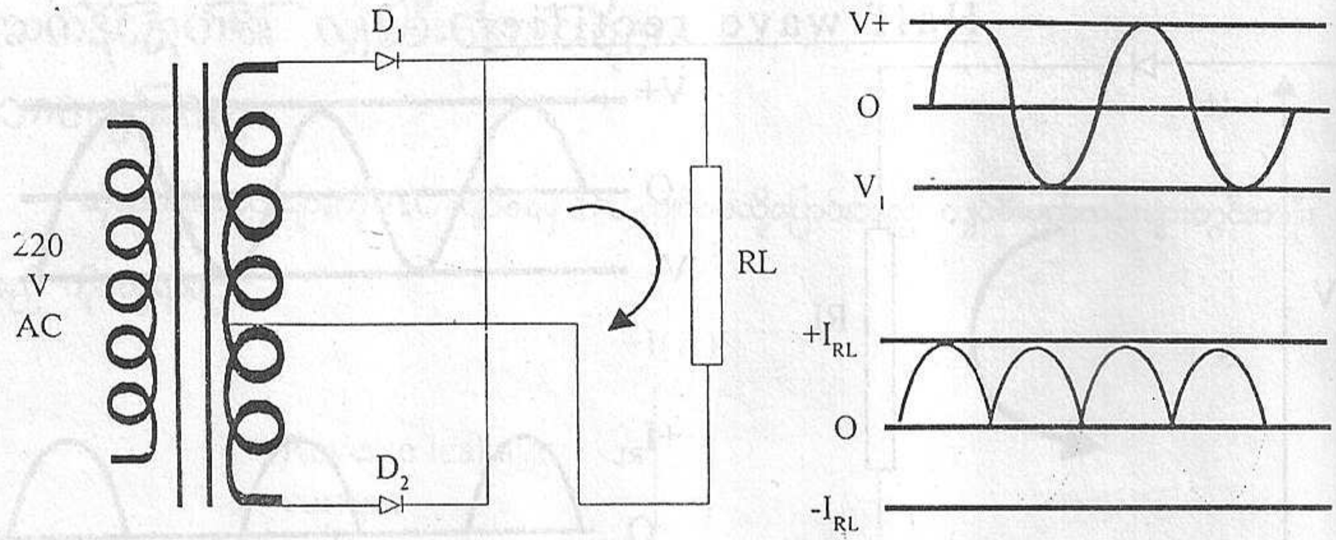
V = ပင်မမှထုတ်ပေးသည့်ပြန်လှန်ဗို့အား

R_L = ဝန်၏ခုခံမှု

V_B = ဒိုင်အုတ်တွင် ဖြစ်ပေါ်နေသည့်ဗို့အား

Full wave rectifire

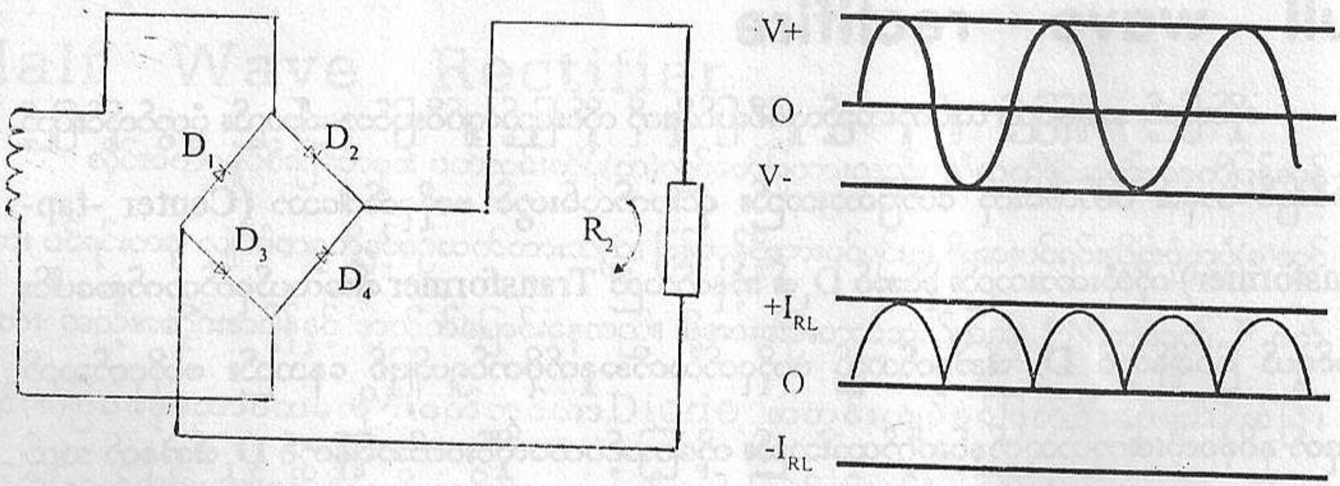
လှိုင်းပြည့်၊ အချိန်ပြည့်၊ လျှပ်ကူးသည့်လျှပ်စီးပြင်မျိုးကို လှိုင်းပြည့်လျှပ်စီးပြင်ဟုခေါ်သည်။ ပုံတွင်လှိုင်းပြည့် လျှပ်စီးပြင် တခု၏ ပတ်လမ်းကို ဖော်ပြထားသည်။ ၎င်းပတ်လမ်းတွင် ဗဟိုငုတ်ပါသော (Center -tap-transformer) ကိုသုံးထားသည်။ ဒိုင်အုပ် D_1 ၏ အဲ့နုတ်သည် Transformer ၏အလယ်ငုတ်ထက်အပေါင်း ပိုတင်ရှယ် ဖြစ်ချိန်တွင် D_2 ၏အဲနုတ်သည် ဗဟိုငုတ်ထက်အနုတ်ပိုတင်ရှယ်ဖြစ် နေသည်။ ဗဟိုငုတ်သည် ဒိုင်အုတ် နှစ်ခုစလုံး၏ကတ်သုတ်နှင့်ဆက်ထားသည်။ ထို့ကြောင့်ပထမလှိုင်းဝက်အချိန်တွင် D_1 ၏အဲနုတ် သည် ဗဟိုငုတ် နှင့် ဆက်ထားသည့် ကက်သုတ်ထက်စာလျှင် အပေါင်းပိုတင်ရှယ်ရှိနေပြီး၊ D_2 ၏ အဲနုတ်သည် ဗဟိုငုတ်နှင့် ဆက်ထားသော ကက်သုတ်ထက် အနုတ်ပိုတင်ရှယ်ဆောင်နေမည်။



ထို့ကြောင့် D_1 သည် အလုပ်လုပ်ပြီး D_2 သည် အလုပ်မလုပ်ဘဲနေမည်။ ဒုတိယလှိုင်းဝက်အချိန်တွင် D_1 နှင့် D_2 တို့၏ ပိုတင်ရှယ်သည် ပထမလှိုင်းဝက်အချိန်နှင့်ပြောင်းပြန်ဖြစ်သွားသဖြင့် D_1 သည်အလုပ်မလုပ်ဘဲ D_2 သည်အလုပ်လုပ်မည်။

ဝန်လျှပ်ခံထဲသို့စီးသည့် လျှပ်စီးကြောင်းဦးတည်ဘက်တို့မှာ တူညီနေသည့်အတွက်လှိုင်းပြည့်တခုတွင် $1_1 + 1_2$ လျှပ်စီးကြောင်းစီးသွားမည်ဖြစ်သည်။

Bridge Rectifire

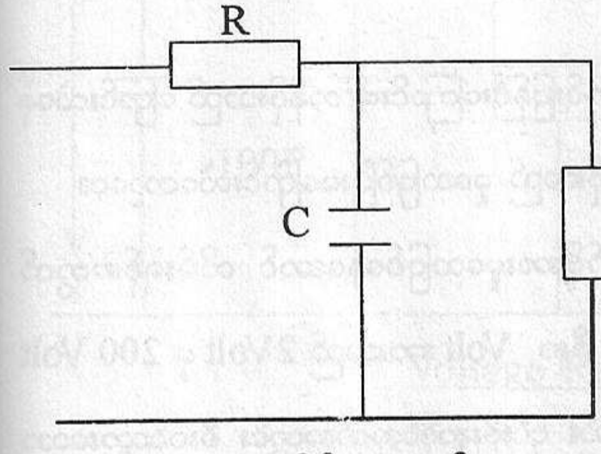


လှိုင်းပြည့် Rectifire ပတ်လမ်းတွင်ဗဟိုထုတ်ပါသော Transformer ကိုသုံးမှ သာဒိုင်အုတ်အလုပ်လုပ်သည် ကိုတွေ့ပြီးဖြစ်သည်။ ဗဟိုထုတ်မပါသော Transformer အသုံးပြုပြီးလှိုင်းပြည့်လျှပ်စီးပြင်အဖြစ်အသုံးပြုရန်အတွက် Bridge Rectifire လျှပ်စီးပတ်လမ်းများကို အသုံးပြုသည်။ Transformer ၏တဆင့်ခံခွေ၏အပေါ်စွန်းသည်အပေါင်းပိုတင်ရှယ်ဖြစ်နေချိန် ပထမလှိုင်းဝက်၌ ဒိုင်အုတ် D_2 သည်လျှပ်စစ်စီးကူးပြီးလျှပ်ခံ R_2 အတွင်း လျှပ်စီးကြောင်းစီး မည်ဖြစ်သည်။

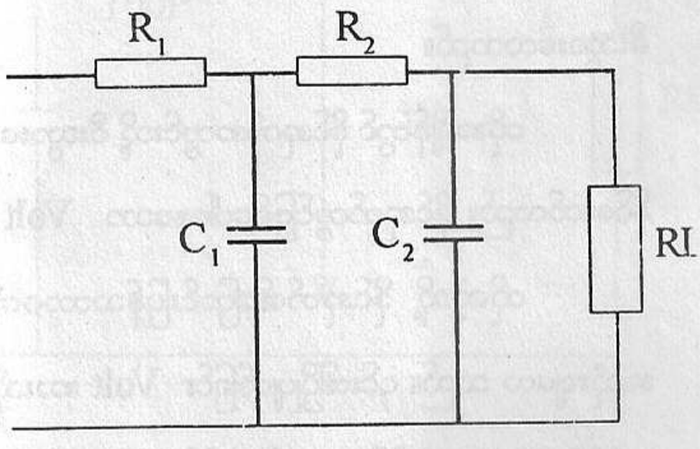
ထိုအတိုင်းပင် D_3လည်း လျှပ်စီးကြောင်းစီးမည်။ ထိုအတူအပေါ်စွန်းအနုတ်ပိုတင်ရှယ်ဖြစ်သည့် ဒုတိယလှိုင်းစက်အချိန်တွင် ဒိုင်အုတ် D_4နှင့် D_1တို့သည် လျှပ်ကူးပြီးလျှပ်စီးကြောင်းကို R_L လျှပ်ခံထဲသို့စီးစေသည်။ R_L အတွင်းသို့စီးသည့် လျှပ်စီးကြောင်းနှစ်ခုစလုံး၏ ဦးတည်ဘက်သည်တူညီသည်။

R_Lတွင်ဖြစ်ပေါ်သော ဗို့အားသည် Transformer ၏ တဆင့်ခံအခွေ၏ ဗို့အားထဲမှ ဒိုင်အုတ်နှစ်ခုတွင် ဖြစ်ပေါ်သော ဗို့အားကိုနုတ်၍ ကျန်သောဗို့အားပင်ဖြစ်သည်။

Filter



L ပုံ လှိုင်းရွေးစက်



π ပုံ လှိုင်းရွေးစက်

Rectifire ပတ်လမ်းများမှ ထွက်လာသော ဗို့အားများတွင် DC တန်ဖိုးသက်သက်မဟုတ်ဘဲပြန်လှန် AC ဗို့အားအစိတ်အပိုင်းများပေါင်းစပ်ပါဝင်လျက်ရှိသည်။ ထို့ကြောင့်အထွက်ဗို့အားကိုတပ်နိုင်သရွေ့ DC ဗို့အားဖြစ် သာကျန်စေရန် လှိုင်းရွေးစစ် Filter များကို တပ်ဆင်အသုံးပြုကြသည်။

လှိုင်းရွေးစစ်များတွင် L ပုံလှိုင်းရွေးစစ်နှင့် π ပုံလှိုင်းရွေးစစ်ဟု နှစ်မျိုးရှိသည်။Rectifire

မှအထွက်တွင်လျပ်ညှိ နှင့် လျှပ်သိုတို့ကို L ပုံသဏ္ဍာန်နှင့် π ပုံသဏ္ဍာန်ပုံတွင် ပြထားသည့် အတိုင်းတပ်ဆင်ကြသည်။

Rectifire ၏ အထွက်စီးကြောင်းတွင် AC အစိပ်အပိုင်းများပါလာသဖြင့် ပြောင်းလဲနေသော AC အစိတ်အပိုင်းများကို လျပ်ညှိ အတွင်းဖြတ်စီးစေသောအခါ လျှပ်စီးကြောင်းပြောင်းလဲမှုကို ဆန့်ကျင်လေသည်။ ထိုနောက်ကျန်သော AC အစိတ်အပိုင်း ကို လျပ်သိုအတွင်းစီးစေခြင်းဖြင့် DC စီးကြောင်းသာဝန်လျပ်ခံ RL အတွင်းစီးဝင်ပေမည်။

Zener Diode

P. N Junction Diode ကို Reverse Bias Volt ပေးသောအခါ ပြောင်းပြန်လျှပ်စီးကြောင်း (Reverse Current) ၏တန်ဖိုးသည်အလွန်ငယ်လေသည်။ သို့သော်၎င်း Reverse Bias Volt တန်ဖိုးကိုတဖြေးဖြေးတိုးပေးရင်းတန်ဖိုး တခုသို့ ရောက်သောအခါ Reverse Current တန်ဖိုးသည်ရုတ်တရက်ပြောင်းပြီးတိုးစီးသွားလေသည်။

ထိုအချိန်တွင် ဒိုင်အုတ်အတွင်းသို့ စီးသွားနေသောပြောင်းပြန်စီးကြောင်း၏ တန်ဖိုးသည် ပြောင်းလဲနေနိုင်သော်လည်း ဒိုင်အုတ်တွင်ဖြစ်ပေါ်နေသော Volt အားတန်ဖိုးသည် မူသေဖြစ်ပြီးမပြောင်းလဲတော့ပေ။

ထိုကဲ့သို့ ဒိုင်အုတ်၏ပြောင်းပြန်သဘာဝကို အထွက်ဗို့အားမူသေဖြစ်နေအောင် ထိမ်းရန်အတွက်အသုံးချလေ သည်။ ၎င်း၏ပြိုပျက်ခြင်း Volt အားသို့မဟုတ် ဇီနာ Volt အားသည် 2Volt မှ 200 Volt - 300 Volt အထိရှိသော ဇီးနာဒိုင်အုတ် အမျိုးမျိုးရှိလေသည်။ ၎င်းဇီးနာဒိုင်အုတ်အတွင်း စီးဝင်သွားသောလျှပ်စီးကြောင်တန်ဖိုးသည် လည်း Milli ampere မှ Ampere များစွာခံနိုင်သည်အထိအမျိုး မျိုးရှိလေသည်။

Voltage Regulator

လက်တွေ့တွင် Rectifire မှ အထွက် Volt အားသည် Transformer ၏ တဆင့်ခံခွေတွင် စီးသောလျှပ်စီးကြောင်းအပေါ်တွင်အနည်းနှင့်အများမူတည်နေသည်။ ထိုကြောင့်အထွက် Volt အားမပြောင်းလဲပဲမူသေ

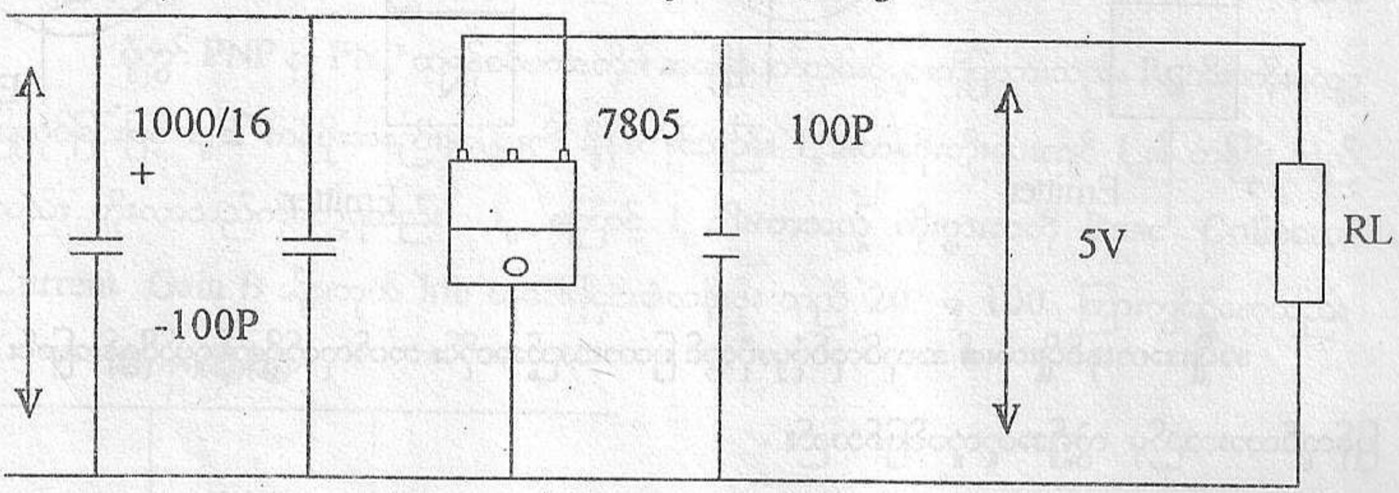
ဖြစ်ရန် Volt အား ထိန်းကိရိယာများကိုလျှပ်စီး ပြင်လိုင်းရွေးစစ်တို့နှင့် တွဲဖက်အသုံးပြုကြလေသည်။

ပိုတွင် Volt အား V သည် Rectifire အထွက်တွင်ရှိသော Volt အားဖြစ်ပြီး V ၏ တန်ဖိုးသည် ဇီးနာဒိုင်အုတ် ၏ ပြိုပျက်ခြင်း Reverse Current အားထက်ကြီးလေသည်။ ဒိုင်အုတ်အတွင်းသို့ စီးဝင်သွားမည့်လျှပ်စီးကြောင်း တန်ဖိုးကို Rs က သတ်မှတ်ပေးသည်။ Rs တွင်ရှိသော Volt အားနှင့်ဒိုင်အုတ်၏ ပြိုပျက်ခြင်းဗို့အားတို့ ပေါင်းခြင်းသည် V နှင့်တူညီလေ သည်။ R_L အတွင်းစီးကြောင်းတိုးလာလျှင်ဒိုင်အုတ်၏ စီးကြောင်းလျော့သွားပေမည်။ ထိုအတွက် Volt အားသည် အမြဲမှသေဖြစ်ပြီးမပြောင်းလဲပေ။

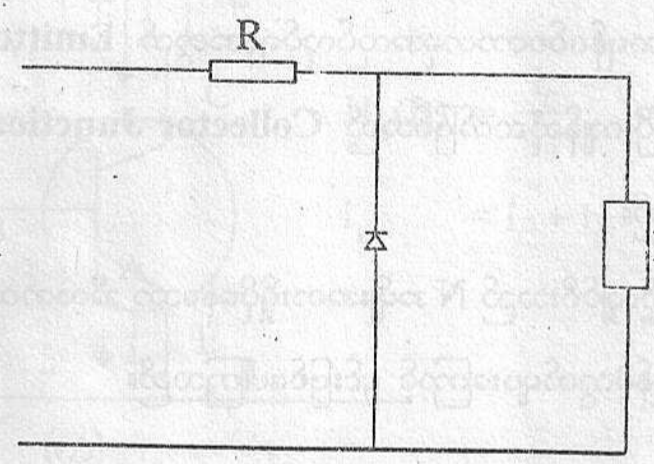
Rs ၏အနည်းဆုံးတန်ဖိုးကိုတွက်ရန်အတွပ် ဒိုင်အုတ်၏ အများဆုံးခံနိုင်သောလျှပ်စီးကြောင်း I_M ကို သိရပေ မည်။

$$R_S = V / I_M$$

IC သုံး voltage regulator



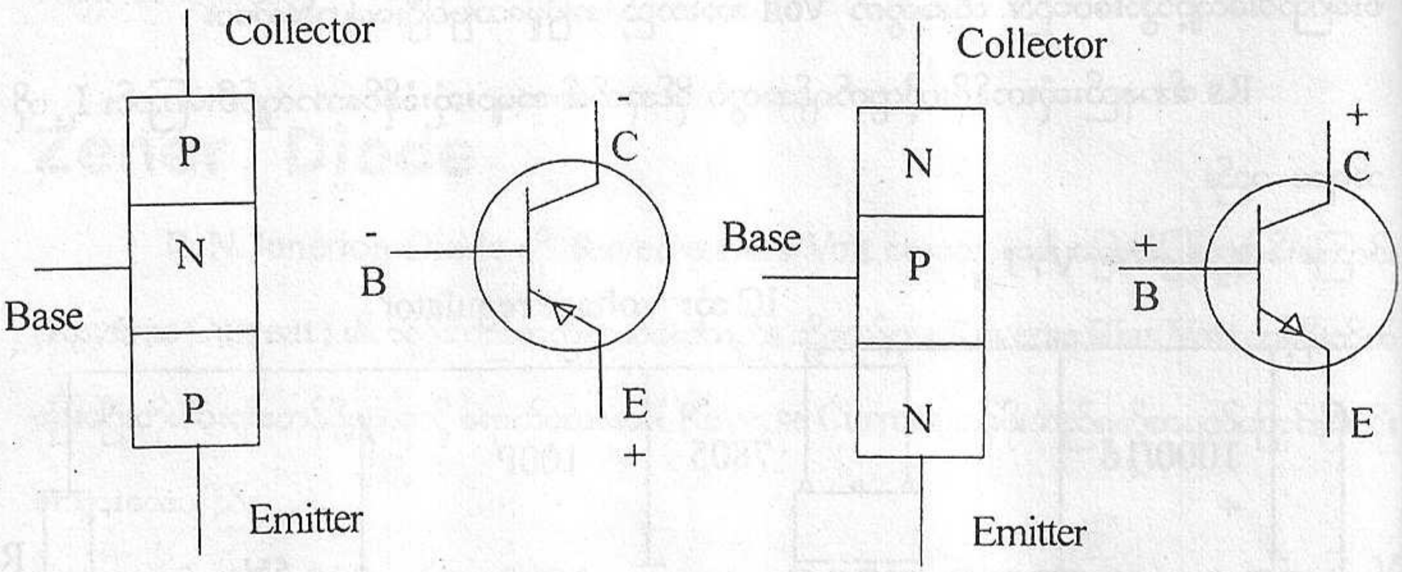
Voltage Regulator



Junction Transistors

Junction Transistors တခုဖြစ်ရန်အတွက် PN ဆုံဆက်နှစ်ခုနှင့် ပေါင်းစပ်ပြုလုပ်ထားသည်။ ၎င်းဆုံဆက်များ မှာပုံဆောင်ခဲတခုအတွင်းအတွင်ပင်ဖြစ်နိုင်ပြီး ဘုံအပိုင်း၏ လျှပ်ကူမှု အမျိုးအစားပေါ်မူတည်၍ **PNP** နှင့် **NPN** ဟူ၍အမျိုးအစားခွဲခြားနိုင်သည်။

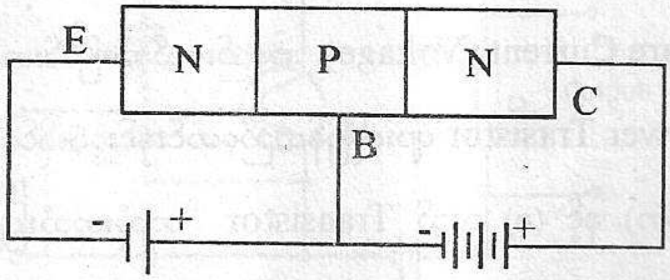
Junction Transistor



အမျိုးအစားနှစ်မျိုးလုံး၏ အလုပ်လုပ်ပုံမှာပုံတွင် ပြထားသည့်အတိုင်း ဘက်လုက်ပိုတင်ရှယ်ဗို့စွန်းပြောင်းပြန်လုပ်ထားသည်မှ လွဲ၍အတူတူပင်ဖြစ်သည်။

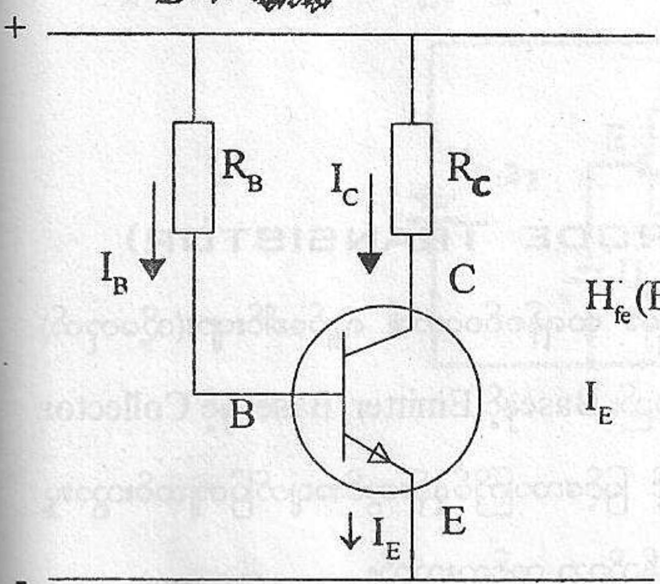
ဆုံဆက်ထရန်စစ်စတာ(**Junction Transistor**) တခု၏ အလုပ်လုပ်ပုံကို **PN** ဆုံဆက်တို့၏ ဂုဏ် သတ္တိအတိုင်းရှင်းပြနိုင်လေသည်။ ထရန်စစ်စတာတခုအလုပ်လုပ်ရန်အတွက် **Emitter Junction** ကိုရှေ့ညွှန်း ဘက်လိုက်ဗို့အားပေး ထားပြီးကျန်ဆုံဆက်ဖြစ်သည့် **Collector Junction** ကိုပြောင်းပြန် ဘက်လိုက်ဗို့ အားပေးရန်လိုအပ်လေသည်။

ထရန်စစ်စကာအတွင်းမှစီးသည့်လျှပ်စီးသည် **N** အမျိုးအစားရှိပိုနေသော အီလက်ထရွန်များကြောင့် ၎င်း **P** အမျိုးအစားတွင်းရှိ အီလက်ထရွန်မဲ့ကွက်များကြောင့် ၎င်းဖြစ်ပေါ်ကြသည်။



ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း Emitter Junction ကိုရှေ့ ညွှန်းဘက်လိုက်ဗို့အားပေးသည့်အတွက် ခုခံမှု့အားနည်းပြီး Collector junction သည်ပြောင်းပြန် ဘက်လိုက်ဗို့အားပေးထားသဖြင့် ခုခံအားပိုကြီးလေသည်။ ဆိုဆက်နှစ်ခုကို ဖြတ်စီးသော လျှပ်စီးသည် တူညီလုနီးပါး ပင်ဖြစ်သဖြင့်Collector junction သည် ခုခံမှုအားပိုများ သဖြင့် Powerတိုးပြီး ဖြစ်ပေါ်စေပေသည်။ ထို့ကြောင့်ထရန်စစ်စတာများကို စွမ်းအားချဲ့စက်များ အဖြစ်အသုံးပြုလေသည်။

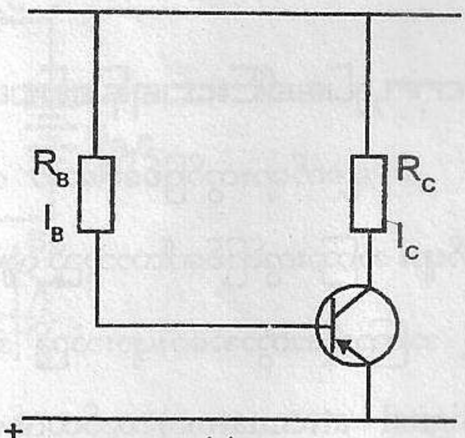
ပုံတွင် PNP နှင့် PNP ထရန်စစ်စတာတို့၏ အခြေခံပတ်လမ်းပုံများကိုပြထားသည်။ R_B ကိုအတိုးလျှော့ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် I_B ၏ တန်ဖိုးအနည်းအများကို ချိန်ဆနိုင်သည်။ I_B ၏တန်ဖိုးတိုးပေးလျှင် I_C၏ တန်ဖိုး သည်လည်း တိုးလာသည်ကိုတွေ့ရသည်။ I_B ကြောင့် I_C တိုးလာသည့် တိုးပွားဆကို Base Collector Current Gain B သို့မဟုတ် hfe ဟုခေါ်၍၎င်း၏တန်းဖိုး သည် 20 မှ 100 ကြားတွင်ရှိလေသည်။



$$H_{fe}(B) = \frac{I_C}{I_B}$$

$$I_E = I_C + I_B$$

(က)

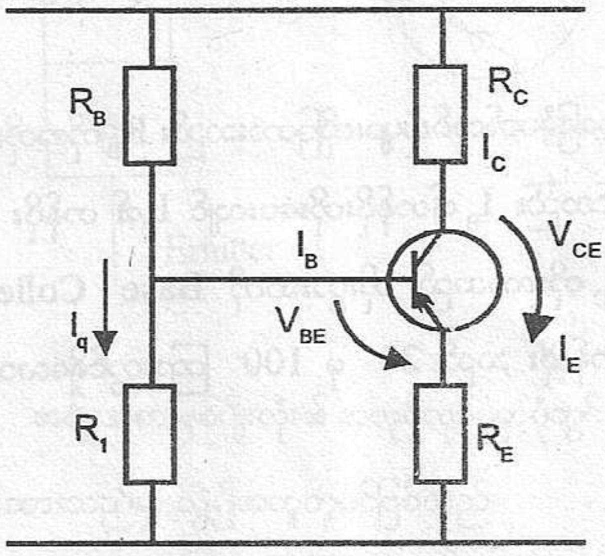


(ခ)

Automation and Control ဘာသာရပ်တွင် Transistor များကို Switching အဖြစ်အသုံးပြုကြပြီး Bare Current (Voltage) အနည်းငယ်အပြောင်းအလည်းပြုလုပ်ရုံနှင့် Collector တွင် Relay များ၊ Power Trasistor များကိုပြန်လည်မောင်းနှင်းပေးနိုင်လေသည်။

အထက်ပါပုံ (က) နှင့် (ခ) သည် Transistor တလုံးအသုံးပြုသည့်ပတ်လမ်းပုံများဖြစ်သည်။ (ဂ)သည် NPN Transistor အတွက် Standart ပတ်လမ်းပုံဖြစ်သည်။

Transistor များ၏ Emitter, Collerctor နှင့် Base များသို့ပေးရသော Voltage ကို အလုပ်လုပ်မည့် လုပ်ငန်းအခြေအနေပေါ်မူတည်၍ ပေးကြသည်။ Switching အတွက်ဆိုပါက Transistor ၏ Collector Current လိုအပ်ချက်မှနေ၍ ဖော်ပြပါပုံသေနည်းများအသုံးပြု၍ တွက်ယူရသည်။



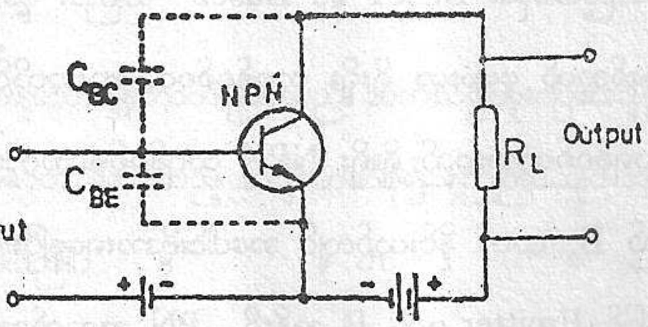
$$I_E = I_C + I_B$$

$$V_{CE} = V_{BE} + V_{CB}$$

$$I_q = 3I_B \text{ to } 5I_B$$

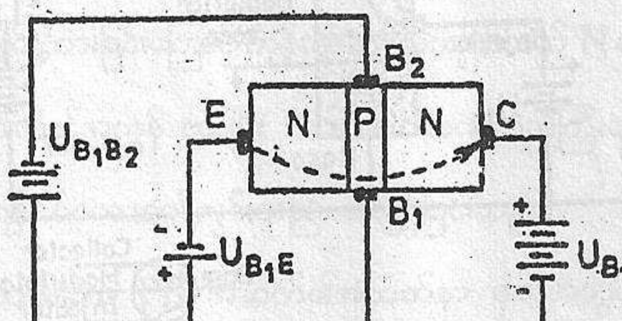
တက်ထရုဒ်လျှပ်ခေါင်းထရန်စစ္စတာ (TETRODE TRANSISTOR)

ချဲ့စက်များတွင်ဖြစ်ပေါ်သော ကန့်သက်ချက်တခုမှာ ထရန်စစ်စတာ၏ လျှပ်ခေါင်းများ(သို့မဟုတ်) ငုတ်များ အကြားတွင်ဖြစ်ပေါ်လာသည့် လျှပ်သိုသတ္တိများဖြစ်သည်။ Baseနှင့် Emitter, Base နှင့် Collector တို့ အကြားရှိအကွာအဝေးများသည် အလွန်နီးကပ်သဖြင့် မြင့်သောကြိမ်နှုန်းတွင်အချက်ပြကျဆင်းသွားမှု (Signal - attenuator) သည်ထရန်စစ်စတာတွင် အလွန်သိသာ ထင်ရှားသည်။



Base နှင့်Emitterအကြား၌ဖြစ်ပေါ်သော လျှပ်သိုသတ္တိ C_{BE} သည် အသွင်းအချက်ပြ ဟုလည်းကောင်း၊ Base နှင့် Collector များအကြား၌ဖြစ်ပေါ်သော လျှပ်သိုသတ္တိ C_{BC} သည် အထွက်အချက် ပြကိုလည်းကောင်း လမ်းခွဲပေးသကဲ့သို့ဖြစ်နေသည်။

ယင်းဖြစ်ပေါ်သော C_{BE} နှင့် C_{BC} တို့ကို လျော့ကျစေရန် ထရန်စစ်စတာရှိ လျှပ်ခေါင်းများ၏ ဧရိယာကို လျော့ပေးရမည်ဖြစ်သည်။ ရုပ်ပိုင်းဧရိယာ Physical area ကိုလျော့ချရာ၌ ကန့်သတ်ချက်များရှိနေသဖြင့် အကျိုးပြုဧရိယာ(Emitter Area)ကိုလျော့ချရန် စီစဉ်ရာမှ စတုလျှပ်ခေါင်း ထရန်စစ်စတာပေါ်ပေါက်လာရလေသည်။ ရိုးရိုးထရန်စစ်စတာတွင် လျှပ်ခေါင်းသုံးခုသာ ပါသော်လည်း စတုလျှပ်ခေါင်း ထရန်စစ်စတာတွင် Base လျှပ်ခေါင်း တစ်ခုပိုလာသဖြင့် လျှပ်ခေါင်း လေးခုဖြစ်လာသည်။



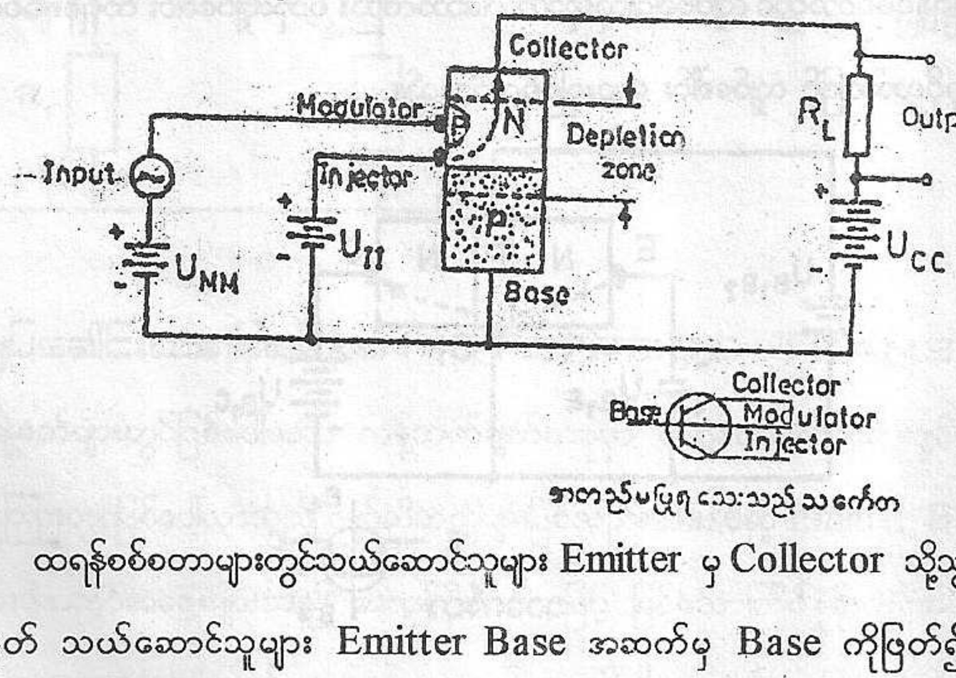
သင်္ကေတ・

ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း Base1 နှင့် Base2 အကြား ဗို့အားတစ်ရပ် U_{BIB2} ပေးခြင်းသာ ထူးခြားမှုရှိပြီး ကျန်ဆက်သွယ် မှုများမှာ ရိုးရိုး ထရန်စစ်စတာများအတိုင်းပင်ဖြစ်သည်။ သို့ဖြစ်၍ U_{BIB2} မရှိသည့် အခါ ယင်းထရန်စစ်စတာသည် ရိုးရိုး NPN ထရန်စစ်စတာကဲ့သို့ပင်အလုပ်လုပ်သည်။

B_1 သည် B_2 ထက် နှိုင်းယှဉ်လျှင် အပေါင်းဗို့အားရနေပြီး U_{BIB2} သည် U_{BIE} ထက် အတော်အတန် ကြီးသဖြင့် Emitter ဖက် B_1 အနီးရှိ PN အဆက်သည် ရှေ့သို့ ဘက်လိုက်မှုရနေပြီး Emitterဘက် B_2 အနီးရှိ PN အဆက်သည် ပြောင်းပြန်ဘက် ရနေမည် ဖြစ်သည်။

တစ်နည်းအားဖြင့် Emitter မှအီလက်ထရွန်များသည် ရှေ့သို့ ဘက်လိုက်မှု ပေးခြင်းခံရသော B_1အနီးရှိ PN အဆက်နှစ်ခုကို ဖြတ်၍သာ Collector သို့ ရောက်ကြလေသည်။ ဤနည်းဖြင့်ယင်း PN အဆက်နှစ်ခုသည် လျှပ်ခေါင်းများအကြား တွင်ဖြစ်ပေါ်နေသော လျှပ်သိုများ၏ Dialectric ကဲ့သို့ ဖြစ်နေသဖြင့် လျှပ်သိုသတ္တိကို လျော့ချပေးသကဲ့သို့ဖြစ်ပြီး စတုလျှပ်ခေါင်း ထရန်စစ်စတာသည် ရိုးရိုး ထရန်စစ်စတာထက် ပိုမြင့်သော ကြိမ်နှုန်းတွင် အလုပ်လုပ်နိုင်လေသည်။

စပေ့စစ်စတာထရန်စစ်စတာ - (SPASISTOR TRANSISTOR)



အတည်မပြုရသေးသည့် သင်္ကေတ

ထရန်စစ်စတာများတွင်သယ်ဆောင်သူများ Emitter မှ Collector သို့သွားရန်လိုအပ်သောအချိန် သို့မဟုတ် သယ်ဆောင်သူများ Emitter Base အဆက်မှ Base ကိုဖြတ်၍ Collector Base အဆက်ကိုရောက်ရန် လိုအပ်သောအချိန်ကို ထရန်စစ်စတာတလုံး၏ ကူးပြောင်းချိန် (Transit-Time)

ဟုခေါ်သည်။

ကူးပြောင်းချိန်သည်တိကျသောချိန်တာတခုဖြစ်သည်။ အကယ်၍ကူးပြောင်းချိန်သည် အသွင်းအချက်ပြ ကြိမ်နှုန်းတပတ်(one cycle)အတွက်လိုအပ်သည့် အချိန်ထက်ပို၍ ရှည်ကြာလျှင် အထွက်ချက်ပြတွင် လှိုင်း တပ်ခြင်းနှင့်ပုံပျက်ခြင်းများဖြစ်ပေါ်မည်။

ထရန်စစ်စတာများတွင် အသုံးပြုသော Volt အားသည် အလွန်ငယ်သဖြင့် Base တွင်ဖြစ်ပေါ်သော လျှပ်စစ်စက်ကွင်းမှာ အလွန်သေးငယ်ကာ သယ်ဆောင်သူများကို အနည်းငယ်အရှိန်ပေးနိုင်သဖြင့် ၎င်းသယ်ဆောင်သူ များသည် Base ကိုဖြတ်သွားသည့်အခါဆန့်ကျင်ဘက် သယ်ဆောင်သူများ၏ ဟန့်တားမှု ဖြင့်ရင်ဆိုင်ရသဖြင့် ကူးပြောင်း ချိန်လျော့ချနိုင်သည်။

Base နယ်ကိုအလွန်အကျဉ်းအောင်ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် ၎င်းသယ်ဆောင်သူများဖြတ်၍ ပြန့်ရောရန် Base မရှိသည့် ထရန်စစ်စတာကိုတည်ဆောက်ခြင်းဖြင့်၎င်းကူးပြောင်းချိန်ကို လျော့ချနိုင်လေသည်။ ဤသို့ဖြင့်ကူးပြောင်း ချိန်လျော့ချမှု ပြုလုပ်ထားသည့် Spasic ထရန်စစ်စတာများပေါ်ပေါက်လာရသည်။

ပုံတွင်စပေ့စစ်ထရန်စစ်စတာ တည်ဆောက်ပုံနှင့် အလုပ်လုပ်စေရန် ပတ်လမ်းဆက်သွယ်ပုံတို့ကို ဖော်ပြ ထားသည်။ စပေ့စစ်ထရန်စစ်စတာသည် PN အဆက်ဒွိလျှပ်ခေါင်းတခုသာဖြစ်သည်။ N နယ်သည်Collector ဖြစ်ကာ P နယ်သည် Base ဖြစ်ပြီးUcc ဖြင့်ပြောင်းပြန်ဘက်လိုက်မှုပေးထားသည်။ P နယ်ကို N ထက်ပို၍ အပင်းသွင်းထားခြင်းကြောင့် ကုန်ခန်းနယ်အကျယ်သည် N နယ်ဘက်ထက်ပိုများသည်။ ကုန်ခမ်းနယ်တခုလုံး၏ အကျယ်သည်အလွန် ငယ်ပြီး Ucc ၏ ပမာဏသည်ကြီးသည့် အတွက်ကုန်ခန်းနယ် ကိုဖြတ်၍ ဖြစ်ပေါ်နေသော ထရန်စစ်စတာစက်ကွင်းသည် အလွန်ပြင်းသည်။

စပေ့စစ်ထရန်စစ်စတာ၏ဘေး PN အဆက်၏အထက်နာ နယ်အတွင်းရှိ N ကုန်ခမ်းနယ်ထဲ Injector ဟုသင်္ကေတသည့် အဆက်ငုတ်တစ်ခုရှိသည်။ Ucc သည် U_{11} ထက် အတော်အတန်ကြီးသည့် အတွက် Injector မှဝင်လာသော အီလက်ထရွန်များသည် မျဉ်းပြတ်ဖြင့် ပြထားသည့် လမ်းကြောင်းအတိုင်း ကုန်ခမ်းနယ်ကိုဖြတ်၍ Collector သို့သွားသည်။

R_1 တွင်ဖြစ်ပေါ်သော Volt အားသည် အတွက်အချက်ပြဖြစ်ပြီးCollector လျှပ်စီး၏ပမာဏသည်

U_{MM} နှင့် U_{11} နှင့်အကြားခြားနား သည့် ဗို့အားနှင့် အချိုးတူသည်။ Modulatorဟုသက်မှတ်သည့် အဆက်ငုတ်သည် Injector အထက်နားကုန်ခမ်းနယ်အတွင်း၌ထည့်ထားသည့် P နယ်အငယ်တခုနှင့် ဆက်သွယ်ထားသည်။ သို့ဖြစ်၍ Modulator နှင့်Collector အကြား PN အဆက်တခုဖြစ်ပေါ်လာသည်။

အဆိုပါ PN အဆက်ငယ်ကိုဗို့အား U_{MM} ပေးထား၍ U_{MM} သည် U_{CC} ထက်ငယ်သည့်အတွက် ပြောင်းပြန် ဘက်လိုက်မှုပေးထား သဲ့သို့ဖြစ်နေသည်။ Modulator နှင့် Injectorအကြားဒုတိယလျှပ်စစ်စက်ကွင်းဖြစ် ပေါ်လာပြီး ယင်စက်ကွင်းသည် Injector နှင့် Collector သို့ Electron စီးမှုအပေါ်အကျိုး သက်ရောက်မှုရှိသည်။

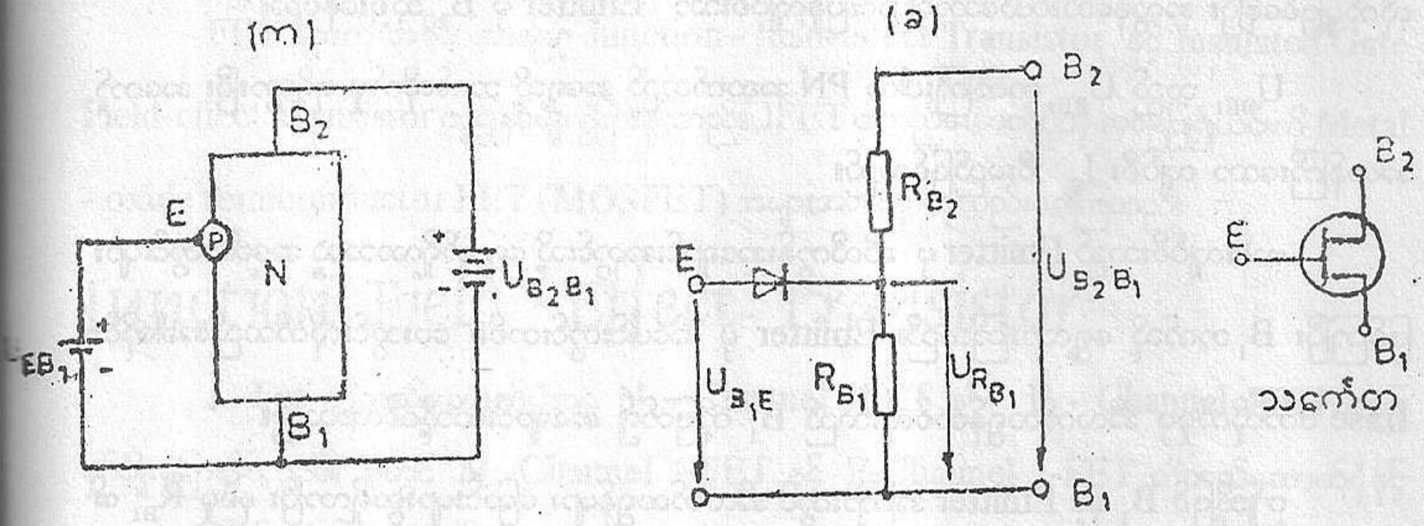
Modulator သည်ပို၍ အပေါင်းဗို့အားဖြစ်လာလျှင် Injector နှင့် Collector အကြားစီးနေသည့် လျှပ်စီးမြင့်တက်လာပြီး အတွက်အချက်ပြ ဗို့အားမြင့်တက်မည်။ အပေါင်းဗို့အားလျော့သွားလျှင် လျှပ်စီးလျော့ကျပြီးအတွက်အချက်ပြဗို့အားလျော့ကျမည်။ Modulator ၏ဗို့အား ပြောင်းစေရန်အတွက် အသွင်းအချက်ပြကိုသက်ရောက်ပေးရမည်။

အပေါင်းတွင်းများမရှိသည့် ကုန်ခမ်းနယ်ကိုဖြတ်သွားရခြင်း အလွန်ပြင်းထန်သော လျှပ်စစ် စက်ကွင်း အတွင်း ဖြတ်သွားရခြင်းတို့ကြောင်း Injector မှ Collector သို့ အီလက်ထရွန်များသွားရသည့် ကူပြောင်းချိန် သည် အလွန်ငယ်သည်။

Modulator နှင့်Injector တို့၏ ဧရိယာများ အလွန်ငယ်သည့်အတွက် လျှပ်သိုသတ္တိသည် အလွန်ငယ်သည်။ အလားတူပင် ကုန်ခမ်း နယ်ကြောင့် Collector နှင့် Base အကြားရှိ အထွက်လျှပ်သို သတ္တိသည် လည်းအလွန်ငယ်သည်။

သို့ဖြစ်၍ ငယ်သော ကူးပြောင်းချိန် ငယ်သောအသွင်နှင့် အထွက်လျှပ်သိုသတ္တိရှိခြင်းကြောင့် စပေ့စစ်ထရန် စစ်စတာသည် မြင့်သောကြိမ်နှုန်း သုံးရသည့် ကိစ္စများနှင့် အလွန်သင့်သော်လေသည်။

အဆက်တစ်ခုထရန်စစ်စတာ(Unijunction Transistor UJT)



ပုံတွင် UJT တခု၏ တည်ဆောက်ပုံအကျိုးတူ ပတ်လမ်းနှင့် သင်္ကေတတို့ကို ဖော်ပြထားသည်။ UJT သည် Base နှစ်ခုပါသော အဆက်ဒိုင်လျှပ်ခေါင်းတစ်မျိုးပင်ဖြစ်သည်။ အဆက်တစ်ခု တည်းသာပါ၍ ယင်းကို အဆက်တစ်ခု ထရန်စစ်စတာဟုခေါ်ခြင်းပင်ဖြစ်သည်။

B_1 နှင့် B_2 ဟု မှတ်သားထားသည့် အဆက်နှစ်ခုကို N အမျိုးအစား ဆီလီကွန် အချောင်း ငယ်တခု၏ အပေါ်ထိပ်နှင့်အောက်ထိပ်တို့တွင် တပ်ဆင်ထားသည့် လက်ခံအမျိုးအစား(Acceptor) တုံးငယ်တခုကို အချောင်း၏ ဘေးတဘက်တွင် သတ္တုရောမှု (Diffusion) ပြုလိုက်သောအခါ B_1 နှင့် B_2 အကြားတွင် P နယ်တခုဖြစ်ပေါ်လာပြီး အဆက်အမျိုးအစားဒိုင်လျှပ်ခေါင်းတခုဖြစ်လာသည်။ P နယ်ကို Emitter ဟုသတ်မှတ်သည်။

B_1 နှင့် B_2 အကြား U_{B2B1} ကိုပေးထားသည် B_2 သည်အပေါင်းဖြစ်ပြီး B_1 သည်အနှုတ်ဖြစ်သည်။ ဆီလီကွန်အချောင်းကို ညီညာစွာအပင်းသွင်းထားသောကြောင့် အချောင်းတလျှောက်မည်သည့်နေရာတွင် မဆိုရှိမည့် ပိုတင်ရှယ်သည် B_2 နှင့် B_1 အကြားတည်နေရာနှင့်လိုက်၍အချိုးကျနေမည်။ တနည်းအားဖြင့်ဆီလီကွန် အချောင်းသည် R_{B1} နှင့် R_{B2} တို့ဖြင့်ဖွဲ့စည်းထားသည့် ဗို့အားခွဲကရိယာကဲ့သို့ အလုပ်လုပ်နေသည်။ Emitterနှင့် ဆီလီကွန်အချောင်းတို့သည် ဒိုင်အုပ်ကဲ့သို့ ဖြစ်နေသည်။

U_{BE1} သည်U_{RB1} ထက်ငယ်ပါက Emitter နှင့် B_1 အကြား PN အဆက်သည်ပြောင်းပြန်ဘက်လိုက်မှုဖြစ်နေပြီး အလွန်သေးငယ်သောပြောင်းပြန်လျှပ်စီးသာ Emitter မှ B_2 သို့စီးနေမည်။

U_{BE1} သည် U_{RB1} ထက်ကြီးပါက PN အဆက်သည် အရှေ့သို့ ဘက်လိုက်မှု ရရှိသွားပြီး အတော့်အတန်ကြီးသော လျှပ်စီး I_E စီးမည်ဖြစ်သည်။

ယင်းလျှပ်စီးသည် Emitter မှ ဆီလီကွန်းအချောင်းအတွင်းသို့ ရောက်ရှိလာသည့် အပေါင်းတွင်းများဖြစ်ကြပြီး B_1 ဘက်သို့ ရွေ့လျားကြသည်။ Emitter မှ အပေါင်းတွင်းတစ်ခု ပေးသွင်းလိုက်သည့်အခါတိုင်း Base ဖက်လိုက်မှုမှ အီလက်ထရွန်တစ်လုံးသည် B_1 ကိုဖြတ်၍ အချောင်းထဲသို့ဝင်လာသည်။

ဤသို့ဖြစ် B_1 နှင့် Emitter အကြားတွင် အီလက်ထရွန်များ ပြောင်းများစွာရှိလာပြီး ခုခံမှု R_{B1} ၏ ပမာဏသည် လျော့ကျလာပြီး U_{RB1} သည်လည်းလျော့ကျလာမည်။

သို့ဖြစ်၍ ဤအခြေအနေတွင် U_{EB1} ကို ပြန်လျော့ချသော်လည်း ယင်းအတွင်းဖြတ်စီးနေသည့် လျှပ်စီးသည် မြင့်တက်နေခြင်းဖြစ်၍ အဆက်တစ်ခုထရန်စစ်စတာတခုအတွင်းတွင် အနုတ်ခုခံမှုဂုဏ်သတ္တိရှိကြောင်းတွေ့ရမည်။

အဆက်တစ်ခုထရန်စစ်စတာများကို Saw Tooth Square Wave နှင့် Impulse Generator များ (Oscillatory Circuits)တွင်တွေ့နိုင်သည်။ SCR ထိမ်းချုပ်ပတ်လမ်းအတွက် Trigger Pulse ထုတ်ပေးသည့်ပင်ရင်းများတွင်လည်းအသုံးပြုသည်။

ဇီးနားဒိုင်အုတ်သည်လျှပ်သိုနှင့် ပိုတင်ရှိမီတာတို့ကိုဖြတ်၍ပေးနေသော အဝင်ဗို့အားကိုကိန်းသေဖြစ်စေရန် ဆောင်ရွက်ပေးသည်။ ပိုတင်ရှိမီတာနှင့် လျှပ်သိုသည်ဆက်ကူးပတ်လမ်း၏ လက်တံတဖက်အဖြစ်၎င်း၊ လျှပ်ခံနှစ်ခုသည် အခြားလက်တံတစ်ဖက်အဖြစ်၎င်း ဖွဲ့စည်းထားသကဲ့သို့ဖြစ်နေသည်။ ဤကဲ့သို့ Pulse Shifting ပတ်လမ်းမျိုးဖြင့် ကိုကျယ်ပြန့်သော တာခွင်အတွင်းပြောင်းလဲမှု ပြုလုပ်နိုင်သည်။

လျှပ်ကူးပတ်လမ်းမှ အထွက်ဗို့အားဖြင့် UJTကိုအလုပ်လုပ်စေသည်။ UJTအလုပ်လုပ်သည့်အခါ လျှပ်သိုသည် UJT၏ Emitter Base အဆက်နှင့် လျှပ်ခံတို့ကိုဖြတ်၍ အားပြန်ထုတ်ခြင်းပြုလုပ်သည်။ ထိုအခါလျှပ်ခံတွင် ဖြစ်ပေါ်သော ဗို့အားကြောင့်Thyristor အလုပ်လုပ်စေသည်။

Field -Effect Transistor (FET)

FET များကို အဓိကအားဖြင့် Junction - field-effect Transistor နှင့် Insulated Gate Field-effect Transistor ဟူ၍နှစ်မျိုး ခွဲခြားနိုင်သည်။ JFET ၏တည်ဆောက်ပုံကို အခြေပြု၍ယင်းကို Metal - oxide semiconductor FET (MOSFET) အများအားဖြင့် ဟုလည်းခေါ်ကြသည်။

Junction Field -Effect Transistor

J -Fet ကိုတည်ဆောက်ပုံအရ N - Channel JFET နှင့် P - Channel JFET ဟူ၍ နှစ်မျိုးခွဲခြားနိုင်သည်။ ပုံတွင် N -Channel J-FET နှင့် P-Channel J-FET တို့တည်ဆောက်ပုံနှင့် သင်္ကေတတို့ကိုဖော်ပြထားသည်။

ပုံတွင်ပြထားသည် N -Channel J-FET အတိုင်း V_{DS}ကိုဗို့အား ပေးပါက အီလက်ထရွန်များသည် ပင်ရင်းမှ ဝင်ပြီး PN Juction နှစ်ခုကြောင့်ဖြစ် ပေါ်သည့် ကုန်ခမ်းနယ် နှစ်ခုအကြားရှိမြောင်း Channel မှဖြတ်၍ Drain မှ ပြန်ထုတ်မည်ဖြစ်သည်။

ယင်းကုန်ခမ်းနယ်နှစ်ခုကြားရှိ Channel၏ အကျယ်သည် အီလက်ထရွန်စီးနိုင်မှုကို ကန့်သတ်ပေး သကဲ့သို့ ဖြစ်နေသည်။ အကယ်၍ ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း Gate နှင့် Sourceအကြားတွင် ပြောင်းပြန် ဘက်လိုက်ဗို့အား (Reverse Bias Volt) တို့ ပမာဏ တဖြည်းဖြည်းခြင်းတိုးပေးပါက PN Junction နှစ်ခု တွင်ဖြစ်ပေါ်သောကုန်ခမ်း နယ်သည် အချိုးကျကျယ်လာပြီး Channelကိုအချိုးကျ ကျဉ်းမြောင်း သွားစေခြင်းဖြင့် အီလက်ထရွန်စီးမှုသည် အချိုးကျလျော့ကျမည် ဖြစ်သည်။

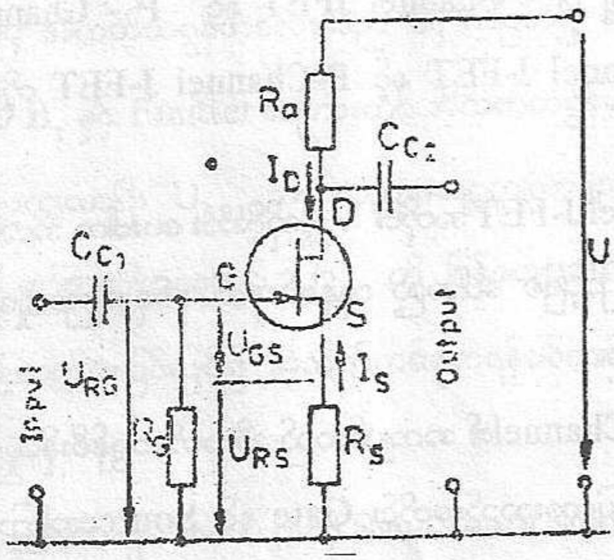
အကယ်၍ ပြောင်းပြန်ဘက်လိုက်ဗို့အားသည် လုံလောက်အောင်ကြီးပါက ကုန်ခမ်းနယ်များတခုနှင့် တခုထိ စပ်သည် အထိကျယ်လာပြီး Channel ကိုပိတ်သွားခြင်းကြောင့် အီလက်ထရွန်လုံးဝစီးတော့ မည်မဟုတ်ပေ၊ P- Channel ကိုလည်းပုံတွင် ပြထားသကဲ့သို့ U_{GF} နှင့် U_{DS} ပေးခြင်းဖြင့် N-Channel T. FET ကဲ့သို့ပင်ဖြစ်ပျက်မည်။ N-Channel J-Fet ၏ Drain လျှပ်စီးကို Gate- Source Volt အားဖြင့် ထိန်းချုပ်နိုင်သည်။

I_G သည်လစ်လျူရှုနိုင်လောက်အောင် သေးငယ်သည်။ သို့ဖြစ်၍ I_D ကိုထိန်းချုပ်ရာတွင် Power

ဆုံးရှုံးမှုမရှိသလောက်ပင်ဖြစ်သည်။

ပြောင်းပြန်လိုက်မှုကြောင့် Channel ၏တဘက်တချက်တွင် ဖြစ်ပေါ်လာသည့် လျှပ်စစ်စက်ကွင်းများ၏ ပြင်းအားသည် Channel ၏အကျိုးပြုကန့်လန့်ဖြတ်မျက်နှာပြင် ဧရိယာကိုပြောင်းလဲစေခြင်းကြောင့် စက်ကွင်း အကျိုးထရန် စစ်စတာဟုခေါ် ခြင်းဖြစ်သည်။

FET ကိုချဲ့စက်အဖြစ်အသုံးပြုခြင်း



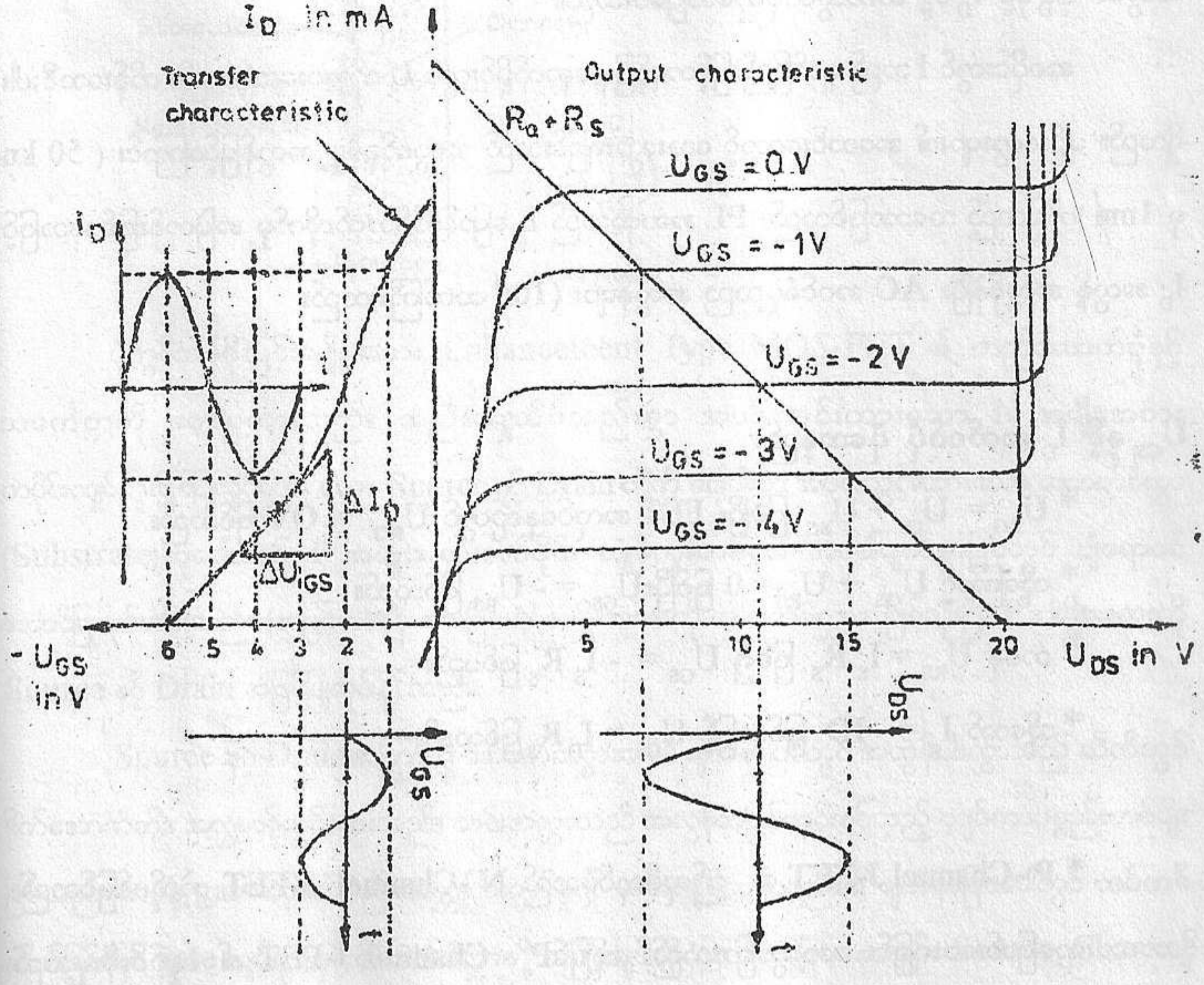
ရိုးရိုးထရန်စစ်စတာများတွင် သေးငယ်သော အဝင်လျှပ်စီး I_B သည်ကြီးမားသော အထွက်လျှပ်စီး I_C ကိုထိမ်းချုပ် သော်လည်း FET တွင်မူအဝင်ဗို့အား U_{GS} သည်အထွက်လျှပ်စီး I_D ကိုထိန်းချုပ်သည်။

တနည်းအားဖြင့် လစ်လျူရှု၍ရလောက်အောင် သေးငယ်သော(I_{PA}ထက်ငယ်သည်) အဝင်လျှပ်စီး ဖြင့်အထွက်လျှပ်စီး I_D ကို ထိန်းချုပ်ပေးခြင်းဖြစ်သည်။ သို့ဖြစ်၍ FET ကို Crystal Pick - up ကဲ့သို့သေးငယ်သည့် လျှပ်စီးပမာဏကိုသာထုတ်ပေးနိုင်သည့် ပစ္စည်းများအတွက်ချဲ့စက်အဖြစ် အသုံးပြုရာ တွင်အလွန်အသုံးဝင်သည်။

ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း N- Channel J - FET ကိုဆယ်သွယ်ခြင်းဖြင့်ချဲ့စက် အဖြစ်အသုံးပြုနိုင်သည်။ R_G သည် Gate သို့ပြောင်းပြန်ဗို့အားပေးရန်ဖြစ်ပြီး ယင်းသည်ဗို့အားကို U_{RS}

($U_{RS} = R_S I_S$) မှတဆင့်ရယူသည်။ R_S သည် R_A ကဲ့သို့ပင် ဝန်လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင်ရှိနေသဖြင့် အထွက်သဘောသဘာဝ မျဉ်းကွေးဘက်တွင် ဝန်မျဉ်းရေးဆွဲရာ၌ ($R_A + R_S$) ဖြင့်ရေးဆွဲသည်။

အောက်ဖော်ပြပါပုံသည် J-FET ၏သဘာဝမျဉ်းကွေးများနှင့် ချဲ့ စက်အဖြစ်အသုံးပြုခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပေါ်လာ သည့်အဝင်နှင့်အထွက် လှိုင်းပုံများကိုဖော်ပြထားသည်။



ပုံမှန်အားဖြင့်ကူးပြောင်းသဘာဝမျဉ်းကွေး (Transfer Characteristic)နှင့်အထွက်သဘောသဘာဝ မျဉ်းကွေးများကိုသာ ဖော်ပြကြသည့် အကြောင်းမှာ အဝင်လျှပ်စီး I_G သည် လျစ်လျူရှုလောက်အောင်ငယ်သော ကြောင့်ဖြစ်သည်။

ကူးပြောင်းသဘောသဘာဝမျဉ်းကွေးသည် အဝင်ဗို့အား U_{GS} နှင့်အထွက် လျှပ်စီး I_D တို့၏ ဆက်သွယ်

ပုံကိုဖော်ပြပေးသည်။ ယင်းဆက်သွယ်ချက်သည် မျဉ်းဖြောင့်နီးပါးဖြစ်သည်။ FET ၏တိုးပွားဆ (gain)ကိုလွှဲပြောင်းလျှပ်ကူးမှု (Transfer Characteristic)G_Mဖြင့်တိုင်းတာဖော်ပြကြသည်။ G_M ၏ ပမာဏသည် 1မှ 10m A/V ဖြစ်ပြီးပုံသေနည်းမှာ $g = S_D/U_{GS}$ ဖြစ်သည်။

အထွက်သဘာဝမျဉ်းကွေးများသည် ရိုးရိုးထရန်စစ်စတာများကဲ့သို့ပင်ဖြစ်သည်။ U_{GS}၏ ပမာဏတခုစီအတွက် U_D နှင့် I_D တို့ ဆက်သွယ်ပုံကိုဖော်ပြပေးသည်။

အစပိုင်းတွင် I သည် ရုတ်ခြည်းမြင့်တက်ပြီး၊ နောက်ပိုင်းတွင် U တိုးပေးသော်လည်း ကိန်းသေနီးပါးရှိသည်။ မျဉ်းကွေးများ၏ အစောင်းထောင့် သေးသွားရခြင်းသည် အထွက်ခုခံမှု အလွန်မြင့်ကြောင်း (50 k/ မှ 1m/)ကိုပြသည့် သဘောဖြစ်သည်။ PL အဆက်သည် I_D ပြောင်းပြန်တက်လိုက်မှု အမြဲတန်းဖြစ်နေသဖြင့် I_D အလွန့် အလွန်နဲပြီး AC အဝင်ခံမှုသည် အလွန်များ (10/ ထက်ကြီး)သည်။

U_{GS} နှင့် I_D ဆက်စပ်ပုံ ပုံသေနည်း

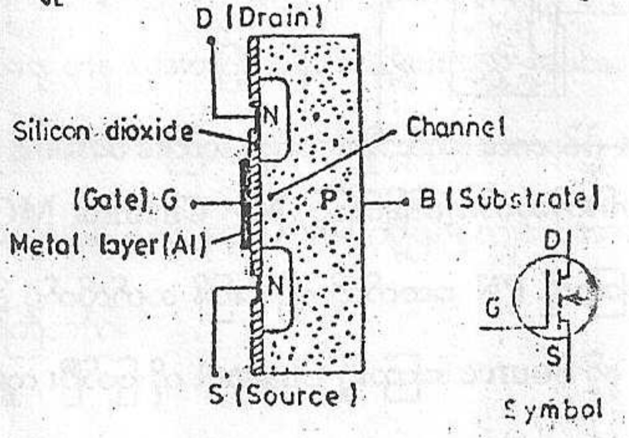
* $U_{RG} = U_{GS} + U_{RS}$ ဖြစ်ပြီး FET အလုပ်နေစဉ်မှာ $U_{RG} = OV$ ဖြစ်သည်။
* ထို့ကြောင့် $U_{GS} + U_{RS} = 0$ ဖြစ်ပြီး$U_{GS} = - U_{RS}$ ဖြစ်သည်။
* တဖန် $U_{RS} = I_S R_S$ ဖြစ်၍ $U_{GS} = - I_S R_S$ ဖြစ်မည်။
* သို့သော် $I_S = - ID$ ဖြစ်သဖြင့် $U_{GS} = I_D R_S$ ဖြစ်သည်။

* **P -Channel J-FET ၏ ဤလုပ်လုပ်ပုံသည် N -Channel J-FET ကဲ့သို့ပင်ဖြစ်သည်။** ဗို့အားလားရာပြောင်းပေးရခြင်း သာကွာခြားသည်။ ထို့ပြင်P - Channel J-FET ၏ လျှပ်စီးစီးမှုသည် အပေါက်တွင်းများ၏ ရွေ့လျားမှုဖြစ်သည်။

Insulated Gate Field Effect Transistor

ယေဘုယျအားဖြင့် တန်ဖိုးမြင့်အမျိုးအစား (Enhancement Type)နှင့် ကုန်ခမ်းအမျိုး(Depletion-type)ဟူ၍ နှစ်မျိုးခွဲခြားနိုင်သည်။

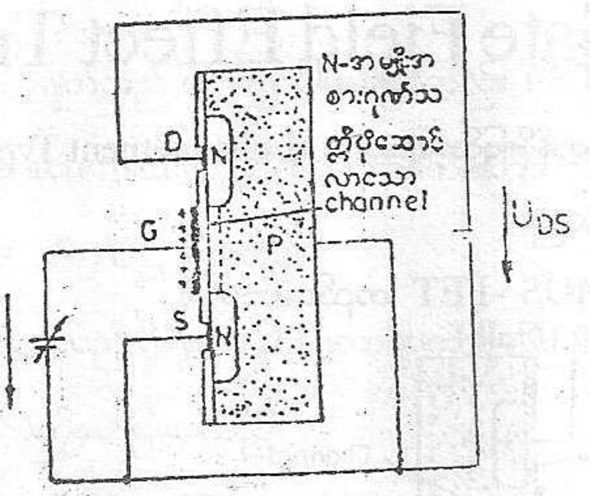
တန်ဖိုးမြင့်အမျိုးအစား MOS -FET တည်ဆောက်ပုံ



ပုံတွင်တန်ဖိုးမြင့်အမျိုးအစား Enhancement Type MOS-FET ၏ တည်ဆောက်ပုံနှင့် သင်္ကေတကို ဖော်ပြထားသည်။ အညီအမျှသိပ်သည်းစွာ အပင်းသွင်းထားသော N အမျိုးအစား တပိုင်းလျှပ်ကူးဖြစ်ပြုလုပ်ထား သော Source နှင့် Drain တို့ကို ပေါ့ပါးစွာ အပင်းသွင်းထားသော အောက်ခံလွှာ (Substrate)ဟုခေါ်သည့် P အမျိုးအစားတစ်ပိုင်း လျှပ်ကူးတစ်ခု၏ အပေါ်မျက်နှာပြင်တွင် ပျံ့ရောဝင် အောင်ပြုလုပ်ထားသည်။ (အပြန်အလှန် အားဖြင့် N အမျိုးအစားကို အောက်ခံလွှာအဖြစ်သုံးပြီး P အမျိုးအစားကို Source နှင့် Drain အဖြင့်ပြုလုပ်နိုင်သည်။

Source နှင့် Drain အကြားရှိ အောက်ခံလွှာအပေါ် မျက်နှာပြင်တွင် အလွန်ပါးလွှာသည့် ဆီလီကွန် ဒိုက်အောက်ဆိုဒ် အလွှာကိုတင်ထားသည်။ ယင်းအလွှာသည် အလွန်အဖြစ်ကင်းစင်သည့် လျှပ်ကာပစ္စည်းတစ်မျိုး ဖြစ်သည်။ တဖန် gate ဟုခေါ်သည့် သတ္တုပြားတစ်ခုကို ယင်းလျှပ်ကာပစ္စည်း၏ မျက်နှာပြင်ပေါ်တွင် ထပ်တင် လိုက်ခြင်းဖြစ် gate လျှပ်ကာနှင့် အောက်ခံလွှာတို့သည် လျှပ်သိုတခု ကဲ့သို့ဖြစ်နေသည်။ Source, Channel နှင့် Drain NPN အထပ်ဖြစ်လာပြီး ယင်းတို့အကြားတွင် PN အဆက်နှစ်ရှိနေသည်။

အလုပ်လုပ်ပုံ



ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း ပတ်လမ်းကိုဆက်သွယ်ခြင်းဖြင့် N - Channel MOS -FET အလုပ်လုပ်မည်။ Drain နှင့် အောက်ခံလွှာအကြားရှိ PN အဆက်ကို ပြောင်းပြန် ဘက်လိုက်မှု ဗို့အား U_{DS} ပေးထားခြင်းကြောင့် သာမာန်အားဖြင့် Drain နှင့် Source အကြားရှိ Channel ကို ဖြတ်ပြီး လျှပ်စစ်စီးမည်မဟုတ်ချေ။

သို့ရာတွင် Gate သတ္တုပြားသို့ အပေါင်းဗို့အား U_{GS} ပေးသည့်အခါ ယင်းအပေါင်းဗို့အားကြောင့်Gate အောက်တည့်တည့်ရှိအောက်ခံလွှာအတွင်းChannel မှ Electron များကိုအောက်သို့ တွန်းဖယ်ပေးသကဲ့သို့ဖြစ်မည်။

ဗို့အားမြှင့်ပေးသည်နှင့်အမျှ Channel မှElectron များ ပိုမိုတွန်းဖယ်ခြင်းခံရပြီး Channel အဖြစ်ပြုလုပ် ထားသည့်ပစ္စည်း (p အမျိုးအစား) သည် n အမျိုးအစားဂုဏ်သတ္တိပိုဆောင်လာပြီး U_{Gs} ပမာဏတစ်ခုတွင် Source, Channelနှင့် Drainတို့သည် Nအမျိုးအစားများ (N.N.N)ဖြစ်သွားကြခြင်းကြောင့် Drain နှင့် Sourceကြားတွင် လျှပ်စစ်စီးမည်ဖြစ်သည်။

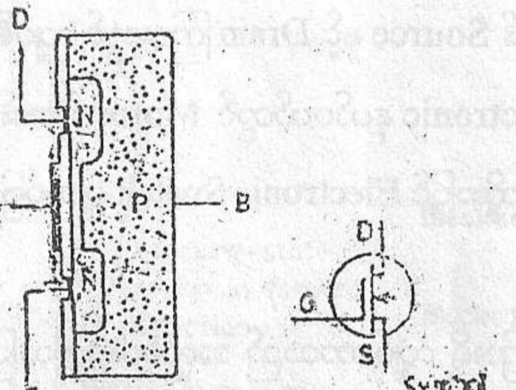
U_{GS} ကိုပမာဏတခုတွင် တည်မြဲစေခြင်းဖြင့် Source နှင့် Drain အကြားလျှပ်စီးမှုကိုဘားဆီးထားနိုင်လောက်သည့် P အမျိုးအစား ဂုဏ်သတ္တိများ ကျန်ရှိနေအောင်စီစဉ်ထားရမည်။ သို့မှသာအဝင်အချက်ပြဗို့အားရရှိ လာသောအခါအဝင်အချက်ပြ ဗို့အား၏ ပမာဏပေးမှုပေါ်မူတည်ပြီး Channel အတွင်းမှ အီလက်ထရွန်များ ထပ်မံဆုံး ရှုံးသွားခြင်းဖြင့် Channel သည် P အမျိုးအစား ဂုဏ်သတ္တိပျောက်ပြီး N အမျိုးအစား ဂုဏ်သတ္တိရရှိလာကာ Drain နှင့် Source အကြား လျှပ်စစ်စီးခြင်းကိုဖြစ်စေမည်။

ဂုဏ်သတ္တိရရှိလာကာ Drain နှင့် Source အကြား လျှပ်စီးစီးခြင်းကိုဖြစ်စေမည်။

အဝင်အချက်ပြကြီးလေ Channel ၏ လျှပ်ကူးနိုင်မှု ကြီးလေဖြစ်ပြီး လျှပ်စီးလည်းပို၍စီးမည်ဖြစ်သည်။ တနည်းအားဖြင့် အထွက်အချက်ပြလည်း ကြီးမည်ဖြစ်သည်။

အဝင်အချက်ပြသည် သုည သို့မဟုတ် အနုတ်ပမာဏဖြစ်ပါက Channel ကိုဖြတ်၍ လျှပ်စစ်စီးနိုင်တော့မည်မဟုတ်ချေ တနည်းအားဖြင့် Gate သို့ပေးသည့် အဝင်အချက်ပြဖို့ အားသည် အပေါင်းပမာဏဖြစ်မှသာ **Drain နှင့် Source အကြား လျှပ်စစ်စီးနိုင်သည်။ အကယ်၍ MOS-FET သည် N အမျိုးအစားအောက်လွှာ** P အမျိုးအစား Source နှင့် Drain တို့ဖြစ်ခဲ့လျှင် ဗို့အားလားရာနှင့် လျှပ်စီးတို့၏လားရာကို ပြောင်းပြန်ဖြစ်ပွားကြသည်။

Depletion type MOS-FET



ပုံတွင်ကုန်ခန်းအမျိုးအစား N-Channel MOS-FET ၏ တည်ဆောက်ပုံနှင့် သင်္ကေတတို့ကိုဖော်ပြထားသည်။ တည်ဆောက်ထား ပုံမှာတန်းဖိုးမြှင့် အမျိုးအစားကဲ့သို့ ပင်ဖြစ်သော်လည်းထူးခြားချက်မှာ Source အောက်ခံလွှာ၏ အပေါ်ပိုင်းရှိ Channel နှင့် Drain တို့အားလုံးကို တစ်မျိုးတည်းသော ပစ္စည်းနှင့်အပင်းသွင်းထားခြင်းဖြစ်သည်။ တနည်းအားဖြင့် Source နှင့် Drain အကြား PN အဆက်တခုမျှမရှိခြင်းဖြစ်သည်။

အလုပ်လုပ်ပုံ

Source နှင့် Drain အကြား အဆက်မရှိသည့် အတွက် Gate တွင် ဘက်လိုက်မှု ဗို့အားသုညဖြစ်သော်လည်းနှင့် အကြားလျှပ်စစ်စီးနေမည်ဖြစ်သည်။ အကယ်၍ Gate တွင်အဝင်အချက်ပြသည်အပေါင်းလက္ခဏာဖြစ်ပါက အောက်ရှိအောက်ခံလွှာများကို အတွင်းသို့ ဆွဲသွင်းခြင်းခံရပြီး ၎င်း လျှပ်ကူးကိန်းကိုတိုးစေပြီးနှင့်အကြားလျှပ်စစ်စီးမှု ပိုများလာမည်။

အကယ်၍ Gate ကို လုံလောက်သော အနှုတ်လက္ခဏာရှိသည့် အဝင်အချက်ပြပေးက Channel အတွင်းမှ လုံလောက်သော Electron များကို တွန်းဖယ်ခြင်းခံရသည့်အတွက် Channel သည် P အမျိုးအစား ဂုဏ်သတ္တိ ကိုဆောင်လာမည်။ ထိုအခါပြောင်းပြန်ဘက်လိုက်မှုရှိသော PN ၏ အဆက်များ ဖြစ်ပေါ်သည့်အတွက် Source နှင့် Drain ကြားစီး နေမည့်လျှပ်စီးသည် အစီးရပ်သွားမည်။

တနည်းအားဖြင့် Gate သို့ပေးသည့် အဝင်အချက်ပြဗို့အားအပေါင်းနှင့် အနှုတ်ပမာဏနှစ်မျိုးစလုံးတွင် ကုန်ခမ်းအမျိုးအစား MOS-FET ၏ Source နှင့် Drain ကြားတွင် လျှပ်စီးစီးနိုင်သည်။

MOS-FET ကို Power Electronic နယ်ပယ်တွင် Motor များ၏ လည်းပတ်နှုန်းထိမ်းချုပ်သည့် ပတ်လမ်းများနှင့် အသုံးပြုသည်။ ထို့အပြင် Electronic Switch များအဖြစ်လည်းအသုံးပြုသည်။

သတိပြုရန်အချက်များ

MOS-FET နှင့် Channel ကြားရှိ လျှပ်ကာသည် အလွန်ပါးလွှာသဖြင့် အသုံးပြုသည့်အခါယင်း၏ ခွင့်ပြု U_{GS} ထက်ပို၍ မသုံးမိစေရန် အထူးဂရုပြုရမည်။ သို့မဟုတ်ပါက လျှပ်ကာပေါက်သွားမည်။

အကယ်၍ Gate Terminal များသည်ပွင့်နေပါက ပတ်ဝန်းကျင်ရှိတည်ငြိမ်လျှပ်စစ်များကြောင့် ခွင့်မပြုနိုင်လောက်သည် အထိ U_{GS} မြင့်တက်နိုင်သည်။ သို့ဖြစ်၍ မသုံးမပြုရသေးသော MOS-FET ကိုပတ်လမ်းတွင်တပ်ဆင်ပြီးမှ ပတ်လမ်းကိုပြုလုပ်ထားခြင်းကို ဖယ်ရှားသင့်သည်။

Gate နှင့် Source အကြားကာကွယ်မှုဒိုင်အုတ်များထည့်သွင်း၍ ထုတ်လုပ်ခြင်း(သို့) အပိုတပ်ဆင်ခြင်းဖြင့်လည်း ကာကွယ်မှုပြုလုပ်နိုင်သည်။ အောက်ပါပုံတွင် အမျိုးအစားတို့၏ သင်္ကေတများနှင့် သဘောသဘာဝ မျဉ်းကွေး တို့ကို စုပေါင်းဖော်ပြထားသည်။

သဘာဝ မျဉ်းကွေး တို့ကို စုပေါင်းဖော်ပြထားသည်။

Thyristors and Triacs

Power electronic နယ်ပယ်တွင် Thristors နှင့် triace တို့ကို Converters များနှင့်လျှပ်စစ် Power ထိန်းချုပ်များတွင် အဓိက အသုံးပြုသည်။

Thyrister တို့ကို

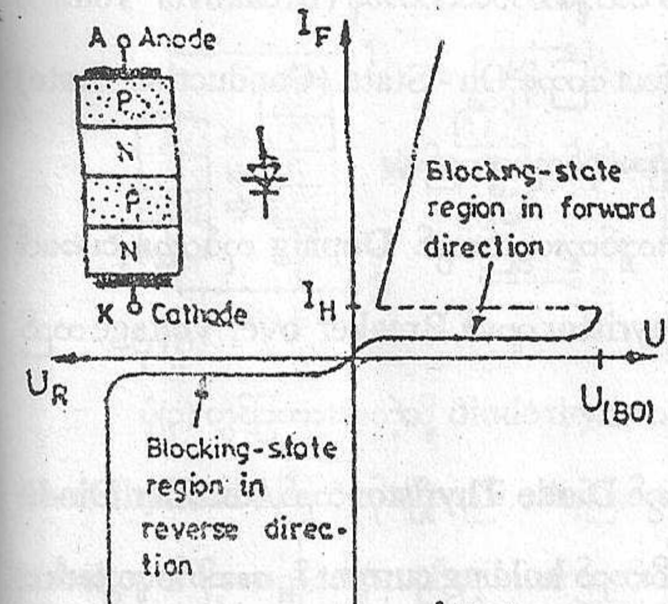
(က) **Diode thyrister (4 layer Diode)**

(ခ) **Bi - directional diode thyrister (diac)**

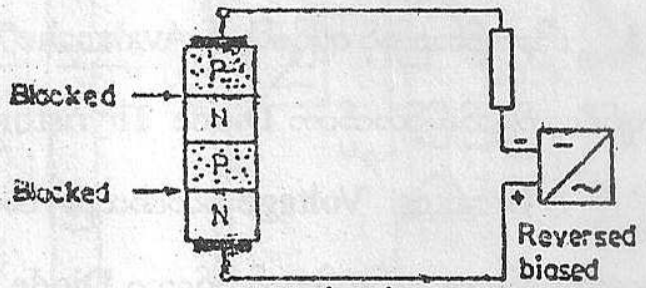
(ဂ) **Triode Thyristor (Thyristor)**

(ဃ) **Bi directional triode thyristor (triac)** ဟူ၍ ၄ မျိုးခွဲခြားနိုင်သည်။

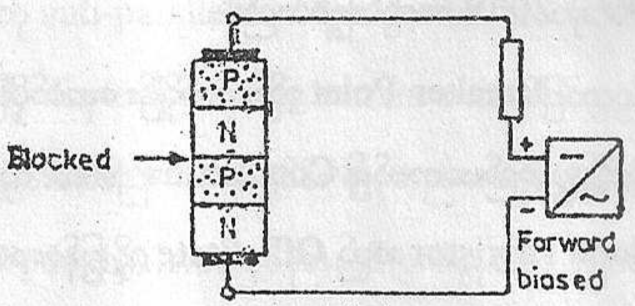
Diode Thyristors



ပုံ (၁)



၂ (က)



၂ (ခ)

ပုံ (၁) တွင် Diode Thyristor ၏ တည်ဆောက်ပုံ၊ သင်္ကေတနှင့် သဘောသဘာဝပြမျဉ်းကွေးတို့ကို ဖော်ပြထားသည်။

ပုံတွင် (၂-က) ၌ ပြထားသကဲ့သို့ Diode Thyristor ကိုပြောင်းပြန်ဗို့အား သက်ရောက်စေပါက အလွန်နည်းသော Off - State လျှပ်စစ်စီးမည်။အပြင်ဖက်ရှိ p-n အဆက်နှစ်ခုကတားဆီးထား၍ ဖြစ်သည်။

သို့ဖြစ်၍ Diode Thyristor ကို ပြောင်းပြန်ဗို့အားသက်ရောက်ပါက Rectifier Diode ကဲ့သို့ပြုမူသည်။

အကယ်၍ ပုံ (၂-ခ) တွင်ပြထားသကဲ့သို့ Diode Thyristor ကိုရှေ့သို့ဗို့အားအနည်းငယ်သက်ရောက်စေပါကလည်း အလွန်နည်းသော Off-State လျှပ်စီးသာစီးသည်ကို တွေ့ရသည်။အလယ်ရှိ p-n အဆက်က တားဆီးထား၍ဖြစ်သည်။

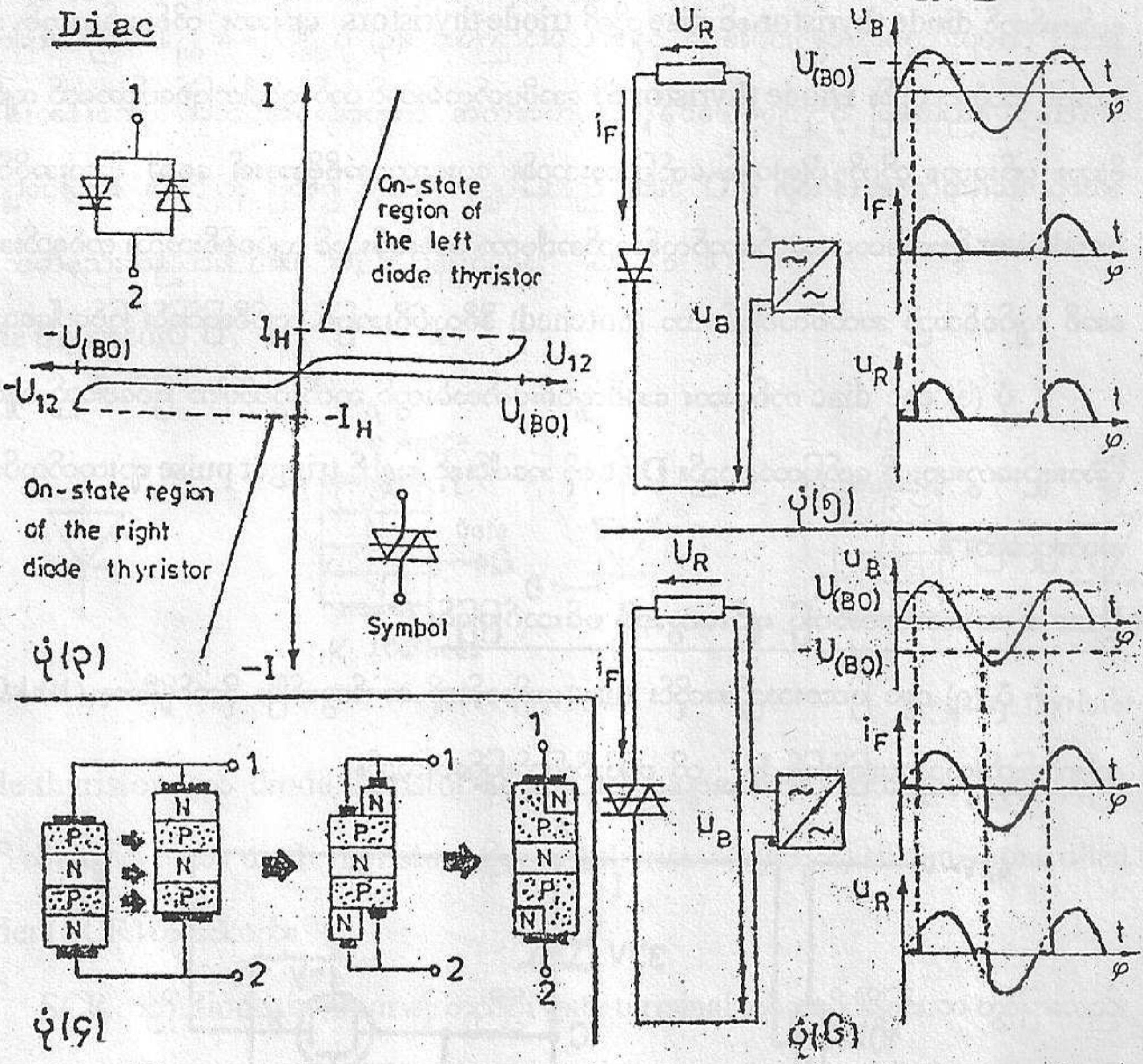
အကယ်၍ ရှေ့သို့ဗို့အားကိုတိုး၍ ပေးလိုက်ပါက တိကျသောပမာဏတစ်ခု (Breakover Voltage $U_{(BO)}$ ကိုကျော်သည်နှင့် တပြိုက်နက် Avalanche effect ကြောင့် On - State (Conduction State) လျှပ်စီးရုတ်ခြည်းမြင့်တက်ကာ Diode Thyristor စ၍အလုပ်လုပ်ရသည်။

Breaker Voltage ပမာဏသည် တပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းတွင် Doping လုပ်ထားခြင်းအပေါ်မူတည်သည်။ဈေးကွက်တွင်ထုတ်လုပ်သော Diode Thyristor များ၏ Breaker over voltage သည် 20V မှ 200V အတွင်းဖြစ်သည်။

Breaker Point ကိုရောက်ရှိပြီး နောက်ပိုင်းတွင် Diode Thyristor သည် Rectifier Diode ကဲ့သို့ပြုမူသည်။အကယ်၍ Conduction State လျှပ်စီးသည် holding current I_H အောက်ကျသွားပါက Diode Thyristor သည် Off - State သို့ ပြန်ရောက်သည်။ ဈေးကွက်တွင် ရနိုင်သော Diode Thyristor များ၏ I_H သည် 15mA မှ 45mA အတွင်း ဖြစ်သည်။ ခွင့်ပြု conduction state လျှပ်စီး I_F သည် 30 A အထိဖြစ်သည်။

Diode thyristor သည် ဗို့အား ပမာဏအပေါ်မူတည်၍ အလုပ်လုပ်သော ခလုတ်ကဲ့သို့ပြုမူသည်။

လျှပ်စီးလွှန်ကဲစွာစီးခြင်းမှ ကာကွယ်ရန်ယင်းတို့ကို လျှပ်ခံဖြင့် တန်းဆက်ဆက်၍ အသုံးပြုရမည်။



ပုံ(၃) တွင်ပြထားသကဲ့သို့ diode thyristor ကို anti-parallel ဆက်သွယ်ပါက bi-directional diode thyristor (diac) ကို ရရှိသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် diode alternating current switch ဖြစ်သည်။ Breakover ဗို့အားကိုကျော်သည်နှင့် diac သည် လျှပ်စီးစီးသည်။ ယင်းလျှပ်စီး စီးမှုသည် ပင်ရင်းဗို့အား၏ ပိုဝွန်းအမျိုးအစားအပေါ်မူ မတည်ချေ။ အကြောင်းမှာ diode thyristor နှစ်ခုအနက် တစ်ခုခုသည် လျှပ်စီး ပီးစေရန်အမြဲတန်း လမ်းပွင့်နေနိုင်၍ဖြစ်သည်။

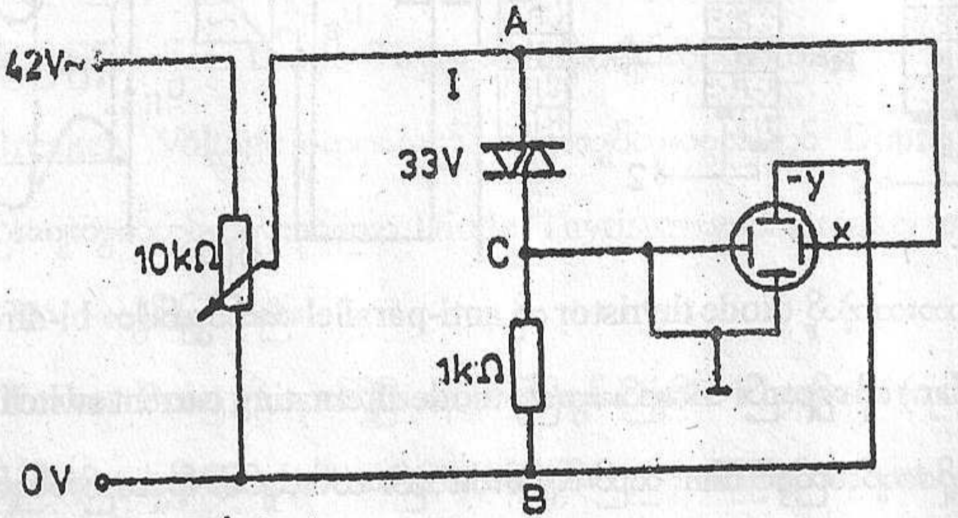
လက်တွေ့တွင် သီးခြား diode thyristor နှစ်ခုဖြင့် diac ဖြစ်အောင် ပြုလုပ်၍ မရချေ။

သို့သော် ပုံ(၄)တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း အခြေခံ၍ တည်ဆောက်ထားခြင်းဖြစ်သည်။ Power electroincs နယ်ပယ်တွင် diode thyristor နှင့် diac တို့ကို triode thyristors များအား ထိန်းချုပ်ရာတွင် အဓိက အားဖြင့် အသုံးပြုသည်။ Diode thyristor ကို အေစီပတ်လမ်းတွင် တပ်ဆင်ပါကဖြစ်ပေါ်လာမည့် လျှပ်စီးနှင့် ဗို့အား မျဉ်းကွေး တို့ကို ပုံ(၅)တွင် ဖော်ပြထားသည်။ ပေးသောအေစီဗို့အား၏ ရှေ့သို့ ဗို့အားအပိုင်းသည် breakover ဗို့အားပမာဏထက်ကျော်လွန်သည့်အခါမှသာ ပတ်လမ်းတွင် လျှပ်စစ်စီးသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် အေစီ လျှပ်စစ်သည် အထစ်ထစ်ဖြစ်သော (notched) ဒီစီလျှပ်စီးအဖြစ် လျှပ်စီးပြင်ခြင်း ဖြစ်ပေါ်စေသည်။

ပုံ (၆) တွင် diac တစ်ခုအား အေစီလျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် ဆက်သွယ်ပါက ဖြစ်ပေါ်မည့် လျှပ်စီးနှင့် ဗို့အားမျဉ်းကွေးများကို ဖော်ပြထားသည်။ Diac ကို အပေါင်းနှင့် အနုတ် trigger pulse များထုတ်လုပ်ရာတွင် အသုံးပြုသည်။

Diac ၏ သဘောသဘာဝပြ မျဉ်းကွေးကို စမ်းသပ်ပြခြင်း

ပုံ (၇) တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း diac ပတ်လမ်းကို ဆက်သွယ်ပြီး ပိုတင်ရှိမီတာ (10 kΩ) ကို တဖြည်းဖြည်းလှည့်ပေးခြင်းဖြင့် U_{AB} ကို တဖြည်းဖြည်းမြှင့်ပေးသည်။



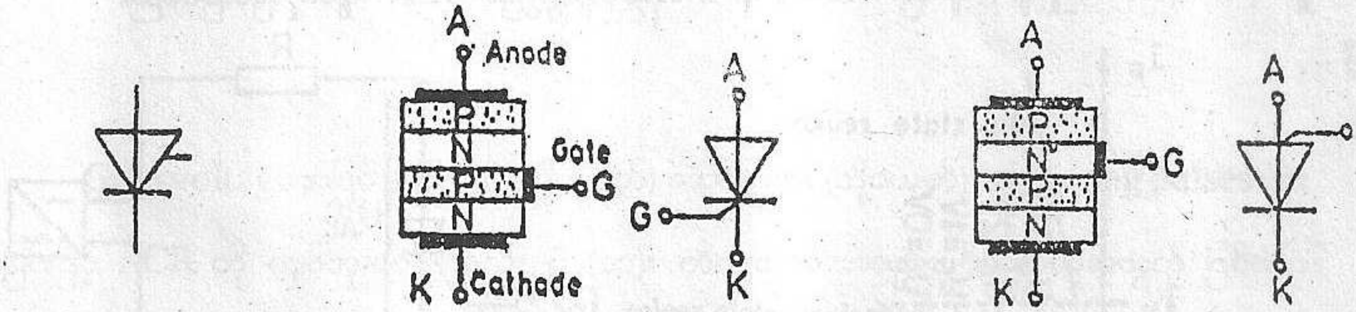
ပုံ (၇)

ဗို့အား ပမာဏတစ်ခု (U_{BO}) သို့ ရောက်လျှင် diac 'ON' ဖြစ်၍ လျှပ်စီးစီးမည်။

Positive နှင့် negative cycle နှစ်ခုတို့တွင် diac ၏ 'ON' ဖြစ်စေသော ဗို့အားတို့ အနည်း

Positive နှင့် negative cycle နှစ်ခုတို့တွင် diac ၏ 'ON' ဖြစ်စေသော ဗို့အားတို့ အနည်းငယ်ကွာခြားသည်။ $U_{BO} \neq - U_{BO}$ ပုံ (၃)။ အကြောင်းမှာ P နှင့် N တပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းများသို့ ဖြင့်ပမှ ပေးသွင်းထားသော အဟမ်အရေအတွက် အတိအကျ မတူနိုင်သောကြောင့် ဖြစ်သည်။ ဗို့အားကို ပြန်လျော့ပေးပါက diac ကို ဖြတ်၍ စီးသော လျှပ်စီးသည် diac 'ON' ဖြစ်ရန် အနည်းဆုံးလိုအပ်သော လျှပ်စီးထက်နည်းသည့်အခါ diac 'OFF' ပြန်ဖြစ်မည်။

Triode thyristor



General symbol P-gate thyristor N-gate thyristor

Triode thyristor သည် diode thyristor မှတဆင့် ဆင့်ပွားများပေါ်ပေါက်လာသည့် ပစ္စည်းဖြစ်သည်။ ယင်းကို ထိန်းချုပ်၍ ရသော diode thyristor (သို့မဟုတ်) thyristor (သို့မဟုတ်) silicon - controlled rectifier (SCR) ဟု ခေါ်သည်။

SCR သည် diode thyristor နှင့် တူညီပြီး gate terminal တစ်ခုအပိုပါရှိခြင်းသာ ကွာခြားသည်။ ယင်း gate terminal သည် ပတ်လမ်းပွင့်ဖြစ်နေပါက SCR သည် diode thyristor ကဲ့သို့ပင် အလုပ်လုပ်သည်။

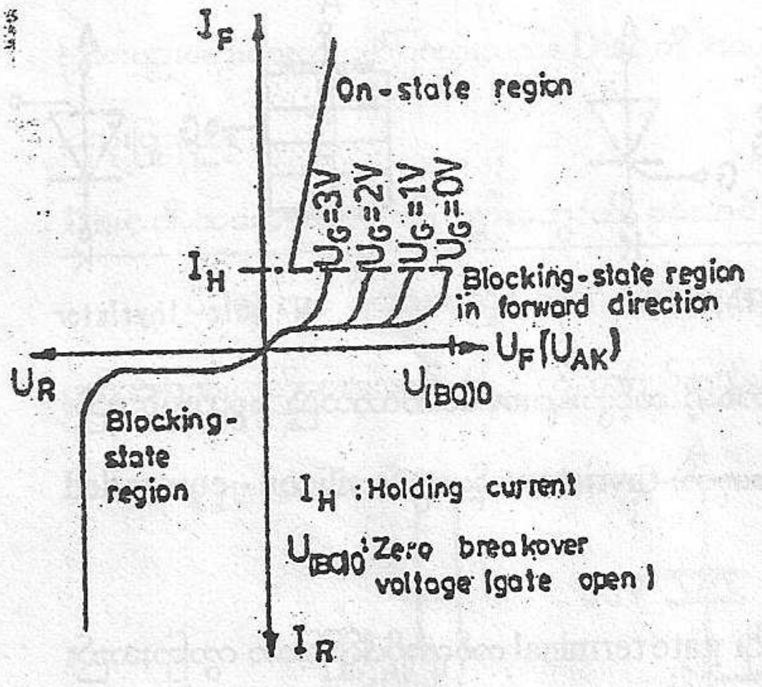
ပုံ (၈)တွင် SCR ၏ တည်ဆောက်ပုံနှင့် သင်္ကေတများကို ဖော်ပြထားသည်။ Gate terminal ပတ်လမ်းပွင့်ဖြစ်နေစဉ် အခြေအနေ၌ SCR တွင် ရှတ်ခြည်းလျှပ်စီးများစွာ စီးစေသည့် ဗို့အားကို zero breakover voltage $U_{(BO)0}$ ဟု ခေါ်သည်။ ပုံ (၉) ။

အဆိုပါ U_{BO} 0 မရောက်မီ SCR တွင် ရှတ်ခြည်း လျှပ်စီးများစွာ စီးစေရန် gate voltage ပေးရန် လိုအပ်သည်။

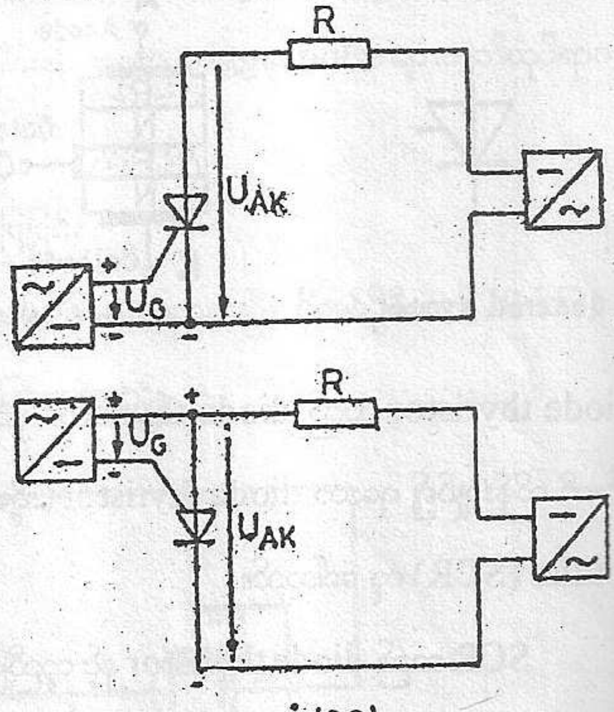
ယင်းလိုအပ်သော gate voltage (သို့မဟုတ်) gate current သည် SCR ၌ ပေးထားသည့် ရှေ့သို့ဗို့အား U_{AK} ပေါ်တွင် မူတည်သည်။

Gate voltage အပေါ်မူတည်၍ breakover voltage ပြောင်းပုံကို ပုံ (၉)တွင် တွေ့နိုင်ပါသည်။ SCR ကို ရှေ့သို့ဗို့အား UAK ပေးပါက (ပုံ-၁၀) အလယ်တွင်ရှိသော p-n အဆက်တွင် ပြောင်းပြန် ဗို့အား သက်ရောက်ခြင်း ခံရပြီးလျှပ်စီးစီးခြင်းကို ပိတ်ဆို့ထားမည် ဖြစ်သည်။

အကယ်၍ gate voltage ပေးလိုက်မည်ဆိုပါက gate current ကြောင့် ပိတ်ဆို့ထားသည့် အလွှာတွင် လျှပ်စစ်သယ်ဆောင်သူများ များပြားလာက p-n အဆက်ပြိုကွဲပြီး SCR လျှပ်ကူးခြင်းဖြစ်မည်။



ပုံ (၉)

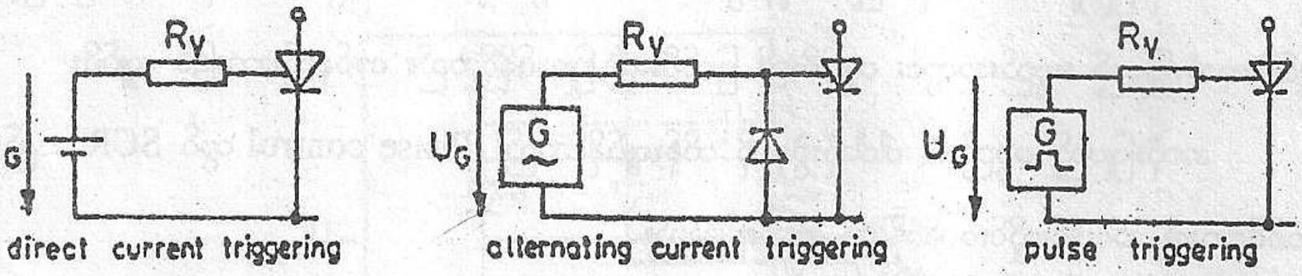


ပုံ (၁၀)

ဤသို့ဖြင့် SCR ၏ zero breakover voltage မရောက်မီ SCR အလုပ်လုပ်စေရန် gate voltage နှင့် gate currents တို့ ပေးခြင်းဖြင့် ဆောင်ရွက်နိုင်သည်။

SCR အတွင်းဖြတ်စီးနေသော လျှပ်စီးသည် diode thyristor ကဲ့သို့ပင် I ထက်နဲသွားလျှင် SCR သည် လျှပ်ကူးခြင်းဖြစ်တော့မည် မဟုတ်ချေ။ တစ်နည်းအားဖြင့် SCR သို့ ပေးထားသော ရှေ့သို့ ဗို့အားအလွန်ငယ်သွားလျှင် သော်လည်းကောင်း၊ လားရာပြောင်းသွားလျှင် လည်းကောင်း၊ လားရာပြောင်းသွားလျှင် လည်းကောင်း၊ SCR သည် လျှပ်ကူးနေသည့် သဘောထားမှ ပိတ်ဆို့သည့် အနေအထားသို့ ပြန်ပြောင်းမည်

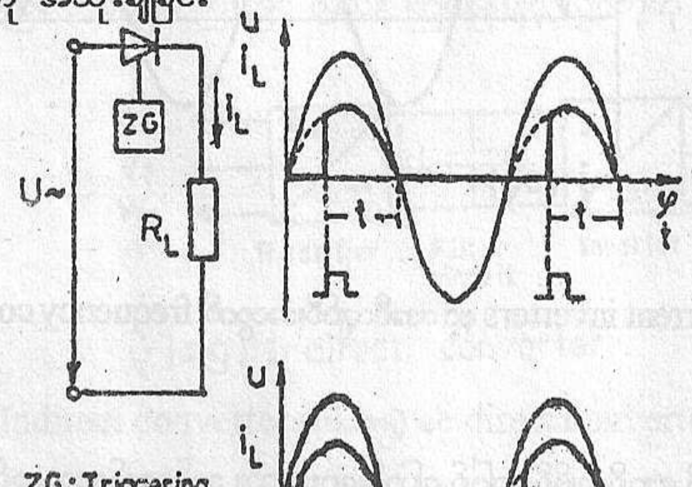
သို့ဖြစ်၍ SCR ကို အေစီဗို့အားတွင် အလုပ်လုပ်စေပါက အေစီ၏ အနုတ်လိုင်းဝက်တိုင်းတွင် SCR သည် ပြောင်းပြန်ဗို့အား သက်ရောက်ခြင်းခံရသဖြင့် လျှပ်ကူးမှုရပ်သွားသည်။



ပုံ (၁၁)

Gate voltage အဖြစ် ဒီစီဗို့အား (သို့မဟုတ်) အေစီဗို့အား (သို့မဟုတ်) triggering pulses များ ပေးခြင်းဖြင့် SCR ကို လျှပ်ကူးစေနိုင်သည်။ ပုံ (၁၁)။ တိကျသော အလုပ်လုပ်ဆောင်မှုအတွက် ဖြစ်ပါက SCR လျှပ်ကူးစေရန် gate သို့ triggering pulses များကိုသာ ပေးရန်လိုအပ်ပါသည်။

SCR များကို အသုံးချခြင်း

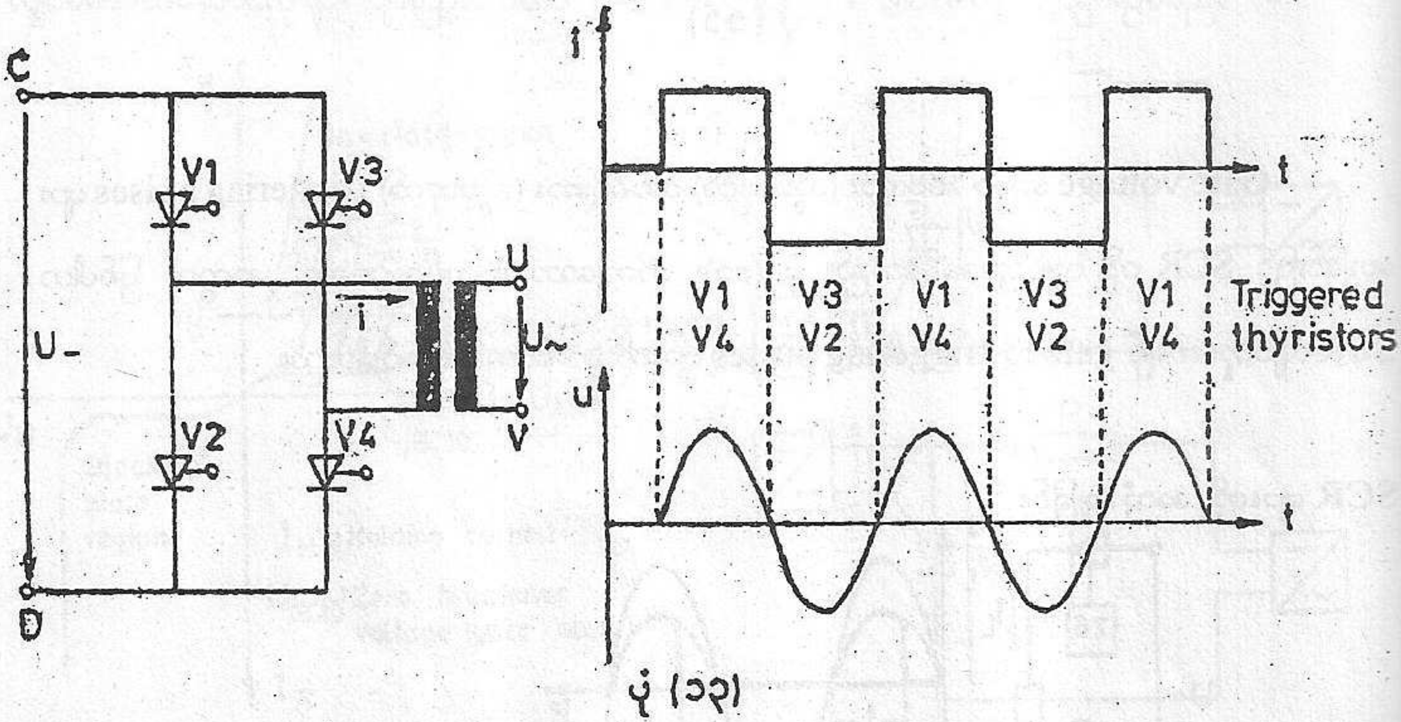


ပုံ (၁၂)

SCR များကို အေစီပတ်လမ်းများ၌ သွင်ထိန်းချုပ်ခြင်း (phase control) တွင် မကြာခဏ အသုံးချသည်ကို တွေ့ရသည်။ ပုံ (၁၂)။

အသုံးပြုလျှပ်စီးစီးစေလိုသည့် အချိန်တွင်သာ SCR ၌ လျှပ်စီးစီးစေရန် gate ဗို့အားပေးခြင်းဖြင့် လျှပ်စီးအသုံးပြုမည့် ပစ္စည်းအတွင်း လျှပ်စီးကို ဖြတ်စီးရန် ပြုလုပ်နိုင်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် လျှပ်စီး

အသုံးပြုမည့် ပစ္စည်း၏ ပါဝါသုံးစွဲမှုကို ထိန်းချုပ်နိုင်သည်။ Phase control တွင် SCR သည် အေစီဗို့အား၏ အပေါင်းလှိုင်းဝက်ကိုသာ အသုံးပြုသည်။



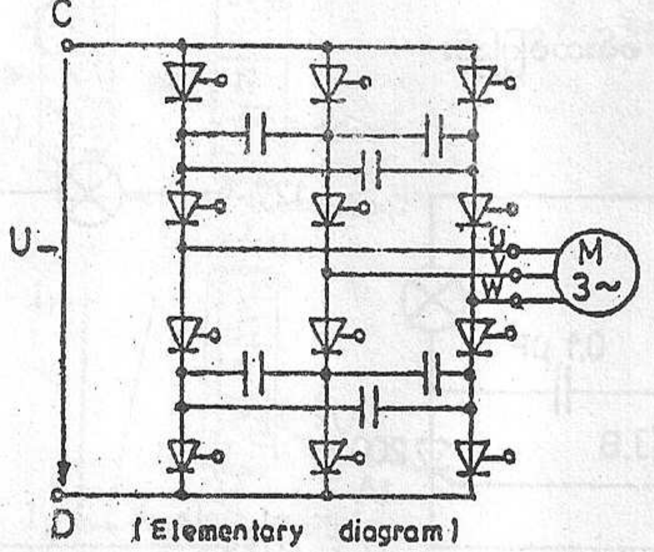
ပုံ (၁၃)

SCR ကို ဒီစီလျှပ်စီးအတွက် current inverters နှင့် အေစီလျှပ်စီးအတွက် frequency converters တို့တွင်လည်း အသုံးပြုသည်။

Inverters သည် ဒီစီလျှပ်စီးကို အေစီလျှပ်စီးအဖြစ် ပြောင်းပေးသည်။ သင့်တော်သောအချိန်များတွင် SCR များလျှပ်ကူးခြင်း၊ ပိတ်ဆို့ခြင်းတို့ ဖြစ်ခြင်းဖြင့် ဒီစီလျှပ်စီးသည် အေစီလျှပ်စီးအဖြစ် ထရန်စဖော်မာမှ တစ်ဆင့်ဝန်သို့ (သို့မဟုတ်) ဝန်သို့တိုက်ရိုက်ပေးပို့နိုင်သည်။

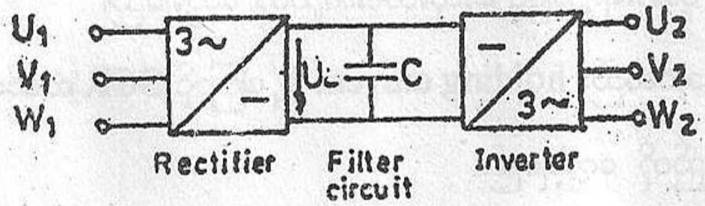
ပုံ(၁၃)တွင် two-pulse inverter ကို ဖော်ပြထားသည်။

Inverter တို့မှ ထုတ်လုပ်ရရှိသော အေစီဗို့အား၏ ကြိမ်နှုန်းကို ကျယ်ပြန့်သော တာခွင်အတွင်း လွတ်လပ်စွာ လိုအပ်သလို ချိန်ညှိနိုင်သဖြင့် inverters တို့ကို မော်တာများ၏ မြန်နှုန်းထိန်းချုပ် ကိရိယာအဖြစ် မကြာခဏအသုံးပြုသည်ကို တွေ့ရ၏။ ပုံ (၁၄)။



ပုံ (၁၄) Inverter with three-phase asynchroncus motor

အေစီကြိမ်နှုန်း converter များကို အေစီကြိမ်နှုန်းအမျိုးအစား တစ်ခုမှ နောက်တစ်ခုသို့ ပြောင်းရာတွင် အသုံးပြုသည်။ တစ်ချိန်တည်းတွင် ဗို့အား၊ ကြိမ်နှုန်းနှင့် သွင်တို့ကို ပြောင်းလဲပေးနိုင်သည်။



ပုံ (၁၅) Indirect converter

Indirect converters (ပုံ–၁၅) နှင့် direct converters ဟူ၍ နှစ်မျိုးခွဲခြားနိုင်သည်။

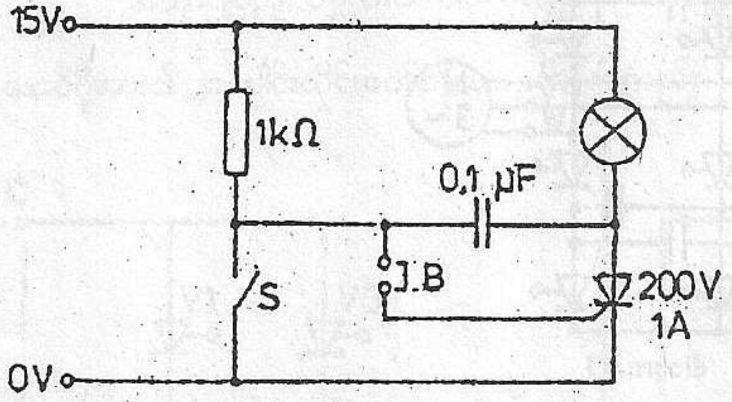
Indirect comverters တွင် ရှေးဦးစွာ အေစီဗို့အားကို လျှပ်စီးပြပ်ခြင်းနှင့် စစ်ထုတ်ခြင်းပြုလုပ်ပြီးမှ တစ်ဖန်ပြန်၍ လိုအပ်သော အေစီဗို့အား ပြန်ထုတ်ပေးခြင်း ပြုလုပ်သည်။

Direct converters တို့တွင် အဝင်နှင့်အထွက်ပတ်လမ်းများကြားတွင် SCR ခံ၍ တိုက်ရိုက်ဆက်

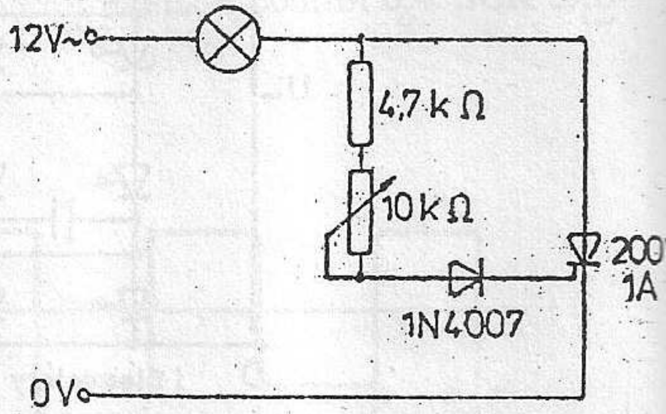
သွယ်သည်။

Converters တို့၏ အထွက်မှ ရရှိသော အေစီဗို့အား၏ ကြိမ်နှုန်းသည် ပေးအပ် အေစီဗို့အားကြိမ်နှုန်းထက်အမြဲနိမ့်သည်။

SCR ၏ အလုပ်လုပ်ပုံကို စမ်းသပ်ခြင်း



ပုံ (၁၆)



ပုံ (၁၇)

ပုံ (၁၆) အတိုင်း ပတ်လမ်းတည်ဆောက်ပြီး ခလုတ် S ကို 'OFF' လုပ်ထားကာ link B ကို ဆက်သွယ်ပါ။

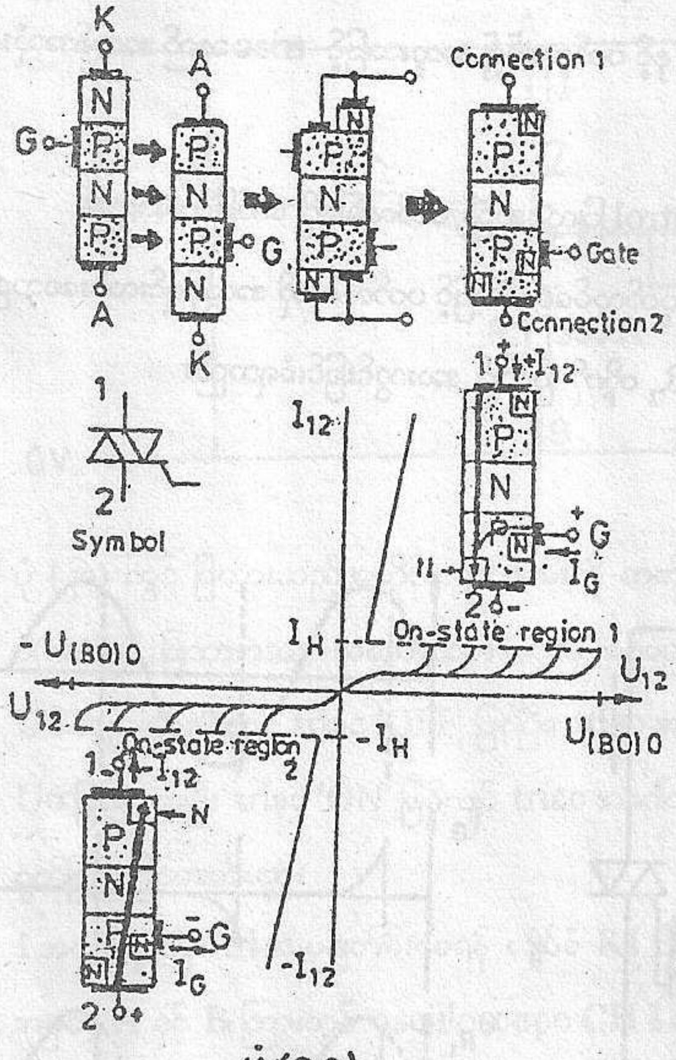
SCR ၏ gate တွင် ဗို့အားရရှိသဖြင့် မီးလုံးလင်းသည်ကို တွေ့ရမည်။

link B ကို ပြန်ဖြုတ်သော်လည်း holding current I_H ကြောင့် SCR ဆက်လက် လျှပ်ကူးပြီး မီးလုံးဆက်လင်းနေသည်ကို တွေ့ရမည်။

ခလုပ် S ကို 'ON' လုပ်ပြီး ပြန်၍ 'OFF' လုပ်ပါက လျှပ်သို o, 1 uF သည် discharge ဖြစ်ပြီး၊ ယင်းဗို့အားသည် SCR ကို ပြောင်းပြန် ဗို့အားပေးသကဲ့သို့ ဖြစ်နေသဖြင့် SCR ပိတ်ဆို့ခြင်း ဖြစ်ကာ မီးလုံးငြိမ်းသွားသည်ကို တွေ့ရမည်။

ပုံ(၁၇) အတိုင်း တည်ဆောက်ပါက အေစီဗို့အား၏ အပေါင်းလှိုင်းဝက်တွင် SCR ၏ anode နှင့် gate တို့ တပြိုင်တည်း မြင့်တက်ခြင်းကြောင့် SCR လျှပ်ကူးမှုဖြစ်ကာ မီးလုံးလင်းသည်ကို တွေ့ရမည်။

Triac



ပုံ (၁၈)

အကယ်၍ SCR နှစ်ခုကို တစ်ခုနှင့် တစ်ခုပြောင်းပြန်လှန်၍ ဆက်သွယ် (anti - parallel) အသုံးပြုပါက ရရှိလာသော ပစ္စည်းကို triac ဟု ခေါ်သည်။

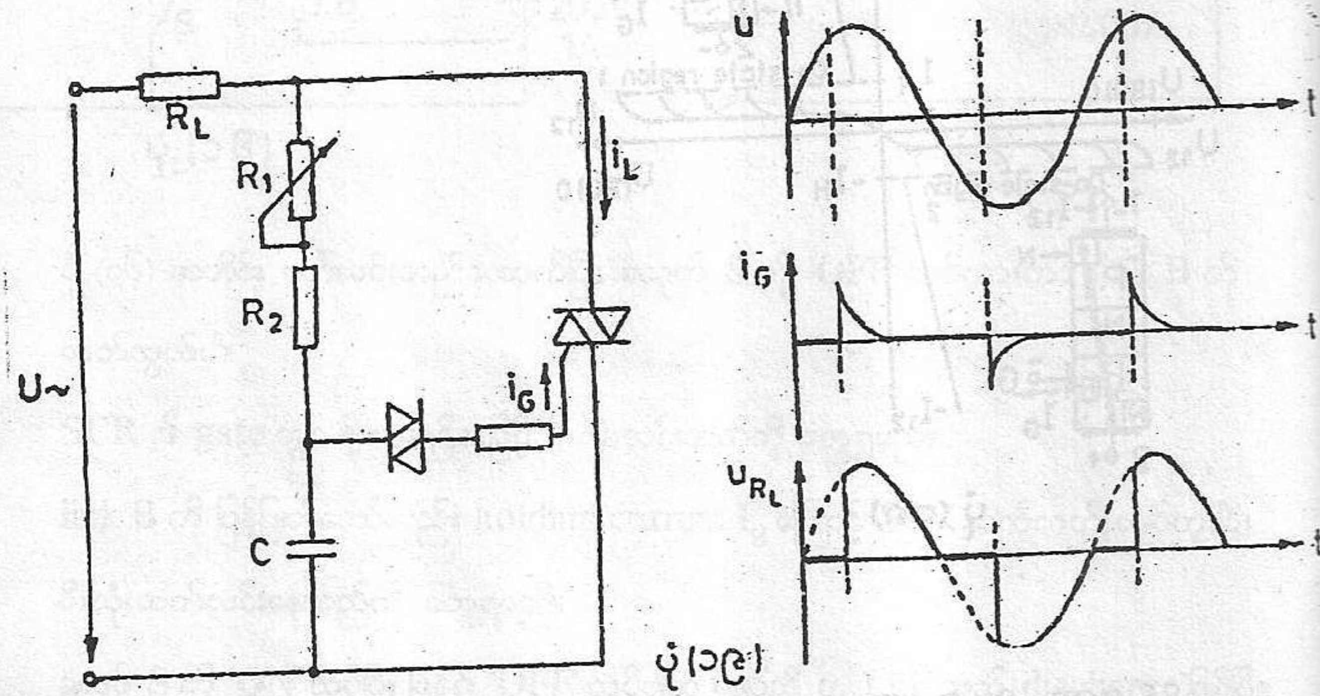
ပုံ (၁၈) တွင် triac ၏ တည်ဆောက်ပုံနှင့် သင်္ကေတသဘာဝပြ မျဉ်းကွေးတို့ကို ဖော်ပြထားသည်။ Diac ကဲ့သို့ပင် triac ကို သွင်ထိန်းချုပ်ပတ်လမ်း (phase control circuits) များတည်ဆောက်ရာတွင် အသုံးပြုနိုင်သည်။

ယင်းပတ်လမ်းများသည် ထိန်းချုပ်ခြင်းအတွက် ပေးအပ်အေဒီဗို့အား၏ လှိုင်းဝက်နှစ်စလုံးကို အသုံးပြုသည်။ သို့ဖြစ်၍ control circuits နှင့် ပတ်သက်၍ **အထူးသဖြင့်** triac သည် အလွန်အသုံးကျသည်။

ပုံ (၁၉) တွင် triac ဖြင့် phase control ပြုလုပ်သည့် ပတ်လမ်းကို ဖော်ပြထားသည်။

Triggering pulse ကို diac ဖြင့် ထုတ်လုပ်ပေးခြင်းဖြင့် ပတ်လမ်းကို အလွန်ရှင်းလင်းစေသည်။

လျှပ်သို C သည် လျှပ်ခံရှင် R_1 နှင့် R_2 တို့ကို ဖြတ်၍ အားသွင်းခြင်းခံရသည်။

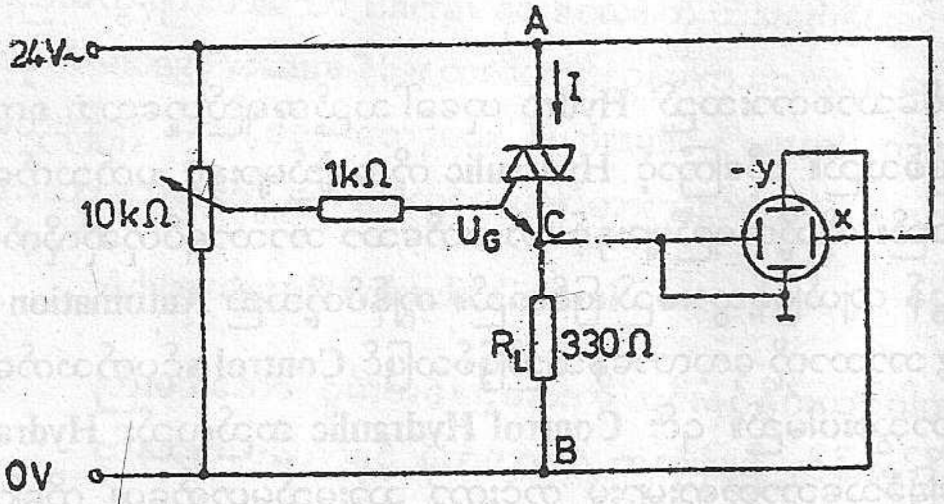


ပုံ (၁၉)

လျှပ်သို C ၏ ဗို့အားသည် diac ၏ break over ဗို့အားသို့ ရောက်သည်နှင့် diac သည် လျှပ်ကူးမှုဖြစ်ပြီး ယင်းမှတစ်ဆင့် triac ကို လျှပ်ကူးမှု ဖြစ်စေသည်။

လျှပ်ကူးမှုဖြစ်စေသည့်အချိန်ကို လျှပ်ခံရှင် R_1 ဖြင့် ချိန်ညှိနိုင်သည်။

Triac အလုပ်လုပ်ပုံနှင့်သဘောသဘာဝကို စမ်းသပ်ခြင်း



ပုံ (၂၀) တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း ပတ်လမ်းကို ဆက်သွယ်ပြီး ပိုတင်ရှိမီတာကို ချိန်ညှိခြင်းဖြင့် ပုံ(၁၈)တွင် ပြထားသော သဘောသဘာဝပုံကို ရရှိမည်။

U6 သုညဖြစ်ချိန်တွင် triac 'OFF' ဖြစ်ပြီး၊ triac အပေါ်တွင် ပေးအပ်ဗို့အား အကုန်ကျနေမည်။

U6 မြင့်တက်ပြီး triac 'ON' ဖြစ်လျှင် triac အပေါ်တွင် ဗို့အားအနည်းငယ်သာ ရှိပြီး လျှပ်စီး I ရုတ်ခြည်းမြင့်တက်မည်။

I အလွန်များပြီး triac မပျက်စီးစေရန် လျှပ်ခံ R1 ဖြင့်လျှပ်စီး I ကို ထိန်းချုပ်ပေးသည်။

အမှတ် A နှင့် B ကြားတွင် oscilloscope CH I ကိုလည်းကောင်း၊ အမှတ် C နှင့် B ကြား တွင် CH II ကိုလည်းကောင်း တပ်ဆင်၍ စမ်းသပ်ကြည့်ရာပုံ (၁၉) တွင် ပြထားသော မျဉ်းကွေးကို ရရှိမည်။

အမှတ် C နှင့် B ကြားတွင် ပေါ်သောဗို့အားသည် လျှပ်ခံ R1 တွင် ကျရောက်သော ဗို့အားလှိုင်းပုံ ဖြစ်သည်။ ယင်းသည် လျှပ်စီး I ၏ လှိုင်းပုံနှင့် တူညီသည်။ ပမာဏသာ ကွာခြားသည်။

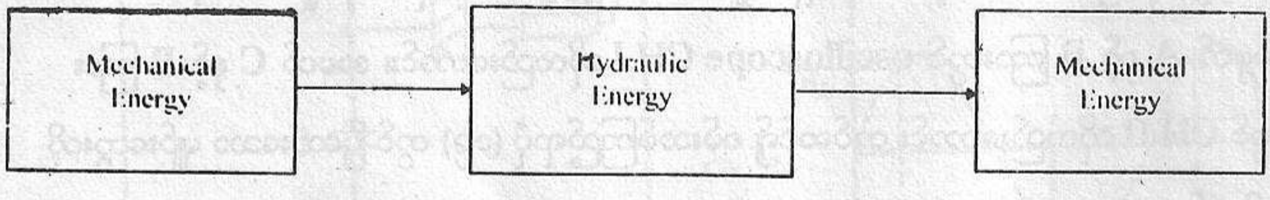
Gate ဗို့အား U6 ကို အတိုးအလျှော့လုပ်ပေးခြင်းဖြင့် လျှပ်စီး I ရုတ်ခြည်းမြင့်တက်စေသောအချိန်ကို တိုးနိုင်/လျှော့နိုင်သည်။

လျှပ်ခံ R ကို တိုးပေးခြင်းဖြင့် ပေးအပ်ဗို့အားသုည ဖြစ်ချိန်စောလေဖြစ်ပြီး triac 'OFF' ဖြစ်လေဖြစ် သည်။

HYDRAULIC CONTROL

HYDRAULIC

Hydraulic ဆိုသောစကားသည် **Hydro** ဟုခေါ်သည့်အရည်ဟူသော စကားမှ ဆင်းသက် လာခြင်း ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် **Hydraulic** ကိုအရည်များနှင့် ပတ်သက်သော ဘာသာရပ်ဟု ဆိုနိုင်သည်။ ထိုသို့အရည်များနှင့်ပတ်သက်သော ဘာသာရပ်ဟုဆိုလိုက်လျှင် **Hydraulic** သည် အလွန် ကျယ်ပြန့်သွားမည် ဖြစ်သည်။ ကျွန်ုပ်တို့သည် **Automation** ခေါ် **Control Engineering** ဘာသာကို လေ့လာနေသည်ဖြစ်သဖြင့် **Control** နှင့်ပတ်သက်သော **Hydraulic** ကို လေ့လာသွားပါမည်။ ၎င်း **Control Hydraulic** သည်လည်း **Hydraulic** ဘာသာရပ်ကြီး၏ အခြေခံသဘောတရားများမှ ကင်းကွာ သွားမည်မဟုတ်ပေ။ ထို့ကြောင့် **Hydraulic Control** နှင့်ပတ်သက်သော **Hydraulic** ကို အဓိပ္ပါယ် သတ်မှတ်လျှင် **Hydraulic** ဆိုသည်မှာ အရည်အမျိုးမျိုးကို ကြားခံပစ္စည်းအဖြစ် အသုံးပြု၍ **Force** နှင့် **Energy** များကို တနေရာမှ တနေရာသို့ ပို့ဆောင်ခြင်းနှင့် ထိန်းချုပ်ခြင်းတို့ကို လေ့လာသော ဘာသာရပ်ဖြစ်သည်။ ထိုသို့ အရည်တခုကို ကြားခံအဖြစ် အသုံးပြုထိမ်းချုပ်ရန်အတွက် **Processing Element** များလိုအပ်လေသည်။Hydraulic Control တစ်ခု၏ Energy Flow ကို အောက်ပါအတိုင်း ဖော်ပြနိုင်သည်။



Mechanical Energy ကို **Engine, Motor** စသည့် လည်ပတ်မှု တခုခု မှရရှိကာ ၎င်းလည်ပတ်မှုမှ **Hydraulic Pump** ကိုမောင်းနှင်၍ **Hydraulic Energy** ရရှိလေသည်။ ၎င်း **Hydraulic Energy** ကို **Pressure Valve** များ **Directional Control Valve** များ **Flow Control Valve** များစသည့် **Processing Element** များအသုံးပြု၍ လိုအပ်သလို ထိန်းချုပ်ကာ **Output** အဖြစ် **Mechanical Energy** ကို **Hydraulic Cylinder** များ၊ **Hydraulic Motor** များမှတဆင့် ပြန်လည်ရရှိစေသည်။ Energy Transfer ပြုလုပ်ခြင်းနှင့် Control ပြုလုပ်ခြင်းကို **Pneumatic**

တွင်လည်း လေ့လာခဲ့ပြီးဖြစ်သည်။ **Hydraulic** နှင့် **Pneumatic** ၏ကွာခြားချက်မှာ **Hydraulic** သည်အလွန်ကြီးမားသော **Energy** နှင့် **Force** ကို ထိန်းချုပ်နိုင်ခြင်းပင်ဖြစ်သည်။ **Pneumatic** မှာမူ **Working Pressure 7 bar** ထက်ကျော်လွန်ပါက လေသည် ငွေ့ရည်အဖြစ်ပြောင်းနိုင်သဖြင့် အသုံးပြုရန် မသင့်လျော်တော့ပေ။ **Hydraulic Control** ကိုအသုံးပြုခြင်းဖြင့် ရရှိသော အားသာချက်များကို အောက်တွင် ဖော်ပြထားသည်။

Advantage of Hydraulic Control

၁။ ကြီးမားသော စွမ်းအင်နှင့်အားကို ၎င်းနှင့်နှိုင်းယှဉ်ပါက အလွန်သေးငယ်သော ထိန်းချုပ်ကရိယာနှင့် စိုက်အားကို အသုံးပြု၍ ထိန်းချုပ်နိုင်ခြင်း၊

၂။ စွမ်းအင်နှင့်အားကို အဝေးတနေရာသို့လွယ်ကူစွာပို့ဆောင်နိုင်ခြင်း၊

၃။ အဝေးထိန်းစနစ်အသုံးပြုနိုင်ခြင်း၊

၄။ စွမ်းအင်ကို အတိုင်းအတာတခုထိသိုလှောင်ထားနိုင်ခြင်း၊

၅။ ဝန်အပြည့်ဖြင့်ရပ်နေရာမှ အမြင့်ဆုံးမြန်နှုန်းထိ တိုက်ရိုက်မောင်းတင်နိုင်ခြင်း၊

၆။ ပြောင်းပြန်လားရာကို ချက်ချင်းပြောင်းနိုင်ခြင်း၊

၇။ အလိုအလျောက် Regulating စနစ်များတပ်ဆင်နိုင်ခြင်း၊

၈။ Over Load ဖြစ်မှုမရှိခြင်း၊

၉။ Automatic Program များဖြင့် Control ပြုလုပ်နိုင်ခြင်း၊

၁၀။ သက်တမ်းကြာမြင့်ခြင်း Long Service Life

Disadvantage

၁။ မြင့်မားသောဖိအား (**250 bar to 300 bar**) ကိုအသုံးပြုရသဖြင့် ၎င်း **Pressure** တွင် အလုပ်လုပ် နိုင်သည့် **Seal** များ **Material Element** များ နည်းပညာ **Technology** များ ရွေးချယ် အသုံးပြုရခြင်း၊လူနှင့် စက်ကရိယာများအတွက် အန္တရာယ်ရှိခြင်း

၂။ အသုံးပြုသော **Oil** ၏စေးပြစ်မှုကြောင့်၎င်း၊ ပစ္စည်းကရိယာများ၏ Internal Leakage ကြောင့်၎င်း၊ **Energy** များဆုံးရှုံးနိုင်ခြင်း၊

၃။ ဆီ၏ အပြန်လမ်းအတွက် သီးခြားပိုက်တခုတပ်ဆင်ပေးရခြင်း၊

Hydraulic Oil

Hydraulic System တခုတွင် Hydraulic Oil သည်မရှိမဖြစ်လိုအပ်သည်။ Hydraulic Oil အဖြစ် အသုံးပြုရမည့် ဆီတခုအနေဖြင့် အနည်းဆုံး အောက်ပါအရည်အသွေးများရှိရမည်။

၁။ Hydraulic Energy ကိုသယ်ဆောင်ပေးနိုင်ရမည်၊
Hydraulic Pump To Hydraulic Cylinder, Hydraulic Motor

၂။ ၎င်းနှင့် ထိစပ်လှုပ်ရှားနေသော အားလုံးသော Hydraulic Element များအတွက် Lubricant အဖြစ်အသုံးဝင်ရမည်၊

၃။ ၎င်းနှင့်ထိစပ်နေသော Hydraulic Element များ၏အတွင်းမျက်နှာပြင်များ Corrosion ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်နိုင်ရမည်၊

၄။ ပွန်းစားသွားသော အမှုန်အမွှားများကိုသယ်ဆောင်သွားနိုင်ရမည်၊

၅။ System ၏ အပူချိန်ကို တနေရာမှ တနေရာသို့ သယ်ဆောင်ထုတ် ပစ်နိုင်ရမည်၊

Hydraulic Energy

Hydraulic System တစ်ခုအတွင်းကိန်းအောင်းနေသော Energy ကို သုံးသပ်ပါက အရွေ့စွမ်းအင်နှင့် အတည်စွမ်းအင်ဟူ၍ နှစ်မျိုးခွဲနိုင်သည်။ အတည်စွမ်းအင်ဖြစ်သည့် ကမ္ဘာမြေကြီးကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသည့် စွမ်းအင်ကို ဥပက္ခာပြုပါက ၎င်း System တွင် Pump မှ Hydraulic ဆီကို ပိုက်လိုင်းတလျှောက် စီးဆင်းသွားစေရန်တွန်းသည့် အရွေ့စွမ်းအင်နှင့် လိုင်းခုခံမှုနှင့် ဝန်ခုခံမှုကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသည့် Pressure စွမ်းအင်ဟုနှစ်မျိုးရှိမည်။ ပိုက်လိုင်းတလျှောက် စီးသွားသော အရည်တခု၏ စွမ်းအင်ကို အောက်ပါအတိုင်း တွက်ယူနိုင်သည်။

$$P = Q.P$$

$$P = \text{Watt}$$

$$Q = m^3/\text{Sec}$$

$$P = N/m^2$$

Hydraulic Oil ၏အရည်အသွေးတခုမှာစေးပြစ်မှု Viscosity ဖြစ်သည်။ ပြစ်လွန်းပါက ပိုက်လိုင်းနှင့် Element များကြားတွင် ခုခံမှုများလာပြီးစက်၏ Efficiency ကျဆင်းနိုင်သကဲ့သို့

ကျဲပါကလည်း Element များ၏ Clearace အတွင်းဝင်ရောက်၍ Leakage ဖြစ်သဖြင့်စက်၏ Efficiency ကျဆင်းပြန်လေသည်။ Hydraulic Element များထုတ်လုပ်သူမှ အသုံးပြုရမည့်ပြစ်ကျဲအဆင့်ကို သတ်မှတ်ပေးထားရာ ၎င်းကို သတိပြုရ၏။ ကျွန်ုပ်တို့ မြန်မာနိုင်ငံအနေဖြင့် အပူပိုင်းတိုင်းပြည်ဖြစ်ရာ အအေးပိုင်းတိုင်းပြည်များမှ အဆင်သင့် ဝယ်ယူသုံးစွဲသောစက်များအတွက် ၎င်းတို့ထည့်ပေးလိုက်သော Hydraulic Oil မှာ၎င်းတို့တိုင်းပြည်အနေဖြင့် အဆင်ပြေသော်လည်း မိမိတို့တိုင်းပြည်တွင် အပူရှိန်ကြောင့် ပိုမိုကျဲလာနိုင်သဖြင့် သင့်တော်သော Hydraulic Oil များပြောင်းလဲထည့်ပြီးမှသာ အသုံးပြုသင့်သည်။

Hydraulic Oil Filter

Hydraulic System တခုသက်တမ်းပြည့်အသုံးပြုနိုင်ရန်အတွက် Hydraulic Filter သည် အလွန်အရေးကြီး ပေသည်။ စက်ပစ္စည်းများပွတ်တိုက်မှုကြောင့်၎င်း လေထဲမှလိုက်ပါလာသော အမှုံအမွှားများကြောင့်၎င်း Hydraulic Oil အတွင်းတွင် မလိုလားအပ်သည့် Outside Material များ ပါဝင်လာကာလှုပ်ရှားနေသည့်စက်ပစ္စည်းအစိတ်အပိုင်းများ အတွင်းဝင်ရောက်ကာစက်ပစ္စည်း အစိတ်အပိုင်းများကိုပွန်းစားစေသည်။ ထိုအဖြစ်မျိုးမှ ကာကွယ်ရန်အတွက် Hydraulic System အတွင်း Filter များတပ်ဆင်အသုံးပြုရလေသည်။ System တခုတွင် အသုံးပြုရမည့် Filter ၏အရည်အသွေးကို စက်ပစ္စည်း ထုတ်လုပ်သူမှ အတိအကျ ညွှန်ကြားထားရာ ၎င်းအမျိုးအစားအတိုင်းတပ်ဆင်ရမည်ဖြစ်သည်။ Filter တပ်ဆင်ပုံ တပ်ဆင်နည်း အမျိုးမျိုးရှိရာ ဆက်ဖော်ပြအပ်ပါသည်။

၁။ **Suction Line Filtration**

Pump အဝင်လိုင်းတွင် Filter တပ်ဆင်ခြင်းဖြစ်သည်။ Pump အတွင်းသို့ဝင်လာမည့် ဆီများကို စစ်ခြင်းဖြစ်သည်။ Filter များပိတ်ပါက Calvitation ခေါ် စုပ်အားကြောင့် ဆီအမြှုတ်များဖြစ်လာကာ စက်စွမ်းအင်ကျဆင်းနိုင်သည်ကို သတိပြုရမည်။

၂။ **Prussure Line Filtation**

Pump အထွက်လိုင်းတွင် တပ်ဆင်ခြင်းဖြစ်သည်။ Hydraulic Element များအတွင်းသို့ အမှုံအမွှားများ မဝင်စေရန် တပ်ဆင်ခြင်းဖြစ်သည်။

၃။ Return Line Filtration

Hydraulic System ၏စုပေါင်း Return တွင်တပ်ဆင်ခြင်းဖြစ်သည်။ System အတွင်းမှ ပါလာသော အမှုံအမွှားများကို တခါတည်းစစ်ပြီး Oil Tank အတွင်းသို့ ပြန်ဝင်စေခြင်းဖြစ်သည်။

Hydraulic Pump

Hydraulic Pump သည် Mechanical Energy မှ Hydraulic Energy သို့ ပြောင်းပေးရသော ပစ္စည်း ဖြစ်သည်။

တနည်းပြောရသော် Hydraulic Oil ကို တနေရာမှတနေရာသို့ သွားစေရန် တွန်းပို့သော ပစ္စည်းဖြစ်သည်။

ထို့ကြောင့် Hydraulic Pump ဆိုသည့် Mechanical စွမ်းအင်မှအရည်တခု၏ စီးဆင်းမှုစွမ်းအင်သို့ ပြောင်းပေးသော ပစ္စည်းဖြစ်သည်။ Hydraulic Pump သည် Pressure ကို ဖန်တည်းမပေးပေ။

Hydraulic Pump ကိုအတွင်းမှတည်ဆောက်ပုံကိုလိုက်၍ Vane Pump. Gear Pump. Piston Pump စသည်ဖြင့် အမျိုးမျိုးခွဲခြားနိုင်သော်လည်း အသုံးပြုပုံကိုလိုက်၍ Constant နှင့် Variable Displacement Pump နှစ်မျိုးသာခွဲခြားနိုင်သည်။

Constance Pump မှာရင်းပေးပို့နိုင်သော ဆီပမာဏမှာ လည်နှုန်းတစ်ခုအတွက် ကိန်းသေဖြစ်၍ ပြင်ပမှ အကျိုးသက်ရောက်မှုတခုဖြင့် တန်ဖိုးပြောင်းမပေးနိုင်ပေ။

Variable displacement Pump မှာမူပြင်ပမှအကျိုးသက်ရောက်မှုတခုခု ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် ၎င်း၏ဆီပို့နှုန်းကို ပုံသေလည်နှုန်းတစ်ခုတွင်ပြောင်းပေးနိုင်သော Pump အမျိုးအစားဖြစ်သည်။

Characteristic of Hydraulic Pump

မည်သည့် Hydraulic Pump ဖြစ်စေ၎င်း၏ Name Plate ကိုကြည့်ပါကများသော အားဖြင့် အောက်ပါတို့ကိုဖော်ပြကြသည် -

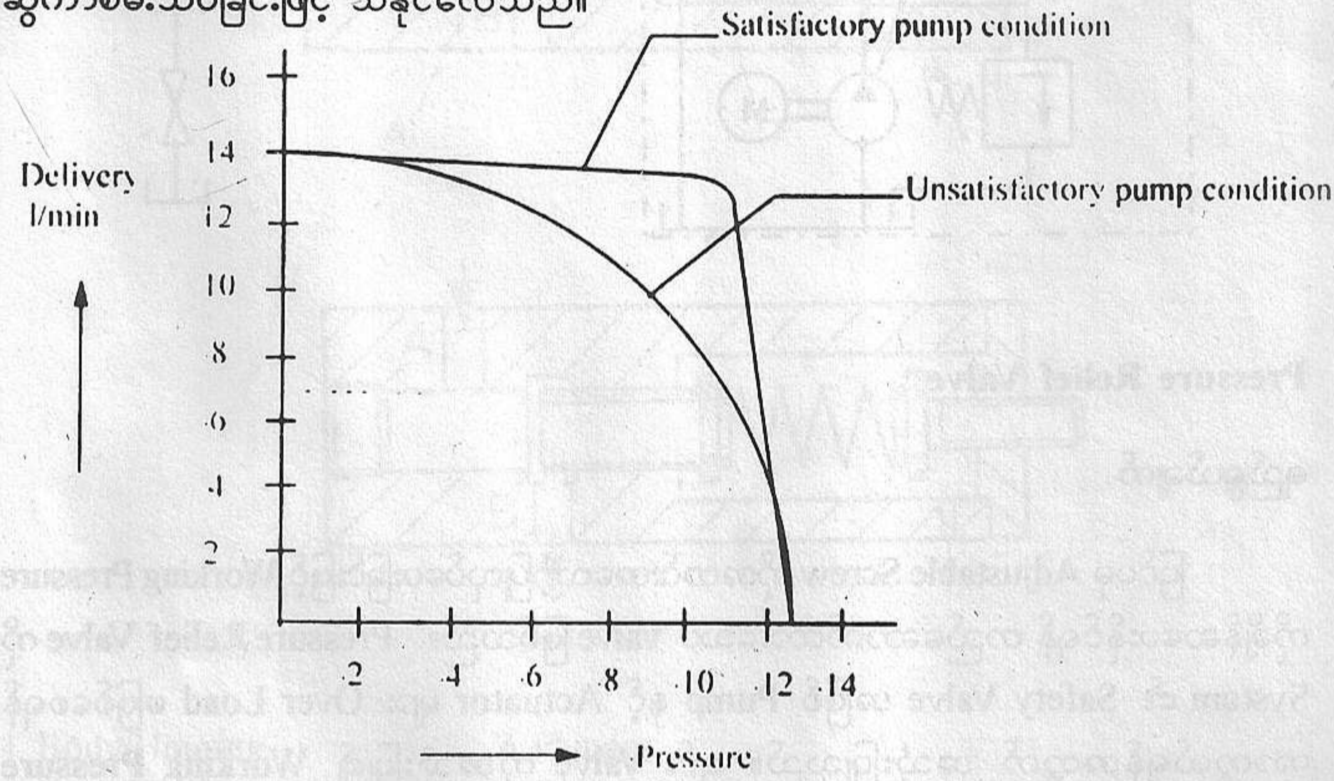
၁။ Delivery (L/min Gal/min. cm^3/min. m^3/sec)

၂။ R.P.M

၃။ Pmax

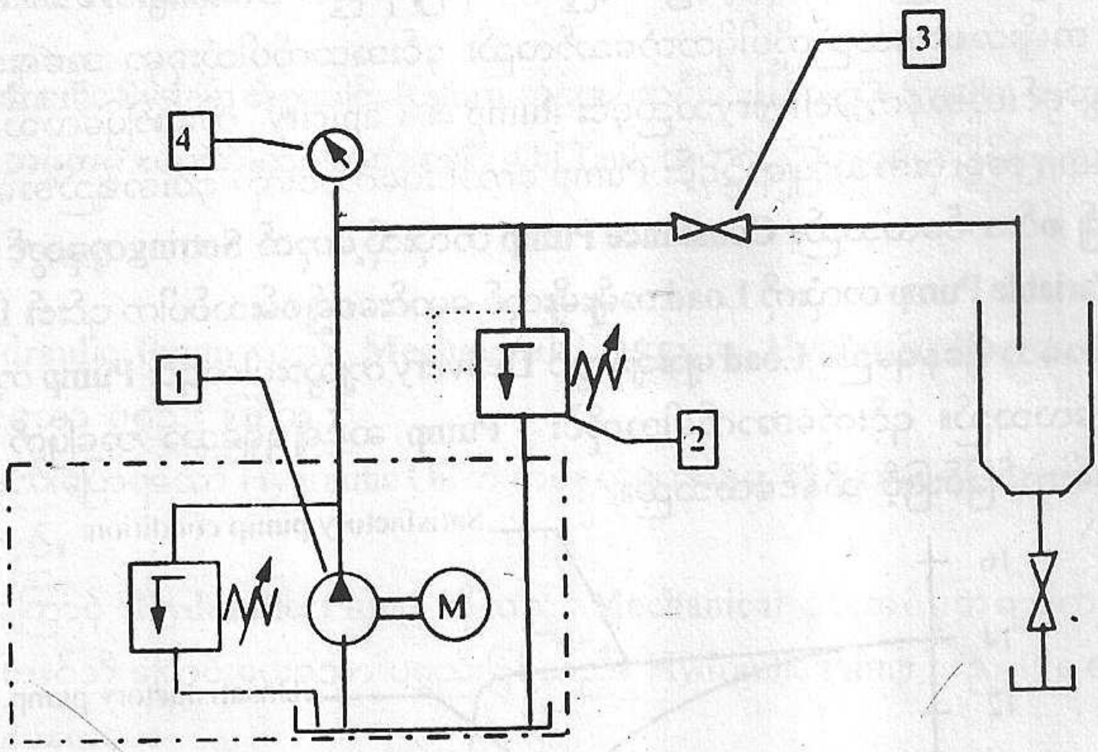
အခြားအကြောင်းအရာများဖြစ်သည့် အသုံးပြုရမည့် Oil အမျိုးအစား Viscosity Sealing အမျိုးအစားစသည်တို့ပါရှိတတ်သော်လည်း ၎င်းအထက်ပါသုံးခုမှာ အရေးအကြီးဆုံး ဖြစ်သည်။ ၎င်းတို့အနက်Deliveryသည်၎င်း Pump ၏ Capicity ကိုဖော်ပြလေသည်။

Pump တစ်လုံးအသုံးပြုရာ၌၎င်း Pump ကောင်းမကောင်းကို ၎င်းအရည်အသွေးပေါ် **မူတည်၍ စမ်းသပ်လေသည်။ Constance Pump တလုံးသို့မဟုတ် Settingတခုတွင် ချိန်ထားသော Variable Pump တလုံးကို Load အမျိုးမျိုးတွင် မောင်းစေ၍စမ်းသပ်ပါက ၎င်း၏ Delivery အတိုင်းအသေ ရှိနေရမည်။ Load များချိန်တွင် Delivery ကျသွားပါက၎င်း Pump ကျနေပြီဟု ပြောနိုင်လေသည်။ ၎င်းကိုအောက်ပါအတိုင်း Pump ဆင်၍ရရှိသော အဖြေကို Graph ဆွဲကာစမ်းသပ်ခြင်းဖြင့် သိနိုင်လေသည်။**



1	**=**	**Pump**	**2**	**=**	**Pressure Relief Valve**
3	**=**	**Shut off Valve**	**4**	**=**	**Pressure Guage**

ဖော်ပြပါ Circuit တွင်စမ်းသပ်မည့် Pump အထွက်တွင် Pressure Relief Valve တလုံးခံ၍ တပ်ဆင်ထားသည်၊၎င်း Pressure Relief Valve ဖြင့် Pump ၏အများဆုံးခံနိုင်သည့် Pressure ထက်မကျော်စေရန်ချိန်ထားပြီး Shut off Value ဖြင့် Pressure အမျိုးမျိုးချိန်ကာ Shut off Valve အထွက်တွင် Delivery တိုင်းကြည့်ခြင်းဖြင့်၎င်း Pump ၏အရည်အသွေးကို စမ်းသပ်နိုင်လေသည်။



Pressure Relief Valve

ရည်ရွယ်ချက်

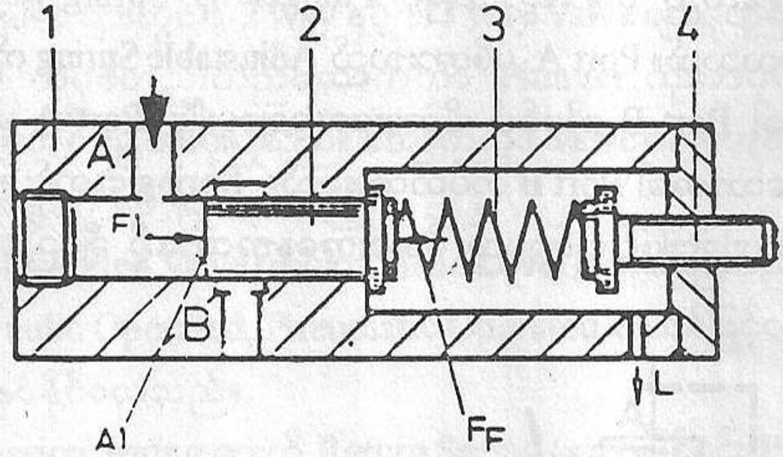
ပြင်ပမှ Adjustable Screw ကိုအတင်းအလျှော့ပြုလုပ်ပေးခြင်းဖြင့် Working Pressure ကိုချိန်ဆပေးနိုင်ရန် တည်ဆောက်ထားသော Valve ဖြစ်သည်။ Pressure Relief Valve ကို System ၏ Safety Valve အဖြစ် Pump နှင့် Actuator များ Over Load မဖြစ်စေရန် ကာကွယ်ရန်အတွက် အသုံးပြုသည်။ ၎င်း Valve ကိုအသုံးပြု၍ Working Pressure ကိုထိန်းပေးခြင်းဖြင့် စက်ပစ္စည်းများ၏ တွန်းအားဆွဲအားစသည်တို့ကိုလည်း ချိန်ညှိပေးနိုင်သည်။

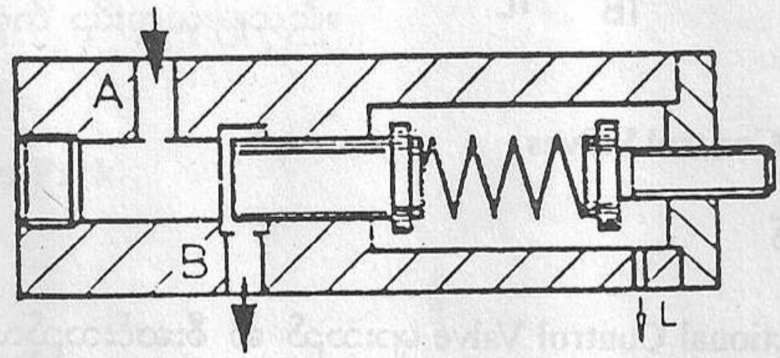
တည်ဆောက်ထားပုံ

Pressure Relief Valve ကို Plunger Valve အဖြစ်၎င်း၊ Ball Valve အဖြစ်၎င်း တည်ဆောက် ကြသည်။နောက်ပိုင်းတွင် Pressure Reliey Valve ကို Plunger Valve အဖြစ်သာ တည်ဆောက် ကြသည်။ Production Process အရ အဆင်ပြေစေရန် အားလုံးသော Valve များကို Housing ပုံစံတမျိုးတည်း ပြုလုပ်၍ အဲတွင်းမှ Plunger Design ပြောင်းပေးခြင်းဖြင့်

အမျိုးအစားပြောင်းလဲ အသုံးပြုကြသည်။

Pressure Relief Valve တွင် အဓိကအားဖြင့် အောက်ပါ ပစ္စည်းများ ပါဝင်တပ်ဆင် တည်ဆောက် ထားသည်။





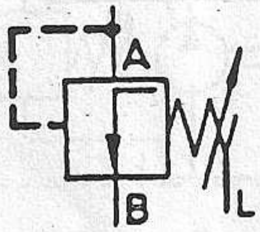
1. Body/Housing
2. Plunger
3. Compression spring
4. Setting screw

အလုပ်လုပ်ပုံ

Normal Position တွင် Plunger သည် Adjustable Spring ၏တွန်းအားကြောင့် Port B ကိုပိတ်လျက်ရှိသည်။ Port A မှဝင်လာသော ဆီဖိအားသည် Plunger ဖြင့် Spring ကိုဆန့်ကျင်၍ တွန်းစေမည့်အား ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ Port A မှဆီ၏ဖိအားများလျှင် များသလို Spring ကိုဆန့်ကျင်တွန်းရမည့်အားပိုများပြီး ဖိအားနည်းလျှင် တွန်းအားနည်းမည်။ ထို Spring

ကိုဆန့်ကျင်၍ တွန်းသည့် အားသည် Spring ၏တွန်းအားထက် ပိုများလာသောအခါ Plunger ကို Spring တွန်းအားနှင့် ဆန့်ကျင်၍ရွေ့လျားစေမည်။ ထိုအခါ Port B ပွင့်သွားပြီး A မှဖိအားများဆီတို့သည် B မှတဆင့် Exhaust သို့ဆင်းသွားကာ ဖိအားကျဆင်းလေသည်။ ထိုအခါ Spring တွန်းအားသည် ပိုများသွားသဖြင့် Plunger ကို Spring မှတွန်းကာ Port B ကို ပြန်ပိတ်စေပြန်လေသည်။ Port A မှဖိအားသည် Adjustable Spring ကိုချိန်ညှိထားသည့်အား ထက်ပိုသောအခါ Port B ကိုဖွင့်၍ ဖိအားလျော့ချပေးပြီး Port A မှဖိအားသည် Spring အားထက်နည်းသောအခါ Port B ကိုပိတ်ထားမည်။ Spring ၏တင်းအားကို ပြင်ပမှအတင်းအလျော့ပြုလုပ်ပေးခြင်းဖြင့် ပွင့်ရမည့် ဖိအားအနေအထားကို ချိန်ညှိပေးနိုင်လေသည်။

Symbol



Directional Control Valves

ရည်ရွယ်ချက်

Directional Control Valve များသည် ဆီ စီးဆင်းသည့်လားရာကို လိုအပ်သလို ထိမ်းချုပ်ပေးခြင်းဖြင့် Hydraulic Cylinder များ Hydraulic Motor များကို မောင်းနှင်ရန်ဖြစ်သည်။

တည်ဆောက်ပုံနှင့်အလုပ်လုပ်ပုံ

Direction Control Valve များကို Plunger Valve နှင့် Poppet Valve ဟူ၍ နှစ်မျိုးခွဲ တည်ဆောက်ကြသည်။ Switching Space အလွန်တိုရန် လိုအပ်သောလုပ်ငန်းများအတွက် Poppet Valve များကိုအထူးတည်ဆောက်၍ အသုံးပြုသည်မှလွဲ၍ Plunger Valve များကို Generally အားဖြင့်တည်ဆောက်ကြသည်။

Plunger Valve များကို အောက်ပါပစ္စည်းများဖြင့်တည်ဆောက်ထားသည်။

1. Housing/Body 2. **Spool**
3. Hand Lever သို့မဟုတ် **Operation Element** 4. **Compression Spring**

Spool Valve များတွင် **5/2 way** နှင့် **5/3 way Valve** များမှလွဲ၍ယေဘုယျအားဖြင့် Housing များကို တပုံစံတည်းတည်ဆောက်ကာ **Plunger** ကိုသာပုံစံအမျိုးမျိုးပြုလုပ်၍ ပြောင်းလဲကာ အမျိုးအစားခွဲ အသုံးပြုသည်။ အောက်တွင် **Valve** အမျိုးအစားနှင့်တကွ **Plunger** Design ပုံစံအမျိုးမျိုးကို ဖော်ပြ ထားသည်။

Manual Operated Valve ဖြစ်ပါက **Hand Level** ကိုအသုံးပြုသည်။ အခြား **Solenoid Operated, Hadraulic Operated, Pneumatic Operated** စသည်ဖြင့်လည်း **Valve** များကို အမျိုးမျိုး မောင်းနှင်နိုင်လေသည်။

Compression Spring များကို **Return Spring** များအဖြစ်ရင်း **Position** သုံးခုရှိသော **Valve** များအတွင်းအလယ် **Position** ဖြစ်သည့် **Normal Position** သို့အလိုအလျောက် ပြန်ရောက်ရန်အတွက် ၎င်းအသုံးပြုသည်။

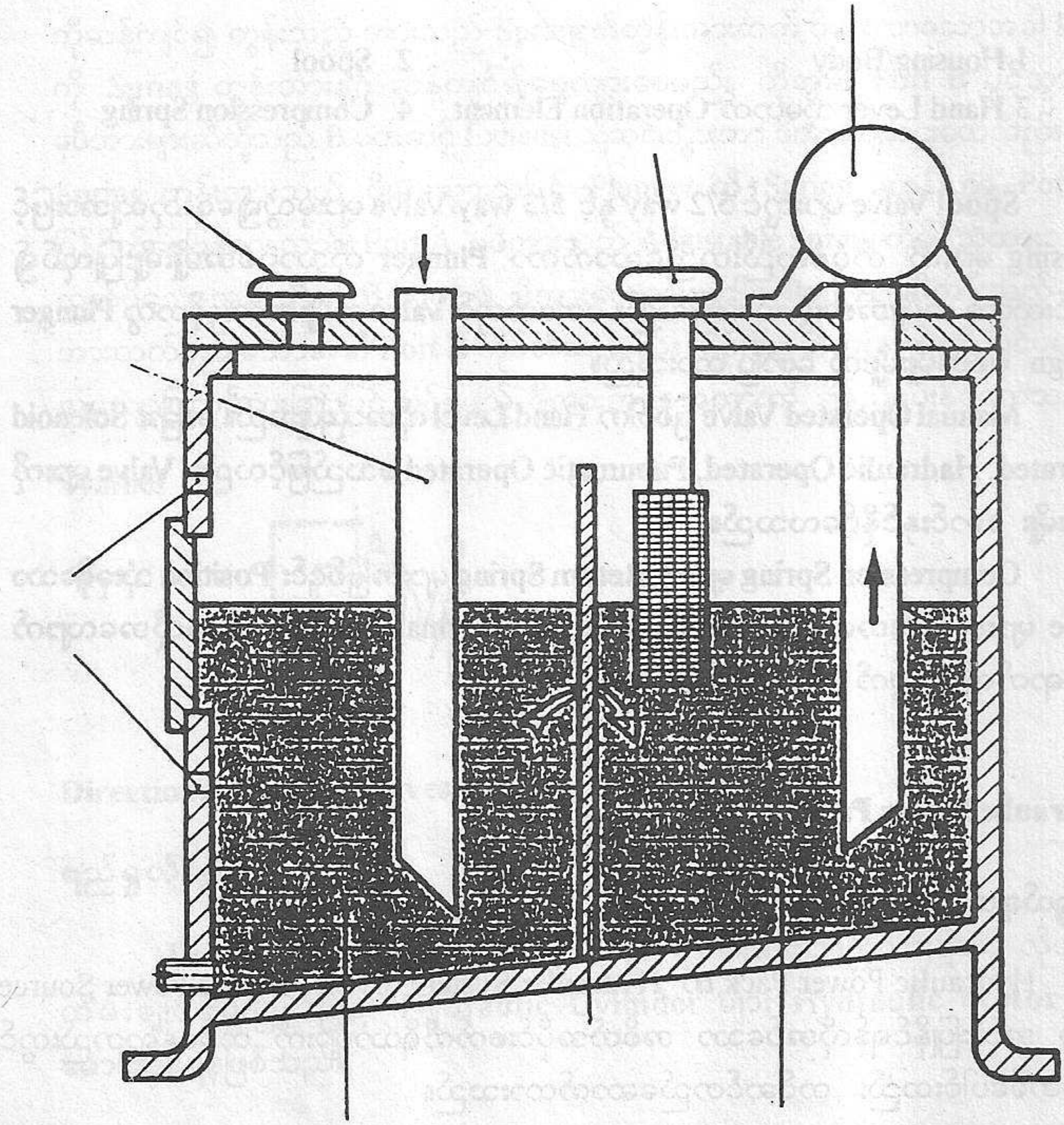
Hydraulic Power Pack

ရည်ရွယ်ချက်

Hydraulic Power Pack ကို Hydraulic System တွင်Hydraulic Power Source အဖြစ် အသုံးပြုနိုင်ရန်လိုအပ်သော အစိတ်အပိုင်းစက်ကိရိယာများကို တစ်နေရာတည်းတွင် တစ်စုတစ်ပေါင်းတည်း တပ်ဆင်တည်ဆောက်ထားသည်။

တည်ဆောက်ထားပုံ

Hydraulic Power Pack ကို အနည်းဆုံး အောက်ပါပစ္စည်းများဖြင့် **တပ်ဆင်** တည်ဆောက် ထားသည်-



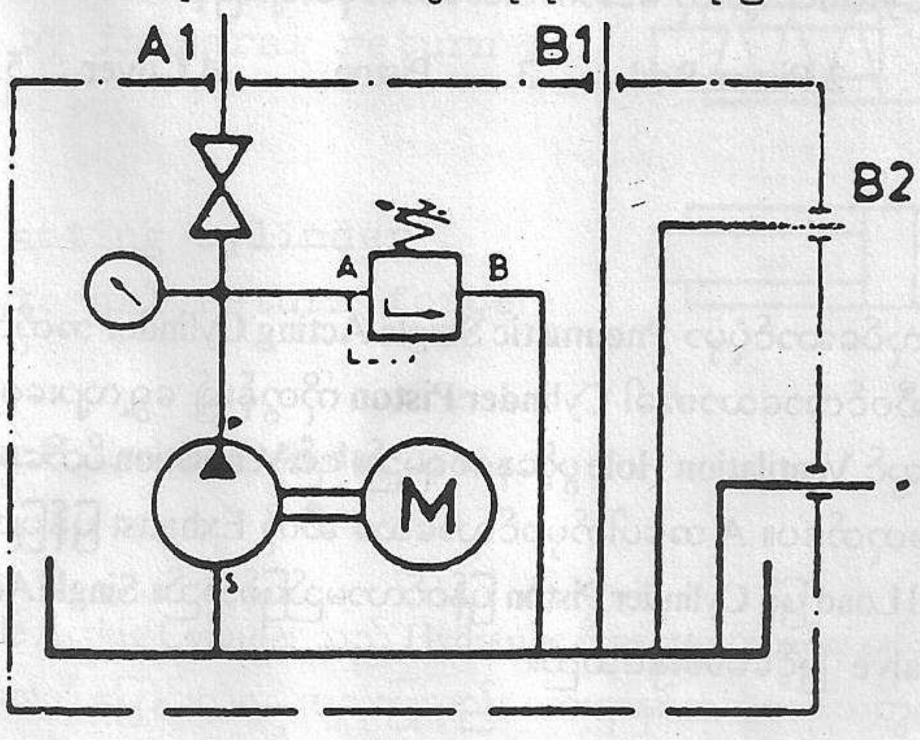
1. Oil Reservoir
2. Hydraulic Pump and Drive & Motor
3. Pressure Relief Valve
4. Pressure Gauge
5. Shut off Valve

Hydraulic Power Pack ၏ Reservoir ကို ပုံတွင် ပြထားသည့်အတိုင်း တည်ဆောက်ထား သည်။ ၄င်း Reservoir ပေါ်တွင်မှ ကျန်သောအစိတ်အပိုင်းများကို

တပ်ဆင်ထားသည်။ Control Block များတပ်ဆင်မည်ဆိုပါကလည်း ၎င်း Reservoir နှင့် ပင်တွဲလျှက်တပ်ဆင်သည်။ Hydraulic Power Pack အတွင်းထည့်မည့် Hydraulic Oil ကို ဆီစစ်နှင့် စစ်ပြီးမှသာ Reservoir အတွင်းသို့ဖြည့်သွင်းသည်။ အဝင် Port နှင့် အထွက် Port ကို နီးကပ်စွာမထားဘဲ တစ်ဖက်နှင့် တစ်ဖက် ဖြတ်စီးနိုင်သောWire ဖြင့် ကန့်ထားသည့် **အကန့်တဘက်ဆီတွင် ထားခြင်းဖြင့်အပြန်လိုင်းမှ အရှိန်နှင့် လာသောဆီကြောင့် ဖြစ်သည့် ဆီဘောင်ဘင်ခတ်ခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသည့် လေဘူဘောင်းများ Suction Line အတွင်းသို့ ဝင်လိုက် မသွားစေရန် ကာကွယ်ထားသည့် Main Hole တွင် ဆီ၏ Maximum နှင့် Minimum Lavel ကို ဖော်ပြထားသည်။ စက်မောင်းနှင်နေစဉ်အတွင်း Min Level ထက် ပိုနိမ့်သွားသည့် အနေအထားသို့ မရောက်စေရန် ဂရုပြုရမည်။**

Hydraulic Power Pack ၏ တည်ဆောက်ပုံကိုအောက်တွင် **Circuit Dirgram**ဖြင့် ဖော်ပြ ထားသည်။ **Pump** သည် **Mechanical Energy** ကို **Hydraulic Energy** သို့ပြောင်းပေးခြင်းဖြင့် ဆီ၏ စီးဆင်းမှု ကိုဖန်တီးပေးပြီး **Pump** အထွက်တွင် **Pressure Relief Valve** ခံထားခြင်းဖြင့် **Pump** မှ ပေးပို့သော ဆီ၏ဖိအားကို **System** ၏ **Maximum Pressure** ထက်မကျော်လွန်စေရန် စီစဉ်ထားသည်။

Shut Off Valve မှာ **System** အတွင်းသို့ ပို့သောဆီကို ဖြတ်တောက်ရန်ဖြစ်သည်။



Single Acting Cylinder

ရည်ရွယ်ချက်

Hydraulic အရည်စီးဆင်းမှု စွမ်းအင်မှ မျဉ်းဖြောင့်အတိုင်း ရွေ့လျားမှုနှင့်အားသို့ ပြောင်းလဲပေးရန် အသုံးပြုသည်။

အသုံးပြုပုံ

Single Acting Cylinder များကို Hydraulic System များတွင် Working Element အနေနှင့်အရာဝတ္ထုများကို မရန်၊ တွန်းရန်လိုစသည့် LinearMotion ရရှိရန်အတွက် အသုံးပြုသည်။

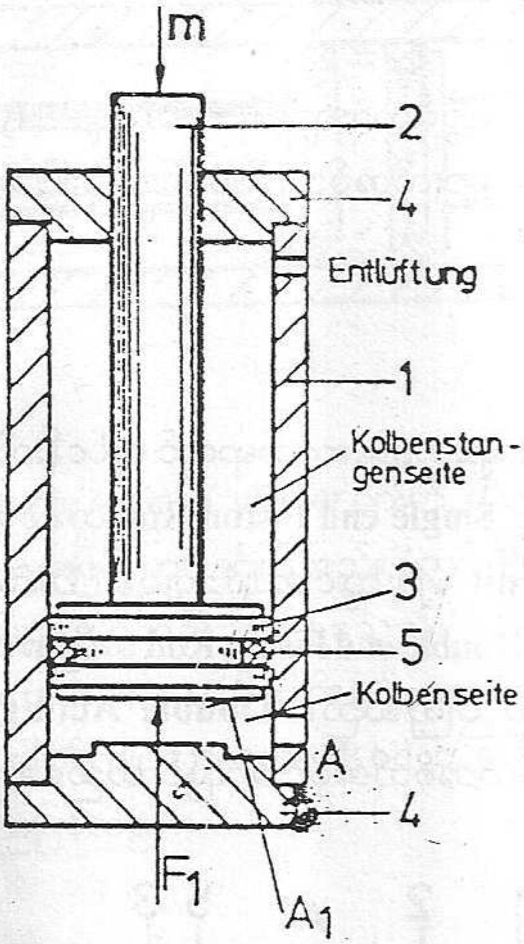
တည်ဆောက်ပုံ

Single Acting Cylinder ကို With Return Spring နှင့် Without Return Spring ဟုနှစ်မျိုးခွဲ နိုင်သည်။ Return Spring ပါသော Single Acting Cylinder များကို Position အမျိုးမျိုးအသုံး ပြုနိုင်သော်လည်း Return Spring မပါသော Cylinder များအထွက် Piston ပြန်ဝင်ရန်အပြင်မှ Gravity Force သို့မဟုတ် External Force လိုအပ်သည်။ များသောအားဖြင့် Single Acing Cylinder များကို အောက်ပါအစိတ်အပိုင်းများဖြင့် ဆောက်ထားသည်-

1.Cylinder 2.Piston Rod 3. Piston 4.Cover 5.Piston Rings

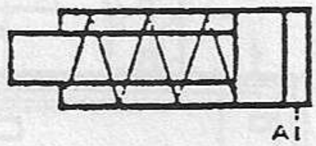
အလုပ်လုပ်ပုံ

လုပ်ငန်းလုပ်ဆောင်ပုံမှာ Pneumatic Single Acting Cylinder အတိုင်းပင်ဖြစ်သည်။ A အပေါက်မှ ဆီဝင်လာသောအခါ Cylinder Piston ကိုတွန်း၍ ရွေ့လျားစေသည်။ Piston Rod ဘက် ခြမ်းတွင် Ventilation Hole ပွင့်နေစေရမည်။ ၎င်းVentilation ပိတ်နေပါက Cylinder ထွက်လာ မည်မဟုတ်ပေ။ A အပေါက်မှဝင်လာသော ဆီကို Exhaust ပြန်ပြုလုပ် လိုက်ပါက ပြင်ပမှ External Load ဖြင့် Cylinder Piston ပြန်ဝင်လာမည်ဖြစ်သည်။ Single Acting Cylinder ကို 3/2 way Valve ဖြင့်မောင်းနှင်သည်။

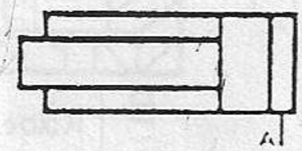


Symbol

Return by integral return spring



Single acting cylinder with external return force



Double Acting Hydraulic Cylinder

ရည်ရွယ်ချက်

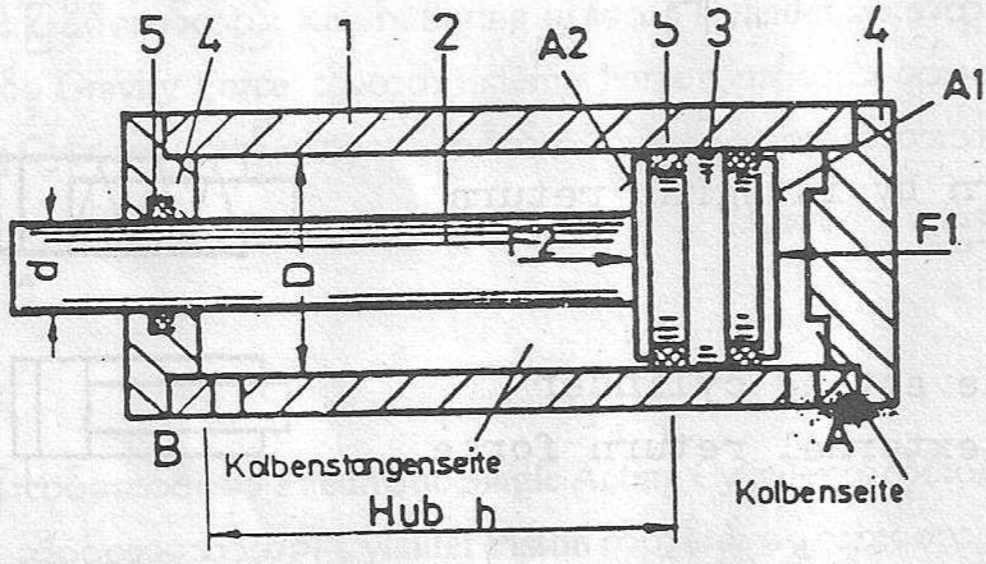
Double Acting Cylinder သည် Hydraulic စီးဆင်းမှုစွမ်းအင်မှ မျဉ်းဖြောင့်အတိုင်း ရွေ့လျား မှုနှင့်အားသို့ ပြောင်းလဲရန် အသုံးပြုသည်။ လားရာနှစ်ဘက်စလုံးအတွက် Hydraulic စွမ်းအင်ကို အသုံးပြုသည်။

အသုံးပြုပုံ

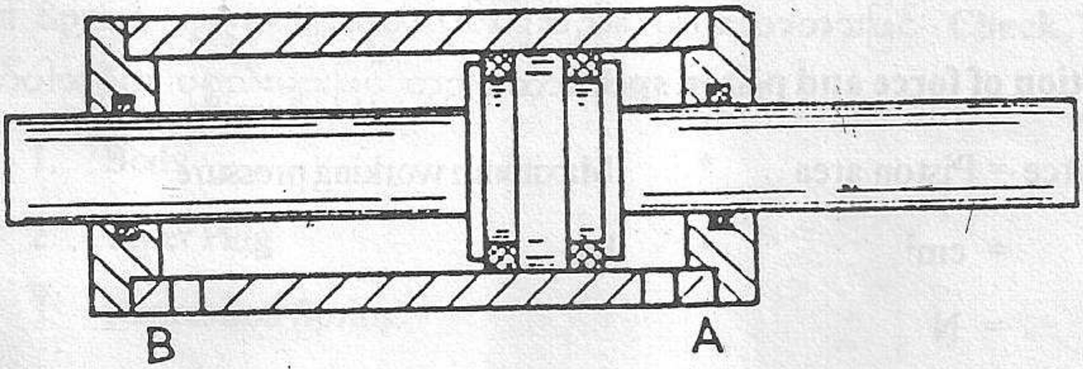
Hydraulic System များတွင်လားရာနှစ်ဘက်စလုံး Hydraulic စွမ်းအင်ကို အသုံးပြုသည့် Force နှင့် Motion များလိုအပ်သည့်အခါ အသုံးပြုသည်။

တည်ဆောက်ပုံ

Double Acting Cylinder များတည်ဆောက်ရာတွင် လုပ်ငန်းလိုအပ်ချက်ပေါ်မူတည်၍ **Double End Piston Rod** ပုံစံနှင့် **Single end Piston Rod** ဟုနှစ်မျိုး ပြုလုပ်လေ့ရှိသည်။ ထို့အပြင် **Differential Circuit** များတွင်အသုံးပြုရန် **Differential Cylinder** များလည်းတည်ဆောက်ကြသည်။ **Double end Piston Rod** အမျိုးအစား **Cylinder** များသည် အဝင်နှင့်အထွက်မြန်နှုန်းများတူညီကြသည်။ **Double Acting Cylinder** များကို ယေဘုယျအားဖြင့် အောက်ပါအဓိကအစိတ်အပိုင်းများဖြင့် တည်ဆောက်ထားသည် -



1. Cylinder 2. Piston Rod 3.Piston 4.Cover 5.Piston Rings

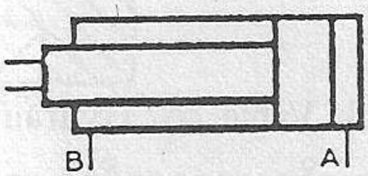


အလုပ်လုပ်ပုံ

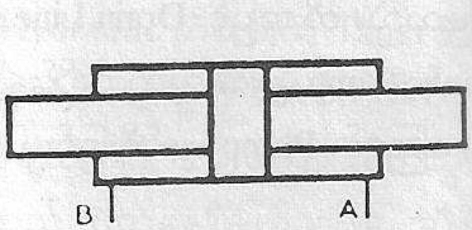
Hydraulic Double Acting Cylinder များကို 3/2 way valve, 4/2 way valve5/2way valve, 5/3 way valve များဖြင့်မောင်းနှင်ကြသည်။ ပုံတွင် Port A မှ Hydraulic ဆီရရှိသောအခါ Port B တွင် Exhaust နှင့်ဆက်သွယ်စေသည်။ ထိုအခါဆီတွန်းအားကြောင့် Piston ထွက်လာမည်။ Port B ကို ဆီပို့လိုင်းနှင့် ဆက်သွယ်၍ Port A ကို Exhaust လိုင်းနှင့်ဆက်သွယ်လိုက်လျှင် Piston Rod ဘက်ခြမ်းမှပြန်၍ဆီတွန်း၍ Cylinder သည်ပြန်၍ဝင်လာမည်ဖြစ်သည်။

Symbol

Double acting cylinder with single ended piston rod



Double acting cylinder with double ended piston rod



Calculation of force and piston speed

Force = Piston area * Maximum working pressure

= cm^2 * bar

= N

1 bar = 10 N/cm^2

Piston speed = Delivery/piston area

= cm^3 / sec / cm^2

= cm/sec

Check Valve

ရည်ရွယ်ချက်

Check Valve ကို non-returnValveဟုလည်းခေါ်သည်။ ၎င်းသည် လားရာတစ်ဘက်တည်းသို့ သာဆီကို စီးဆင်းစေ၍ ဆန့်ကျင်ဘက်လားရာသို့ ဆီစီးဆင်းမှုကို တားဆီးစေရန် ရည်ရွယ်၍တည် ဆောက်ထားသည်။

အသုံးပြုပုံ

Check Valve ကို Hydraulic System အတွင်း၌လားရာတဘက်တည်းသို့သာ ဆီစီးဆင်းစေ လိုသောနေရာမျိုး၌ အသုံးပြုသည်။ ထို့အပြင် Rubber Hose များ၏ Quick Coupling များ၌ ဆီပိုက်အတွင်းမှ ဆီများပိုက်ဖြုတ်စဉ်တွင် အပြင်သို့ မထွက်စေရန် အသုံးပြုသည်။ တို့အပြင် Drain Line အတွင်း၌ဆီအမြဲတမ်းရှိနေစေရန် လည်း အသုံးပြုသည်။ Hydraulic Pump များ၏ အထွက်လိုင်းနှင့် Back Pressure (Rebound Return of the Hydraulic Fluid) ကြောင့် Pump ပျက်စီးခြင်းမှ ကာကွယ် ရန်လည်း တပ်ဆင်အသုံးပြုကြသည်။

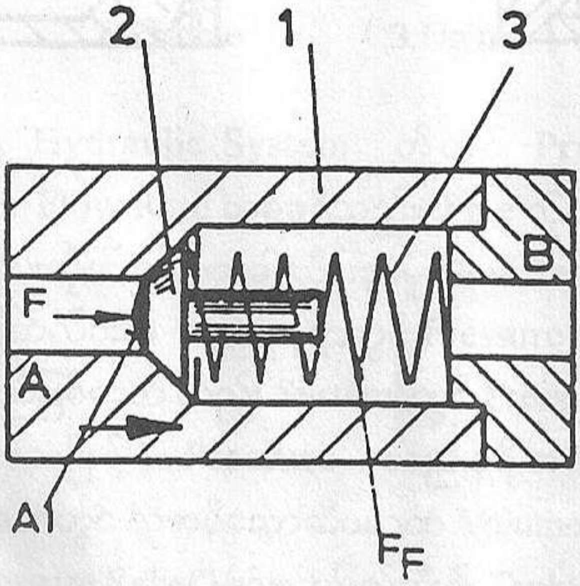
တည်ဆောက်ပုံ

Check Valve ကို Check Valve with Return Spring နှင့် Check Valve Without

Return Spring ဟူ၍နှစ်မျိုးထုတ်လုပ်ကြသည်။ များသောအားဖြင့် **Check Valve** ကို အောက်ပါအဓိက ပစ္စည်းများဖြင့် တည်ဆောက်ထားသည်။

1. **Body**
2. **Taper Plug**
3. **Copression Spring**

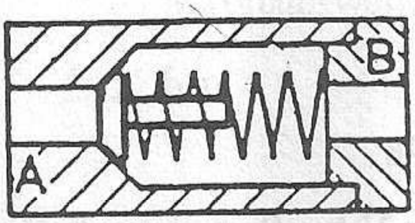
Body အတွင်းမှ **Taper Valve Seat** ပေါ်တွင် **Taper Plug** ကို **Spring** အားဖြင့် တွန်းပိတ်ထား သည်။ **spring** မပါသောအမျိုးအစားတွင် **Taper Plug** သည် **GuideLine** အတွင်း ရွေ့လျားနိုင်၍ ဆီဖိအားဖြင့်သာ ၎င်း၏အထိုင်ပေါ်တွင် ထိုင်၍ပိတ်သည်။ ဆီစီးဆင်းနိုင်မည်လားရာကို **Housing** ပေါ် တွင် သင်္ကေတဖြင့် ဖေါ်ပြထားသည်။

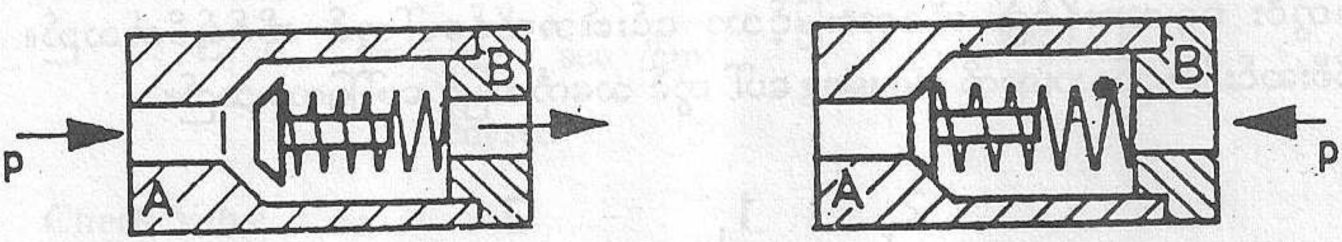


အလုပ်လုပ်ပုံ

ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်းလားရာ **A to B** သို့ **Hydraulic** ဆီစီးပါက **Taper Plug** ကို ဆီအားဖြင့် တွန်းဖွင့်၍ ဆီစီးဆင်းသွားမည်။ **A** မှ **B** သို့ ဆီစီးဆင်းမှုကို ရပ်လိုက်ပါက **Spring** အားကြောင့် **Taper Plug** သည်၎င်း၏ အထိုင်ပေါ် သို့ဖိချလိုက်ပြီး လမ်းကြောင်းပိတ်သွားမည်။ **B to A** သို့စီးဆင်းစေ သောအခါ လမ်းကြောင်းသည် ပိတ်နေပြီဖြစ်သဖြင့် ဆီစီးဆင်း နိုင်ခြင်းမရှိတော့ပေ။ **Spring** မပါသော **Non Return Valve** တွင်မူ **B to A** သို့ဆီစီးဆင်း သောအခါ ဆီတွန်းအားကြောင့် **Taper Plug** သည် ၎င်း၏ အထိုင်ပေါ်သို့ပိတ်သွားပြီး

စီးဆင်းမှုကို တားဆီးမည်ဖြစ်သည်။ ဆီလမ်းကြောင်းပိတ်ရာတွင် Check Valve ၏အဓိက အားသာချက်မှာ Directional Control Valve များ Shut-Off Valve များထက်ပို၍ လုံခြင်းပင်ဖြစ်သည်။





Symbol

Flow Control Valves

Fixed Flow Control Valve

ရည်ရွယ်ချက်

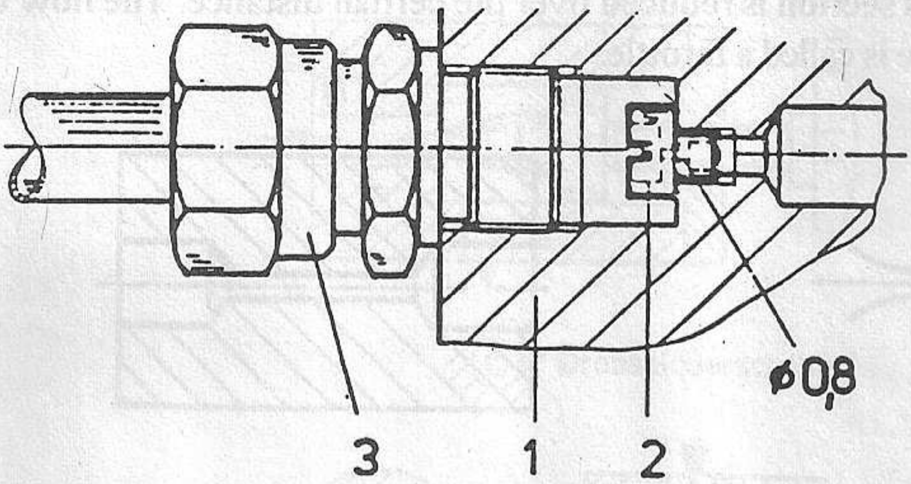
ဆီစီးဆင်းမှုကို ပြောင်းလဲမှု မရှိစေဘဲ တသမတ်ထိန်းချုပ်ပေးရန်ရည်ရွယ်၍ တည်ဆောက်ထား ပါသည်။

အသုံးပြုပုံ

Hydraulic System အတွင်းကွင် Working Element များဖြစ်သည့် Hydraulic Cylinder

များ၊ Motor များကို မြန်နှုန်းထိန်းချုပ်ရန် တပ်ဆင်အသုံးပြုပါသည်။

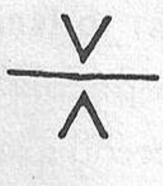
တည်ဆောက်ပုံ နှင့် အလုပ်လုပ်ပုံ

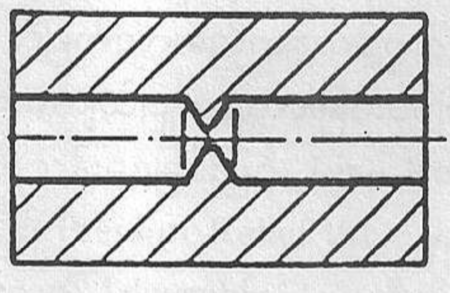


1.Body 2. Orifice 3.Union

အားလုံးသော Hydraulic System တို့တွင် Pressure Line တခုစီအတွက် ၎င်းနှင့်ပတ်သက်သော Flow Rate တစ်ခုရှိသည်။ Pipe လိုင်းတွင် ကန့်လန့်ဖြတ်ဧရိယာကို တနည်းနည်းဖြင့်ကျဉ်းပေးလိုက် သောအခါ လိုင်းခုခံမှု Flow Resistance တက်လာပြီး Pressure တက်လာမည်။ ၎င်း ပိုက်လိုင်းအ ကျဉ်းနေရာတွင် Pressure တက်လာခြင်းကြောင့် ဆီစီးနှုန်း နဂိုထက်ပိုများသွားရမည်ဖြစ်သော် လည်း System တွင် Pressure Relief Valve က Pressure ကို Limit လုပ်ထားသဖြင့် Pressure သည်နဂိုအတိုင်းရှိနေမည်။ ထို့ကြောင့် ပိုက်လိုင်းကျဉ်းသောနေရာတွင် လိုအပ်သောဆီပမာဏ Volume သာဖြတ်စီးခွင့်ပြုမည်ဖြစ်သည်။ ပိုသောဆီမာဏကို Pressure Relief Valve မှဖြတ်ဆီး၍ Tank အ တွင်းသို့ပြန်ရောက်သွားမည်။

Flow Reducer
Symbol

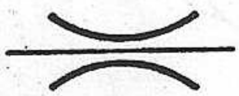


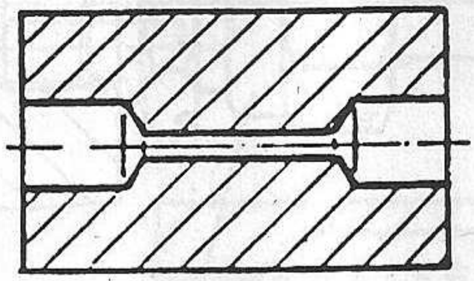


The cross section is reduced at a point by an orifice with sharp edges. The flow volume is effected. This type is called a flow reducer.

Symbol

The cross section is reduced over the certian distance. The flow volume is effected. This type is called a throttle.





Adjustable Throttle Valve

ရည်ရွယ်ချက်

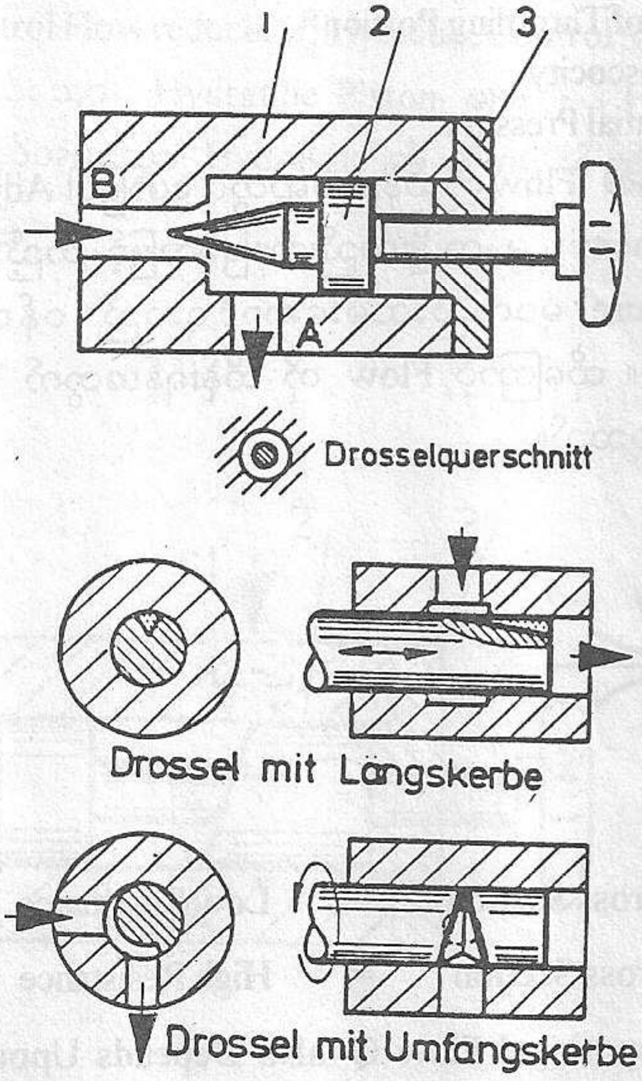
An adjustable throttle valve is used to achieve an adjustable control of the flow volume.

အသုံးပြုပုံ

Adjustable throttle valve ကို Hydraulic Control များနှင့်တိကျစွာ Speed ထိန်းစရာမလို သော Hydraulic piston များ Hydraulic Motor များမောင်းနှင်ရန်အတွက် လိုအပ်သော Hydraulic ဆီ Flow ကိုထိန်းရာ၌အသုံးပြုသည်။

Port A = Outlet or Inlet B = Inlet or Outlet

တည်ဆောက်ပုံနှင့် အလုပ်လုပ်ဆောင်ပုံ



1. Body 2. Throttle screw 3.Cover

Adjustale Control Throttle Valve ကိုအထက်ဖော်ပြပါ အတိုင်းပုံစံ အမျိုးမျိုးနှင့် တည် ဆောက်ကြသော်လည်း သဘောတရားမှာမူ ဆီဖြတ်သွားမည့်ကန့်လန့်ဖြတ်ဧရိယာကို Longitudinal or radial slot ပုံစံပြု၍ အကျဉ်းအကျယ်ပြုလုပ်ထားခြင်းပင်ဖြစ်သည်။ ထိုကန့်လန့်ဖြတ်ဧရိယာအကျဉ်း ထဲသို့ ဆီကိုဖြတ်သန်းစေခြင်းဖြင့် Line Resistance တက်လာစေပြီး ပိုလာသည့် Pressure ကို Syst em ၏ Pressure Relief Valve မှဆီ Drain ပြုလုပ်ပေးခြင်းဖြင့် Flow Control Valve မှချိန်ညှိထားသည့် Adjustable Flow ကိုရရှိစေသည်။

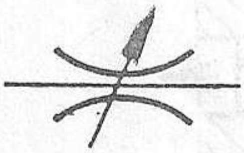
ပိုက်လိုင်းတစ်ခုတွင် ဖြတ်စီးသွားသော Propotional Flow သည် အောက်ပါအချက်များ

အပေါ်တွင် မူတည်နေသည်-

1. Size of Port Cross Section
2. Length of Throttling Portion
3. Fluid Viscocity
4. Differential Pressure

System တခု၏ Flow ကိုထိန်းချုပ်ရာတွင် ဖော်ပြပါ Adjustable Throttle Valve အတွက် Fluid Viscocity မှ တမျိုးတည်းသာဖြစ်သဖြင့် တည့်သွင်းစဉ်းစားစရာမလိုပေ။ Differential Pressure မှာလည်းထမ်းဆောင်ရသည့် ဝန်အမြဲတမ်းတူညီနေပါက ဥပက္ခာပြုနိုင်လေသည်။ ထို့ကြောင့် Flow ကို ထိန်းရန်အတွက် No 1 နှင့် No 2 ကိုသာ ပြောင်းလဲ ချိန်ညှိရလေသည်။

Symbol



Note-

1. Large Cross Section = Low Resistance = Large Flow
2. Small Cross Section = High Resistance = Small Flow
3. The Propotional Flow Q also Depends Upon the Cross Section of the Orifice and the Pressure Drop Over the Throttle.

$$P = P_1 - P_2$$

Adjustable Control Flow Reducer

ရည်ရွယ်ချက်

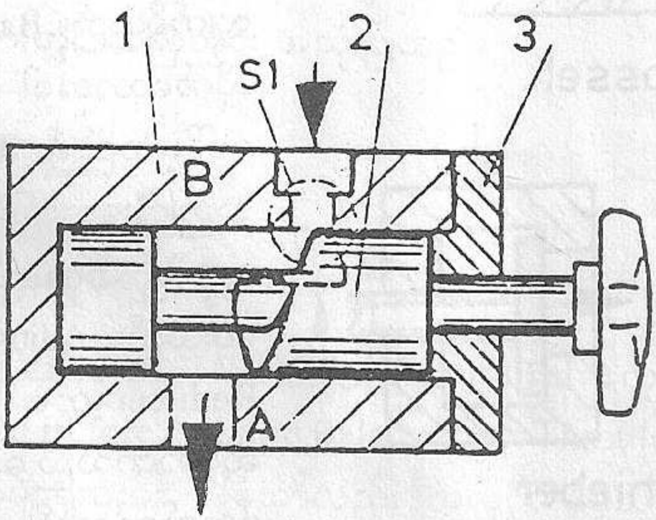
An adjustable flow reducer is used to reduce a delivery volume to a controlled valve

အသုံးပြုပုံ

Adjustable Control Flow reducer ကို HydraulicControl System များနှင့် တိကျစွာ Speed ထိန်းချုပ် စရာမလိုသော Hydraulic Piston များ ; Hdraulic Motor များ မောင်းနှင်ရန် အတွက်လိုအပ်သော Hydraulic ဆီ Flow ကို ထိန်းရာ၌အသုံးပြုသည်။

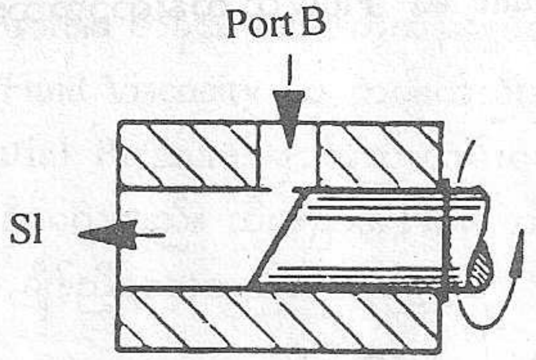
Port A = **Outlet**
B = **Inlet**

တည်ဆောက်ပုံ

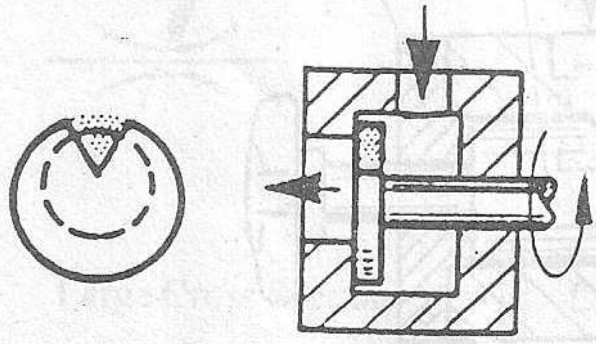


1. Body 2. Barrel Cam 3.Cover

Adjustable Flow Reducer ကို ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း အောက်ပါပစ္စည်းများဖြင့် တည်ဆောက်ထားသည်-



Spaltdrossel



Flachschieber

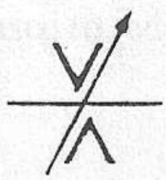
Hydraulic ဆီသည် Port B မှ ဝင်လာကာ Throttle Sl ကိုဖြတ်သွားမည်။ Throttle Operture သည် Port နှင့် Barrel Cam ၏ အနေအထားအရ တြိဂံပုံဖြစ်လျှက်ရှိသည်။ Valve ပိတ်နေချိန်တွင် Barrel သည် Port ကို ပိတ်လျှက်ရှိသည်။ Barrel Plunger ကိုလှည့်လိုက်သောအခါ လှည့်သည့်အနေထားပေါ်မူတည်၍ Throttle Operture သည်ကြီးသေး ဖြစ်ပေါ်လာကာ ဖြတ်စီးသွားမည့် ဆီအနည်း အများကို ထိန်းသွားပေးသည်။ Adjustable Control Flow Reducer တွင် ဆီဖြတ်စီးသွားမည့် ဆီပမာဏသည် အောက်ပါတို့ပေါ် တွင် မူတည်နေသည်။

a/ Oriffice Cross Section
b/ Pressure Drop P

Note

If the length of a throttle approaches zero, as in a flow reducer, the fluid viscocity hardly effects the volume. Flow reducer are however, realy unaffected by temperature.

Symbol



Flow Regulating Valve

ရည်ရွယ်ချက်

In Let နှင့် **Out Let Pressure** အမျိုးမျိုးပြောင်းလဲနေသော်လည်း **Propotional Out put Flow** ကို **Adjusable** ပြုလုပ်ထားသည့်ပမာဏအတိုင်း **Constant** ဖြစ်နေစေရန် ရည်ရွယ်၍တည်ဆောက် ထားသည်။

အသုံးပြုပုံ

ဝန်အမျိုးမျိုးထမ်းဆောင်ရသော်လည်း မြန်နှုန်းကိုချိန်ညှိထားသည့်အတိုင်း တသမတ်တည်းရှိနေစေလိုသည့် **Hydraulic Motor** များ **Cylinder** များကို ထိမ်းချုပ်ရန်အတွက် Hydraulic System များတွင် ထည့်သွင်း အသုံးပြုသည်။

Port A = **Inlet**

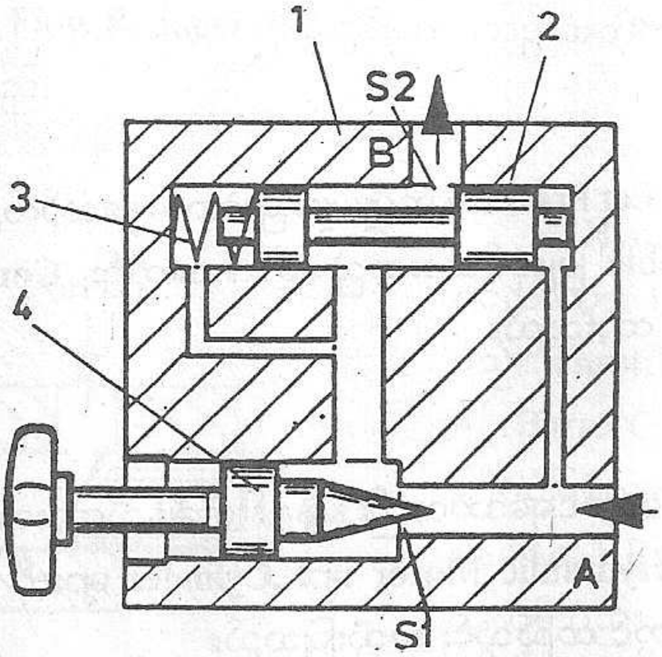
B = **Outlet**

တည်ဆောက်ပုံနှင့် အလုပ်လုပ်ပုံ

Flow Requlating Valve ကို 2 Way Flow Control Valve ဟုလည်းခေါ်ဝေါ်ကြသည်။ ၄င်းတွင် Throttle Valve Before Pressure Balance နှင့် Throttle Valve After Pressure Balance ဟူ၍ ပုံစံနှစ်မျိုးရှိသည်။ သို့သော်လည်း အလုပ်လုပ်ပုံသဘောတရားမှာ အတူတူပင်ဖြစ်သဖြင့် တစ်မျိုးတည်းကိုသာ မူတည် ရှင်းပြသွားမည်။

ပုံတွင် ပြထားသည့်အတိုင်း **Flow RequlatingValve** ကိုအဓိကအားဖြင့် အောက်ပါပစ္စည်းများဖြင့် အဓိကတည်ဆောက်ထားသည်-

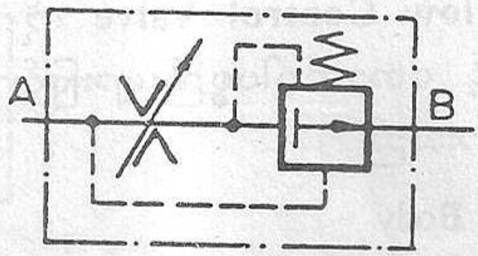
1. Body / Housing
2. Regulating Spool
3. Compression Spring
4. Throttle Screw



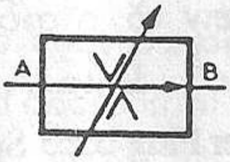
Flow Requlating Valve ၏ Housing အတွင်းတွင် Normal အနေအထား၌ compression Spring သည် Regulating Spool ကို တွန်းထားခြင်းဖြင် Throttle Operture S2 ကို လုံးဝပွင့်နေစေသည်။ Port A သို့ Pump မှ ဆီဝင်လာသောအခါ Trottle Screw သည် Throttle Operture S1ကိုချိန်ညှိထားသဖြင့်ဆီသည် Throttle Operture S1 ကို Throttling လုပ်ထားသည့် အနေအထားအတိုင်းတွင် ဝင်ရသည်။ ထိုအခါ A Port ဘက်တွင် ဆီဖိအားတက်လာပြီး Regulating Spool ကို Spring အားကို ဆန့်ကျင်၍တွန်းကာ Throttle Operture S2 ကိုလည်း Throttling ပြုလုပ်ပြန်လေသည်။ Throttling Screw ကို ဖွင့်ချလိုက်လျှင် S1 နေရာ၌ ခုခံမှုနည်းသွား သဖြင့် Port A ဘက်တွင် ဖိအားကျသွားကာ Spring က Regulating Spool ကို တွန်းသဖြင့် S2 သည် ပိုကျယ်လာမည်ဖြစ်သည်။ Throttling Screw ကို ရစ်သွင်း၍ S1 ကို ကျဉ်းစေလျှင် Port A ၌ ဖိအားပြန်တက်လာကာ Compressing ကို ဆန့်ကျင်၍ တွန်းပြန် သဖြင့် S1 ပေါက်သည်လည်း ပြန်ကျဉ်းသွားကာ ဆီကို ထိန်းပြန်ပေသည်။ ဝန်ထမ်းလိုက်၍ Flow regualating Value ၏ အထွက်ပေါက်တွင် ဖိအားတက်လာသောအခါ ဆီစီးနှုန်းကို ကျသွားစေရန် အကျိုးသက်ရောက်စေလေ သည်။ သို့သော်လည်း Pressure Balance ၏ အထွက်လိုင်း နှင်ဆက်နေသောမျက်နှာဘက်ခြမ်းတွင် ဖိအားပိုတက်လာသဖြင့် Pressure Balance ကို တဖက်သို့ပြန်တွန်းကာ Throttle Operture S_2 ကို ပိုဖွင့်ပေးသဖြင့် ဆီစီးနှုန်း ပြန်တက်စေပြီး ဆီစီးနှုန်းတသမတ်ဖြစ်စေရန် စီစဉ်ပေးလေသည်။

Symbol

Complete symbol



Simplified symbol



Note Only the simplified symbol is used in hydraulic plans .

One Way Flow Control Valve

ရည်ရွယ်ချက်

One Way Flow Control Valve သည် လားရာ တစ်ဖက်တည်းသို့ ဆီစီးဆင်းနှုန်းကို ထိန်းချုပ်ရန်ဖြစ်သည်။

အသုံးပြုပုံ

One Way Flow Control Valve ကို **Hydraulic System** အတွင်း၌ **Oil Flow** ကို လားရာတဘက်တည်းသို့ သာ ထိမ်းချုပ်စေ၍ ကျန်လားရာ၌လွတ်လပ်စွာသွားစေလိုသည့် လုပ်ငန်းများတွင် အသုံးပြုသည်။ ဥပမာအားဖြင့် **Double Acting** တလုံးကို ရှေ့ထွက်လားရာတွင် Speed အမျိုးမျိုးကို ထိန်းချုပ်လိုပြီး အပြန်းလားရာတွင် မူလ နှုန်းအတိုင်း သွားစေလိုလျှင် ၄င်း Valve ကို အသုံးပြုသည်။

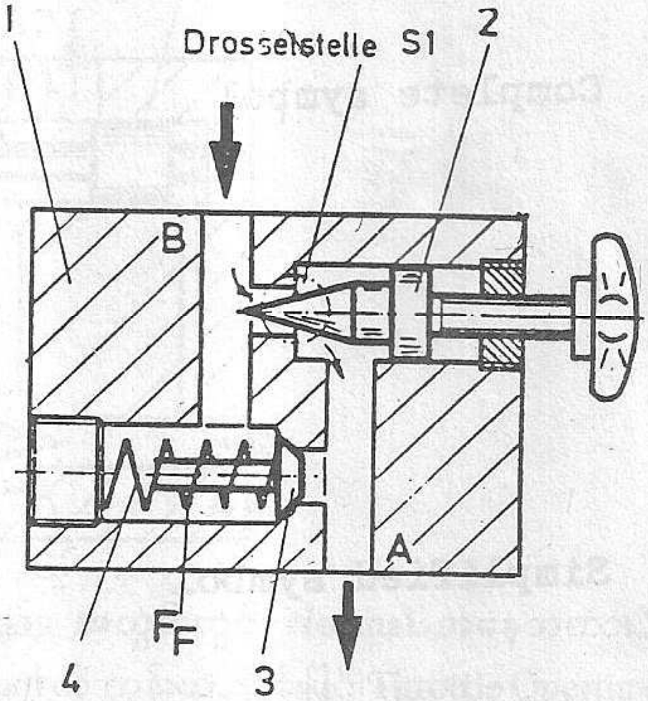
Port A to B free flow

B to A control Flow

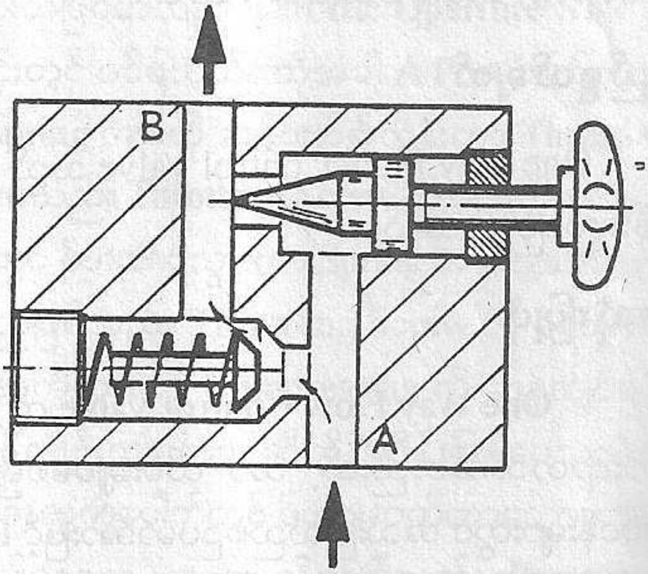
တည်ဆောက်ပုံနှင့် အလုပ်လုပ်ပုံ

One Way Flow Control Valve ကို အဓိကအားဖြင့် အောက်ပါပစ္စည်းများဖြင့် တည်ဆောက်ထားသည်-

1. **Body**
2. **Throttle Screw**
3. **Compression Spring**

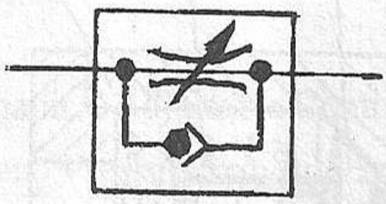


Turning Screw ကို လိုအပ်သလို ချိန်ညှိ၍ Oil Flow ကို B to A သို့ စီးဆင်းစေသောအခါ Taper Plug သည် Spring အားနှင့် တွန်းပိတ်ခြင်းခံထားရသည့် အပြင် Throttle Gap S1 ကို ဆီဖြတ်စီးခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော Line Resistance Pressure ဖြင့် တွန်းပိတ်ခြင်းကိုလည်း ခံရမည်။ ထိုအခါ Oil Flow သည် Throttle Gap S1 တခုတည်းမှသာ ချိန်ညှိထားသည့် အတိုင်းတွန်း၍ ထွက်ရသဖြင့် Oil Flow ကို ထိန်းချုပ်နိုင်လေသည်။



Oil Flow ကို A to B သို့ ဖြတ်စီးစေပါက ပထမဦးစွာ Trottle Screw ၏ချိန်ညှိထားမှုကြောင့် Line Resistance တက်လာသည်။ ၄င်း ဖိအားကြောင့် Check Valve ၏ Comperession Spring ကို ဆန့်ကျင်၍ Taper Plug ကို ဆီကတွန်းဖွင့်ကာ ထွက်သွား သည်။ ထိုကြောင့် Oil Flow ချိန်ညှိ၍မရဘဲ Freely စီးဆင်းသွားမည်။

Symbol



Pilot Control Check Valve

ရည်ရွယ်ချက်

Pilot Control Check Valve တွင် ပုံမှန်အနေအထားအနေနှင့် Oil Flow ကို One Direction သာ စီးခွင့်ပြု၍ Pilot Control မှ Signal ရရှိသောအခါ ဆန့်ကျင်ဘက် Direction ကိုပါစီးခွင့် ပြုစေရန် စီစဉ်ဆောင်ရွက်ထားသည်။

အသုံးပြုပုံ

Hydraulic Conrol System များတွင် Pilot Control Check Valve ကို One Direction သာ ဆီစီးဆင်းစေလို၍ ကျန်သော Direction ကိုလိုအပ်သောအခါမှသာ စီးဆင်းစေလိုသော လုပ်ငန်းများတွင် အသုံးပြုသည်။

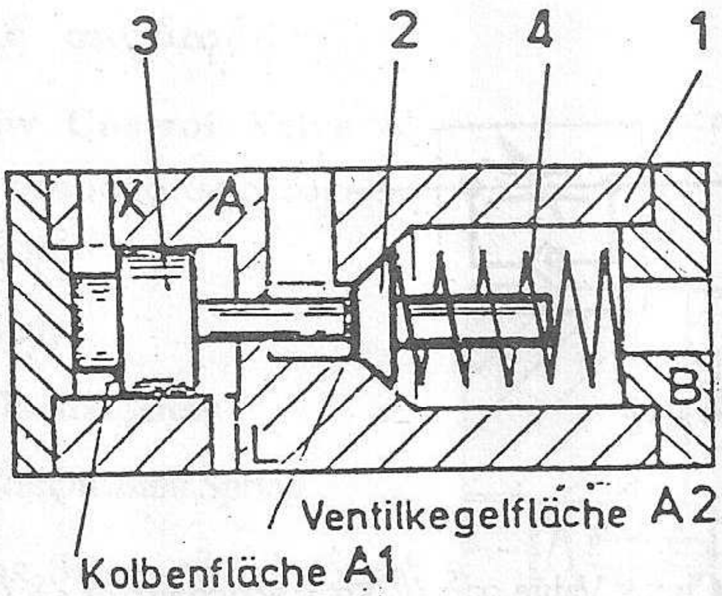
-Port A to B = free passage B to A = block passage x = controlport

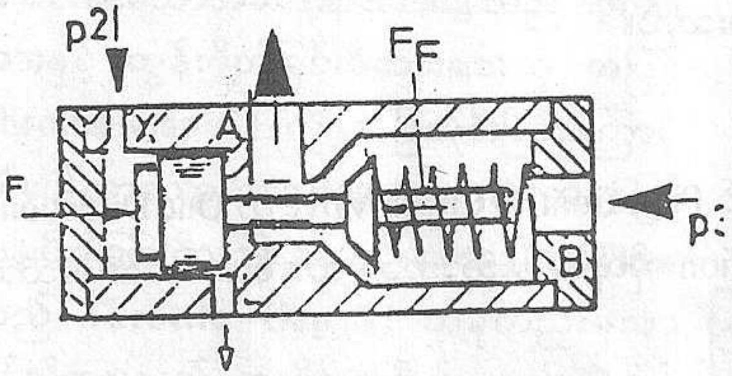
တည်ဆောက်ပုံနှင့် အလုပ်လုပ်ပုံ

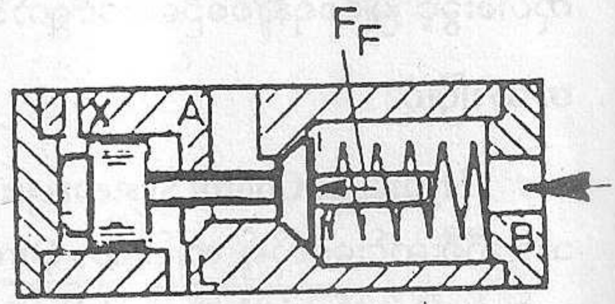
Pilot Control Check Valve ကို အောက်ပါပစ္စည်းများဖြင့် တည်ဆောက်ထားသည်-

1.Body 2.Taper Plug 3.Servo Piston 4.Compression Spring

Pilot Control Check Valve တွင်ပါဝင်သော Taper Plug ကို ၎င်း၏ အထိုင်တွင် အမြဲတမ်းရှိနေစေရန် Compression Spring က တွန်းထားသည်။ Taper Plug ၏ ကန့်လန့်ဖြတ်ဧရိယာ သည် Servo Pistion ၏ဧရိယာထက်နည်းစေရန် ပြုလုပ်စီစဉ်ထားသည်။







Normal အနေအထားတွင် A to B လမ်းကြောင်းအတိုင်း ဆီစီးဆင်းစေပါက Hydraulic Oil သည် Taper Plug ၏ Compression Spring ကို တွန်းဖွင့်၍ ဆီစီးဆင်းသွားစေနိုင်သည်။ B to A လမ်းကြောင်းအတိုင်း ဆီစီးဆင်းစေပါက Compression Spring က Taper Plug အား ၄င်း၏ အထိုင်တွင်တွန်းပိတ်ထားသည့်အပြင် ဆီတွန်းအား ကြောင့်ပါ တွန်းပိတ်သလိုဖြစ်နေသဖြင့် ဆီလမ်းကြောင်းပိတ်သွားမည်။

ထိုအနေအထားအခြေအနေတွင် B to A သို့ ဆီစီးဆင်းစေလိုလျှင် X Port မှ Servo piston ပေါ်သို့ဆီဖိအား သက်ရောက်စေရမည်။ ထိုသို့ ဆီဖိအားသက်ရောက်စေလျှင် Servo piston သို့ သက်ရောက်သည့် ဖိအားသည် Taper Plug ပေါ် သက်ရောက်သည့် ဖိအားနှင့် တူညီစေကာမူ Servo Piston ဧရိယာ ပိုကြီးသဖြင့် Piston ဘက်မှ တွန်းအားပိုများပြီး Taper Plug ကို တွန်းဖွင့်သဖြင့် B to A သို့ ဆီစီးဆင်းသွားနိုင်လေသည်။

Pressure Regulator

ရည်ရွယ်ချက်

ပြင်ပမှ **Mechanical Adjustable Control** တခုပေးခြင်းဖြင့် ၎င်း **Valve Out Let Pressure** ကို လိုအပ်သည့် **Pressure** တခု၌ မူသေတန်ဘိုး၌ အမြဲတမ်းရှိနေစေရန် ရည်ရွယ်၍ တည်ဆောက်ထား သည်။ ၎င်း၏ **Input Pressure** သည် ချိန်ညှိလိုသည့် **Pressure** ထက် အမြဲတမ်းများနေရမည်။

အသုံးပြုပုံ

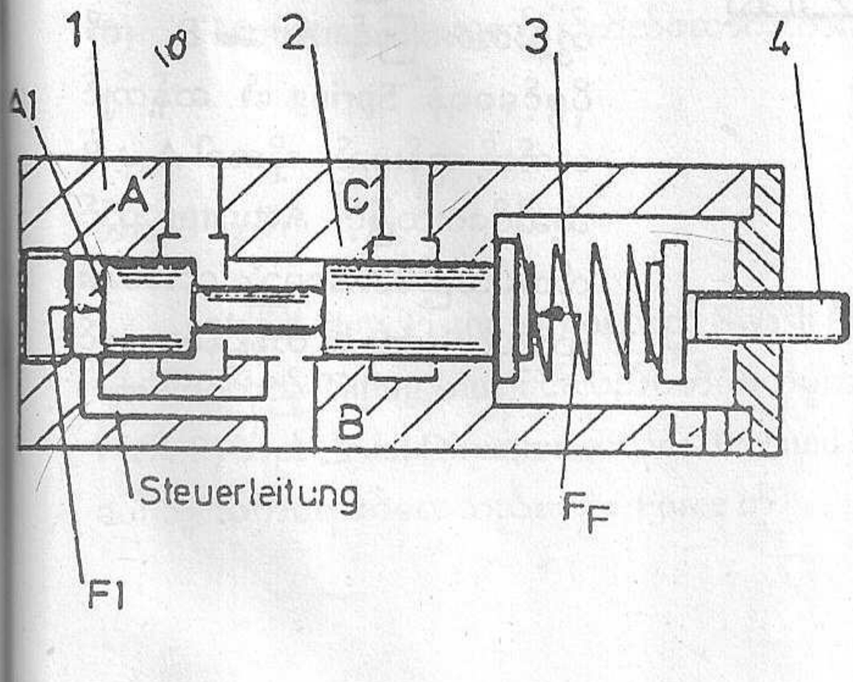
Pressure Regulator ကို Hydraulic System များ၏ Pressure relief Valve မှ ချိန်ညှိ ထားသော System Pressure ထက်နိမ့်သည့် တန်ဖိုးတစ်ခုခု၌ တသမတ် ချိန်ထားစေရန် သုံးသည်။

တည်ဆောက်ပုံနှင့် အလုပ်လုပ်ပုံ

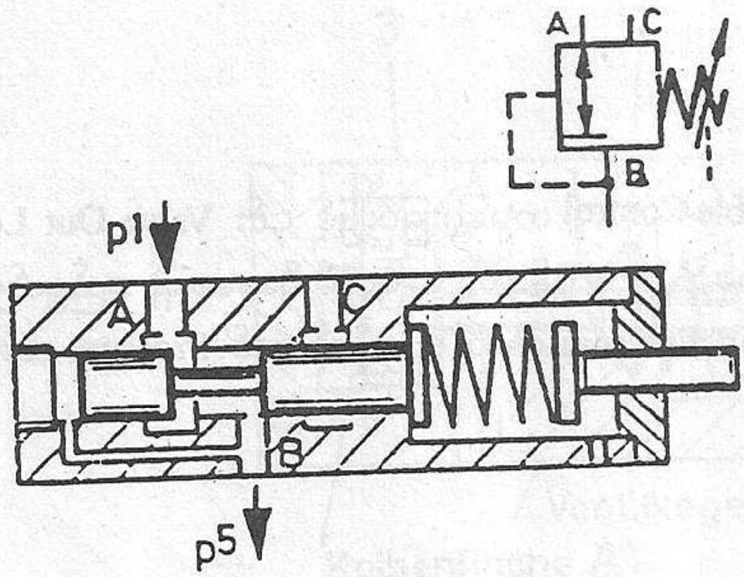
Pressure Regulatator ကို အောက်ပါပစ္စည်းများဖြင့် တည်ဆောက်ထားသည်။

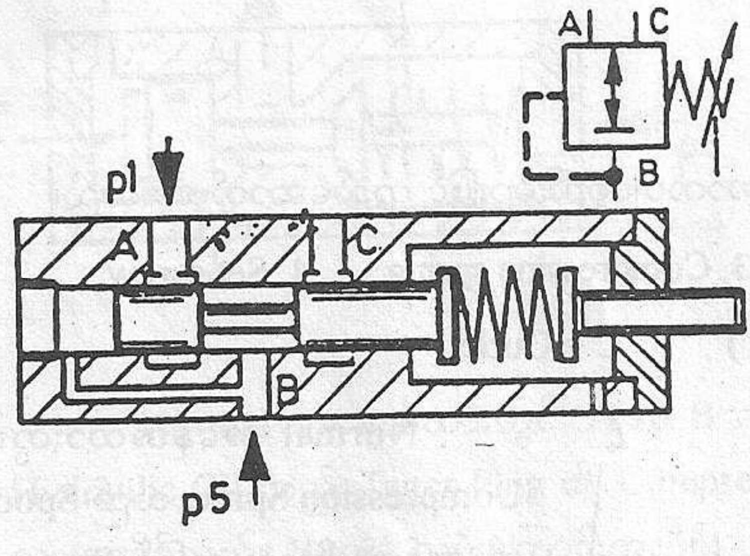
1. Body 2. Valve spool 3. Compression spring 4. Set screw

A = Inlet B = Outlet (Inlet) C = Outlet



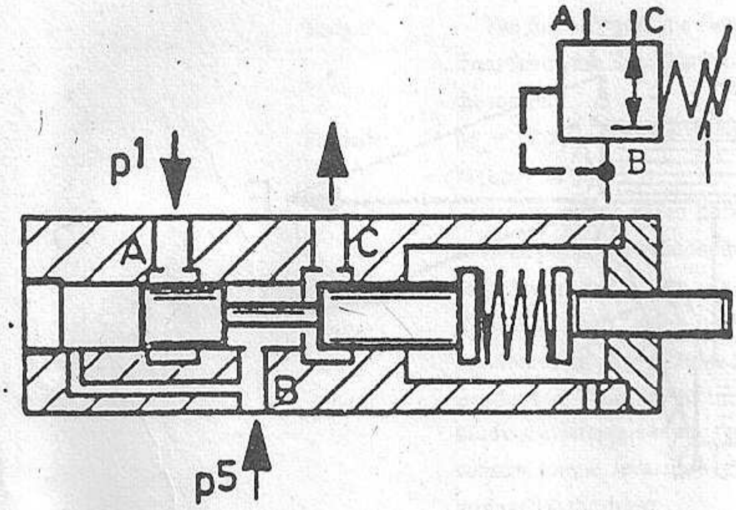
Normal အနေအထားတွင် **Compression Spring** သည် **Spool** ကို တွန်း၍ ဖိထား သဖြင့် **Passage A to B** ပွင့်လျှက်ရှိပြီး **Port C** သည် ပိတ်လျှက်ရှိမည်။ **Port A** မှ **Fluid** ဝင်လာပြီး **Port B** မှတဆင့် **Actuator** သို့ ဆီသွားနေမည်။ **Actuator** မှ ဝန်ထမ်း၍ **Pressure Build Up** ဖြစ်လာသောအခါ **Valve Spool** ၏ မျက်နှာပြင် ဧရိယာ (A) ပေါ်





မူတည်၍ Compression Spring ၏ တွန်းအားကို ဆန့်ကျင်၍ တွန်းမည်။

Actuator ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော ဖိအားသည် Adjustable Spring မှချိန်ညှိထားသော ဖိအားထက်များလျှင် Spool သည် Spring ဘက်သို့ ရွေ့လျား၍ A to B အပေါက်ကို ပိတ်ပေးမည်။ ထိုမှဆက်၍ Pressure ပိုများနေသေးလျှင် Spool သည်ဆက်လက်ရွေ့လျားကာ C အပေါက်ကို ဖွင့်၍ Drain ပြုလုပ်မည်။ ထိုအခါ ဖိအားကျသွားစေပြီး Spring မှပြန်တွန်းမည်။ Spring မှချိန်ညှိထားသော ဖိအားသည် Actuator မှ ဖိအားထက် ပိုများပြီး Actuator မှာ လိုအပ်သည့် ဖိအား မရသေးလျှင် Spool သည် Spring ၏ တွန်းအားကြောင့် A to B ကို ပိုဖွင့်စေရန် Spring ၏ ဆန့်ကျင်ဘက်သို့ တွန်းမည်။ ထိုအခါ A မှ B သို့ဆီပို့ပေးသဖြင့် Actuator တွင် လိုအပ်သည့်ဖိအားရမည်။ ၎င်းဖိအားသည်ပင် Spring ၏ တန်ပြန်ဖိအားနှင့်



Balancing ပြုလုပ်ပေးပြီး ဖိအား ပိုနေလျှင် **Drain C** ပေါက်မှ လျော့ချ ပေး၍ ဖိအား လိုနေလျှင် **A to B** ကို ဖွင့်ပေးကာ အလုပ်လုပ်မည်။ ဤနည်း ဖြင့် **Actuator** တွင် လိုအပ်သော ဖိအားရရှိစေရန်**Pressure Rregulator** မှ ဆောင်ရွက်လေသည်။

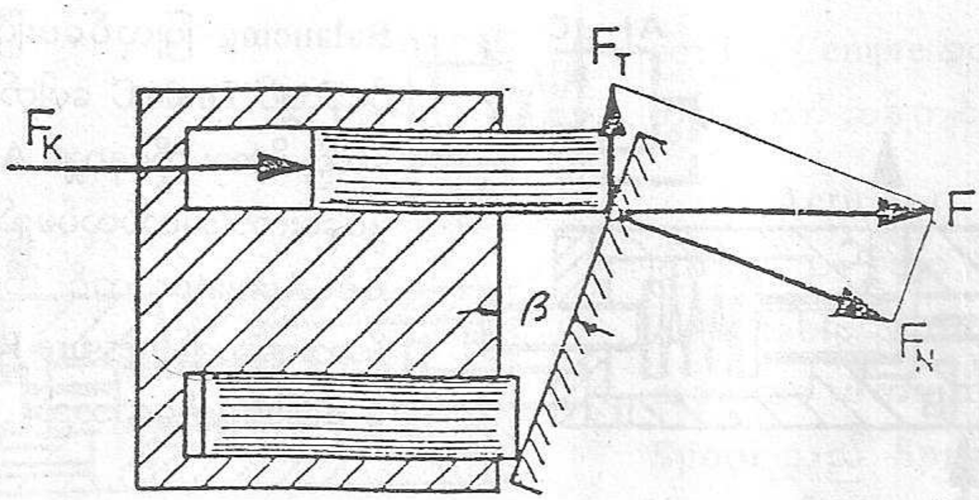
Hydraulic Motor

ပုံတွင် Piston Motor တစ်လုံးတည်ဆောက်ပုံကို ဖော်ပြထားသည်။ ၎င်းတွင်အဓိကအားဖြင့်

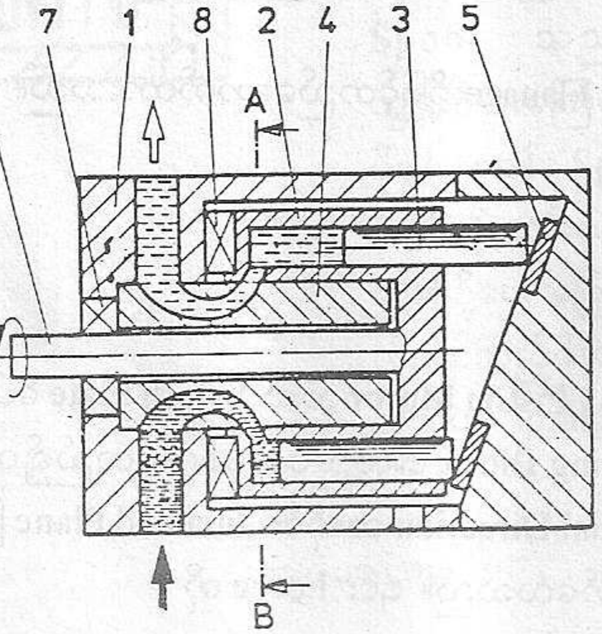
(1) **Housing**
(2) Cylinder
(3) Plunger
(4) Distributor
(5) Swash Plate
(6) Drive Shaft
(7) Anti-Friction Bearing
(8) Seal
(9) Mounting Flanageတို့ဖြင့်တည်ဆောက်ထားသည်။

အလုပ်လုပ်ပုံ

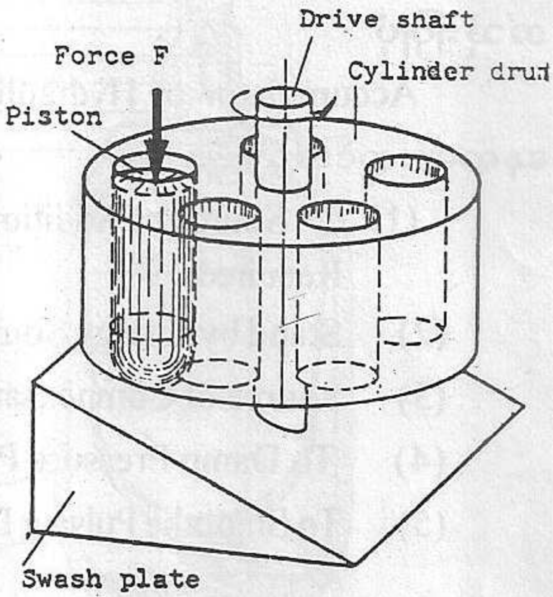
Axial Flow Piston Motor သည် Swash Plate ပေါ်တွင်ရှိသော Sliding Plunger များပါဝင်သည့် Tilting Block ၏လည်ပတ်ပုံစံကိုမူတည်၍တည်ဆောက်ထားသည်။ Force Fx(A.P) သည် Axial Direction အတိုင်း Inclined Plane ပြုလုပ်ထားသော Swash Plate ပေါ်သို့ သက်ရောက်လေသည်။ ၎င်း Force ကို

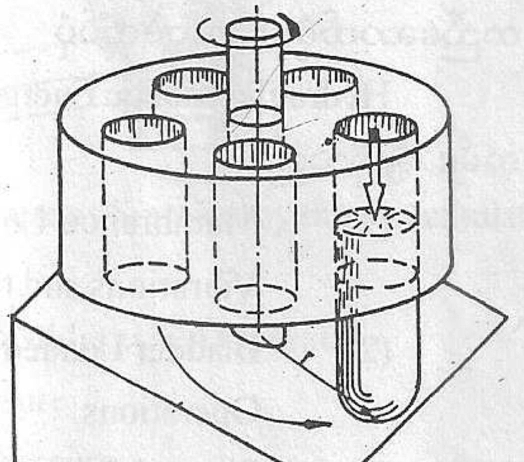


Swash Plate ၏ Vertical မျက်နှာပြင်အတိုင်း F_N အဖြစ်နှင့်၎င်း Tengential Directional အတိုင်း F_T အဖြစ်၎င်း နှစ်ခုခွဲ နိုင်သည်။ ၎င်း F_T ပမာဏသည် Swash Plate ၏ထောင့်ချိုး β အပေါ် တွင်မူတည်နေသည်။ Normally အနေဖြင့် Swash Plate ကို 20 to 25 degrees အတိုင်း စောင်း ထားလေ့ရှိသည်။ F_T ၏အကျိုးသက်ရောက်မှုကြောင့် Motor သည် လည်ပတ်လေသည်။



Torque	The force F_T acts at a distance r from the centre line. This Produces the torque:
Formula	$M_d = F_T \cdot r$ M_d in N_m F_T in N (kp) r in mm
	As the piston slides down the inclined plane, the cylinder drum is forced to rotate.
Rotation	The dirve shaft, being positively connected to the cylinder drum, produce a torque. In order to produce even rotation, and therefor constant torque, several plungers are arranged in the drum.
Direction	If the force F acts upon the L.H. side of botton dead centre, rotation is counter-clockwise.
	If the force F acts upon the R.H. side of botton dead centre rotation is clockwise.
Oil supply	The oil supply volume V (cm^3/rev.) is determined by the plunger dia. d, the plunger stroke H, and the number of plungers z. The oil supply volume determines the size of a hydraulic motor.





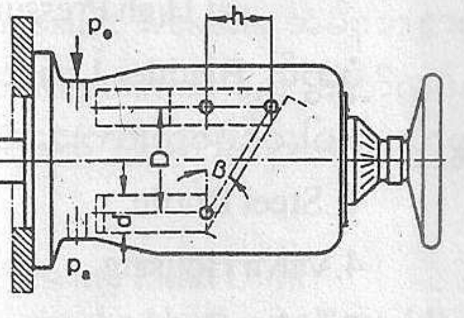
Plunger stroke: $h = D \cdot tg\,\alpha$ (cm)

No. of plungers: Z

Oil supply volme $V = \dfrac{z \cdot \pi \cdot d^2}{4} h$
(ccm / rev.)

Torque $M_d = \dfrac{V \cdot (Pin - Pout)}{2 \cdot \pi}$

Drive power $N = \dfrac{Q \cdot p}{612}$ (kW)



Accumulator

ရည်ရွယ်ချက်

Accumulator ကို Hydraulic Delivery ၏ Kinetic Energy ကိုသိုလှောင်ရန်အတွက် တည် ဆောက်ထားသည်။

အသုံးပြုပုံ

Accumulator ကို Hydraulic Control System များနှင့်အောက်ပါလိုအပ်ချက်ရှိသောနေရာများတွင်အသုံးပြုသည်-

(1) Source of Additional Energy when Short Period Pressure Surges are Required
(2) Stand by Energy Source for Emergency (Pump Feilure)
(3) Source of Compensation Energy for Leak Oil Losses
(4) To Damp Pressure Peaks During Control Process
(5) To Smoothe Pulsing Deliveries.

တည်ဆောက်ပုံနှင့်အလုပ်လုပ်ပုံ

Hydraulic Kinetic Energy အတွက်ရည်ရွယ်၍တည်ဆောက်ထားရာ တည်ဆောက်ပုံအမျိုး မျိုးရှိသည်-

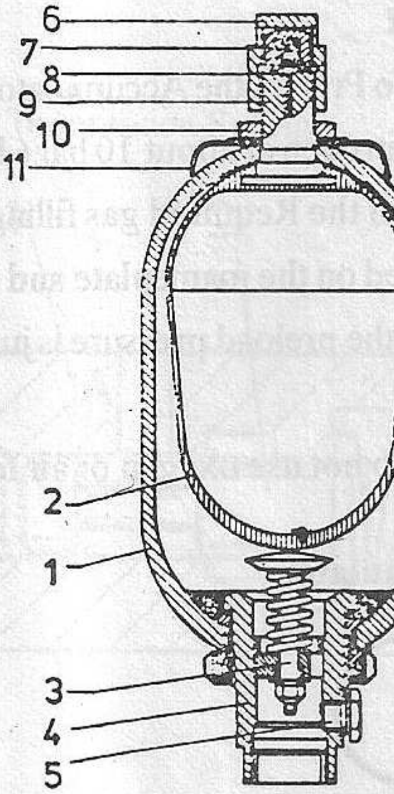
(1) Mambrance Loaded Accumulator: for Small Volumes, to Damp Vibrations and to Make Good Leak Oil Losses
(2) Bladder Loaded Accumulator: for Small and Large Volumes. for fast Operations
(3) Piston Loaded Accumulator: for Large Valumes, for Slow Operations at High Pressure differentials.

ပုံတွင် Bladder Loaded Accumulator ကိုဖော်ပြထားသည်။ ၎င်းတွင်အောက်ပါပစ္စည်းများပါ ဝင်ဖွဲ့စည်းထားသည်-

1. Steel Bottle	2. Bladder	3. Fluid Valve
4. Valve Housing	5. Bleeder Screw	6. Cover
7. Valve Seat	8. Gas Valve Block	9 Gas Valve
10. Nut	11. Name Plate	

Bladder Loaded Accumulator သည် Cylinder ပုံရှိ၍ နှစ်ဘက်စက်ဝိုင်းပုံပိတ်ထားသော Steel

Bottle ဘလုံးပုံစံကို အခြေခံ၍ တည်ဆောက်ထားသည်။ ၎င်းပုံတွင် ပြထားသည့် အတိုင်း အတွင်းတွင် Bladder ခေါ်ဓါတ်ငွေ့ လှောင်သော Rubber အစိတ်အပိုင်း တခုပါ ဝင်၍ ၎င်းအ တွင်းသို့ Gas Valve 9 မှတဆင့် ဖိအား ပေးအစွမ်းမဲ့ ဓါတ်ငွေ့ထည့်သွင်းရသည်။ **Fluid Port** ကို **Valve 4** ဖြင့်ဆက်သွယ်ရမည်။



၎င်း၏ **Name Plate** တွင် ၎င်းနှင့်ပတ် သက်သော **Rating** များကို ရေးသား ထားသည်-

p_o	=	Filling Pressure (bar) Pressure as Supplied by the Accumulator Manufacture
p_v	=	Gas Loding Pressure in Bladder when Operating
p_m	=	Minimum Operating Pressure
p_h	=	Maximum Operating Pressure

အားလုံးသော **Accumulators** များသည် **Pressure Vessels** အမျိုးအစားတွင် ပါဝင်သဖြင့် **Pressure Vessels** များနှင့်ပက်သက်သော **Regulation** များ ထုတ်လုပ်သူ၏ ညွှန်ကြားချက်များကို လိုက် နာရမည့်အပြင် ဥပဒေအရ အစိုးရအဖွဲ့ အစည်းများ၏ စစ်ဆေးမှုကို ခံယူပြီးမှသာအသုံးပြုရမည်။

Notes - An Accumulator Can only Discharge Pressure Fluid Until

(1) A Pressure Equilibrium has been reached between P_h and P_m

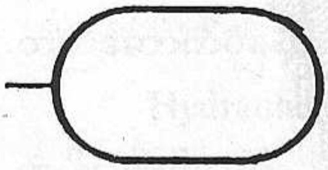
(2) The volume has expanded from V_h to V_m

Bladder Preload

To Protect the Accumulator Against Damge in Transit, this is Supplied Preloaded with Nitrogen at about 10 bar (Preload Pressure). Before Commissioning it must be willed to the Required gas filling pressure P with nitrogen. The required preload is stampred on the mameplate and stated in the operation instructions for the machine. Usually the preload pressure is just below Minimum operating pressure of the instalation.

Do not use oxygen or air for this purpose. Danger of Explosion.

Symbol of accumulator



Sequence Valve (Pressure Operated Valve)

ရည်ရွယ်ချက်

ပြင်ပမှဖိအားတဖြေးဖြေးတိုးပေး၍ မိမိချိန်ညှိထားသောဖိအားရောက်ရှိသောအခါ Valve သည် အလုပ်လုပ်၍ Hydraulic Delivery ရရှိရန်ရည်ရွယ်၍တည်ဆောက်ထားသည်။

အသုံးပြုပုံ

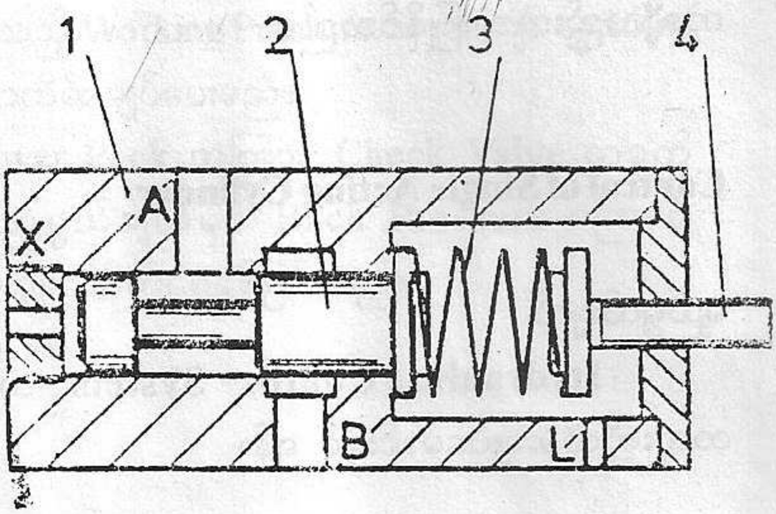
Hydraulic Control System များတွင် External Servo Force ဖြင့် Hydraulic လမ်းကြောင်း များကိုပွင့်စေပိတ်စေလုပ်သော လုပ်ငန်းများတွင်အသုံးပြုသည်။ ဥပမာအားဖြင့် Circuit အတွင်းတွင်ရှိ အခြား Pump တစ်လုံးဖြင့် Hydraulic Delivery ကို Control ပြုလုပ်လိုသောအခါ အသုံးပြုသည်။

တည်ဆောက်ပုံနှင့်အလုပ်လုပ်ပုံ

Sequence Valve ကိုပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း အောက်ပါပစ္စည်းများဖြင့်

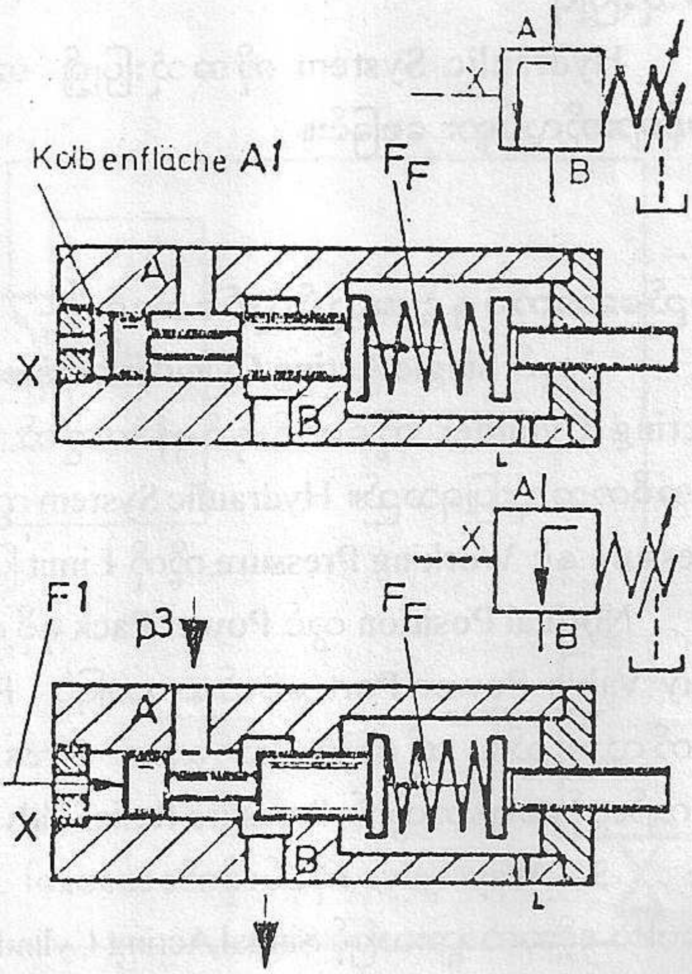
တည်ဆောက်ထား သည်-

1.Body 2.Valve Plunger 3.Compression Spring 4.Set Screw



Normal Position တွင် Adjustable Spring သည်ပြင်ပမှ Adjust လုပ်ထားသော ဖိအား အတိုင်း Valve Plunger ကိုတွန်းဖိထားမည်။ ထိုအခါ Valve Plunger သည် Out Let Port B ကို ပိတ်ထားသဖြင့် Inlet Port မှဆီသည် A to B သို့ မစီးဆင်း နိုင်ဘဲ ပိတ်နေမည်။ A မှဝင်လာ သောဆီသည် အပေါက်ပိတ် ထားသဖြင့် Pressure Buld Up ဖြစ်လာသော်လည်း Plunger ၏ဧရိယာများ တူနေသဖြင့် Plunger မရွေ့လျားနိုင်ပေ။

X မှနေ၍ Servo Flow Signal ပေးလိုက် သောအခါ Plunger ၏ မျက်နှာပြင်ကို Spring ၏တွန်း အားကို ဆန့်ကျင်၍တွန်းမည်။ F = A . P ထိုတွန်းအား သည် ချိန်ထားသော Spring ဖိအားထက် လျော့နေပါက Valve Plungerသည်ရွေ့လျားမည် မဟုတ်ပေ၊ တွန်းအားသည် Adjustable Spring တွန်းအားထက် ကျော်လွန်သွားမှသာ Plunger ကို တွန်းရွှေ့၍ A to B ပွင့်သွားကာ B မှ Delivery Flow ရရှိမည်။ Port X မှ Pressure ပြန်လည်ကျဆင်းသွား လျှင် Spring တွန်းအားကြောင့် Plunger မူလနေရာသို့ ပြန်ရောက်သွားပြီး Port B ပြန်ပိတ်သွားကာ Delivery Flow ပိတ်သွား မည်ဖြစ်သည်။



Sequence Value ကို Hydraulic Control System များတွင် 2/2 Way Directional Control Value ကဲ့သို့လည်းအသုံးပြုနိုင်သည်။

Control of Single Acting Cylinder

ရည်ရွယ်ချက်

Hydraulic Contor System အတွင် Single Acting Cylinder တလုံးကိုထိမ်းချုပ်မောင်းနှင် ရန်။

အသုံးပြုပုံ

Hydraulic System ကိုအသုံးပြု၍ အရာဝတ္ထုများကိုမခြင်း၊ ရွှေ့ခြင်းမောင်းတန်များကိုလှုပ်ရှား စေခြင်း။

တည်ဆောက်ပုံနှင့်အလုပ်လုပ်ဆောင်ပုံ

ပုံတွင် Single Acting Cylinder တလုံးမောင်းနှင်ပုံများကိုဖော်ပြထားသည်။ Single Acting Cylinder ကိုမောင်းနှင်ရန်အတွက် Normally Closed 3/2 Way Valve ကိုအဓိကအသုံးပြုရသည်။ Hydraulic System တွင် Pressure Relief Valve ကို System ၏ Pressure နှင့် Working Pressure တို့ကို Limit ပြုလုပ် ရန်အတွက်တပ်ဆင်ထားသည်။

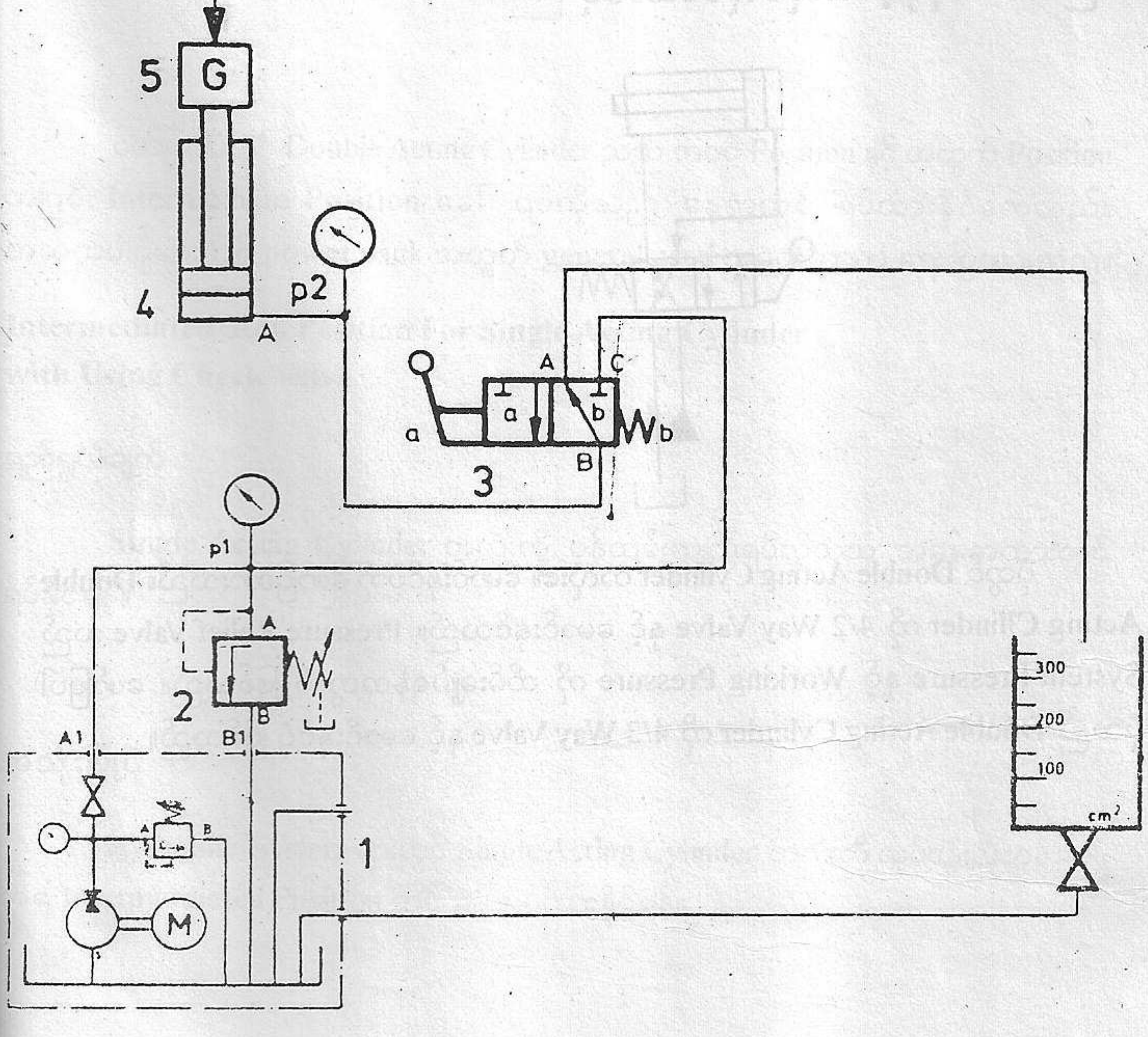
Normal Position တွင် Power Pack မှပို့ပေးသော Hydraulic Delivery သည် 3/2 Way Valve Power Port မှပိတ်ထားသဖြင့် Pressure Build Up ဖြစ်ကာ Pressure တက်လာမည်။ ထိုတက် လာသော Pressure ကို System Pressure ထက် မကျော်လွန်စေရန်အတွက် Pressure Relief Valve မှ Drain ပြုလုပ်ပေးသည်။

3/2 Way Valve ကိုနှိပ်လိုက်သောအခါ 3/2 Way Valve မှ P အပေါက်သည် A အပေါက် နှင့်ဆက်သွားသဖြင့် Singal Acting Cylinder သည် Delivery Flow ရရှိကာ Cylinder Piston ထွက် လာမည်ဖြစ်သည်။ Piston အဆုံးထိထွက်ပြီးသောအခါ Delivery Flow

ကိုတားဆီသလို ပြန်ဖြစ်သဖြင့် Pressure တက်လာမည်ဖြစ်သည်။ ထိုတက်လာသော Pressure သည် System Pressure ထက် ကျော် လွန်သွားသည်နှင့် Pressure Relief Valve မှ Drain လုပ်ပေးခြင်းဖြင့် System Pressure ထက်မကျော်စေရန် ပြုလုပ်ပေးသည်။ Piston အထွက် လှုပ်ရှားနေစဉ်ကာလ၌လည်း Piston ထမ်းနိုင်သည့် Working Pressure ထက်ကျော် သွားပါက Pressure Relief Valve မှပင် Relief လုပ်ကာထိမ်း ချုပ်ပေးမည်။

ပုံတွင် 3/2 Way Valve နှင့် Power Pack အကြား Check Valve တခုကို ထည့်သွင်းတပ်ဆင် ထားသည်။ ရင်းရည်ရွယ်ချက်မှာ Back Pressure ကြောင့် ဆီပြောင်းပြန်စီးခြင်းဖြင့် Hydraulic Pump ကိုမထိခိုက်စေရန်ဖြစ်သည်။

Application Hydraulic Lift Platform



Control of Double Acting Cylinder

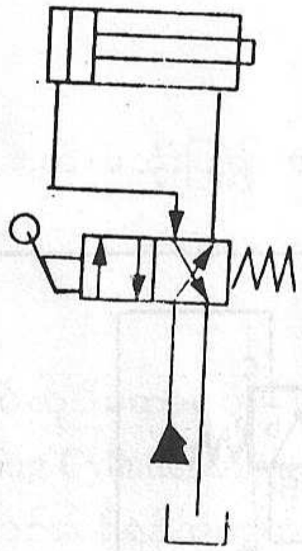
ရည်ရွယ်ချက်

Double Acting Cylinder တလုံးကို စနစ်တကျ တပ်ဆင်မောင်းနှင်နိုင်ရန်။

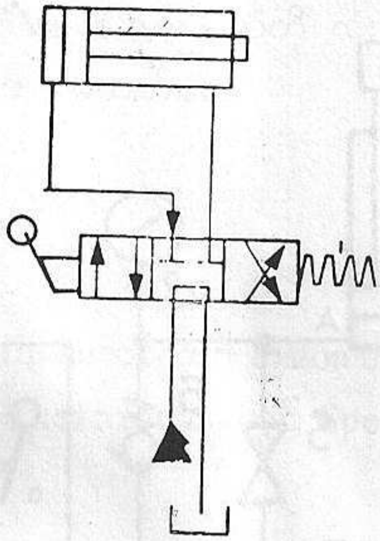
အသုံးပြုပုံ

Hydraulic Control System များတွင် Double Acting Cylinder ကိုအသုံးပြု၍ ပစ္စည်းများ ကိုမခြင်း၊ ဖိခြင်း၊ တွန်းရွှေ့ခြင်း ၊ ပုံဖော်ခြင်း စသည့်လုပ်ငန်းများတွင် အသုံးပြုသည်။

တည်ဆောက်ပုံနှင့် အလုပ်လုပ်ဆောင်ပုံ



ပုံတွင် Double Acting Cylinder တလုံး၏ မောင်းနှင်ပုံကို ဖော်ပြထားသည်။ Double Acting Cllinder ကို 4/2 Way Valve နှင့် မောင်းနှင်သည်။ Pressure Relief Valve သည် System Pressure နှင့် Working Pressure ကို ထိမ်းချုပ်ရန်အတွက် ဖြစ်သည်။ ဖော်ပြပါ ပုံသည် Double Acting Cylinder ကို 4/3 Way Valve နှင့် မောင်းနှင်ပုံ ဖြစ်သည်။



ဖော်ပြပါပုံတွင် Double Acting Cylinder သည် အဝင် Position နှင့် အထွက် Position အပြင် Intermediate Position ခေါ် ရပ်လိုသည့် နေရာတွင် ရပ်ထားနိုင်လေသည်။ အထက်ပါပုံများတွင် power pack အတွက် general used သင်္ကေတသာ ရေးဆွဲထားသည်။

Intermediated Stop Position For Single Acting Cylinder with Using Check Valve

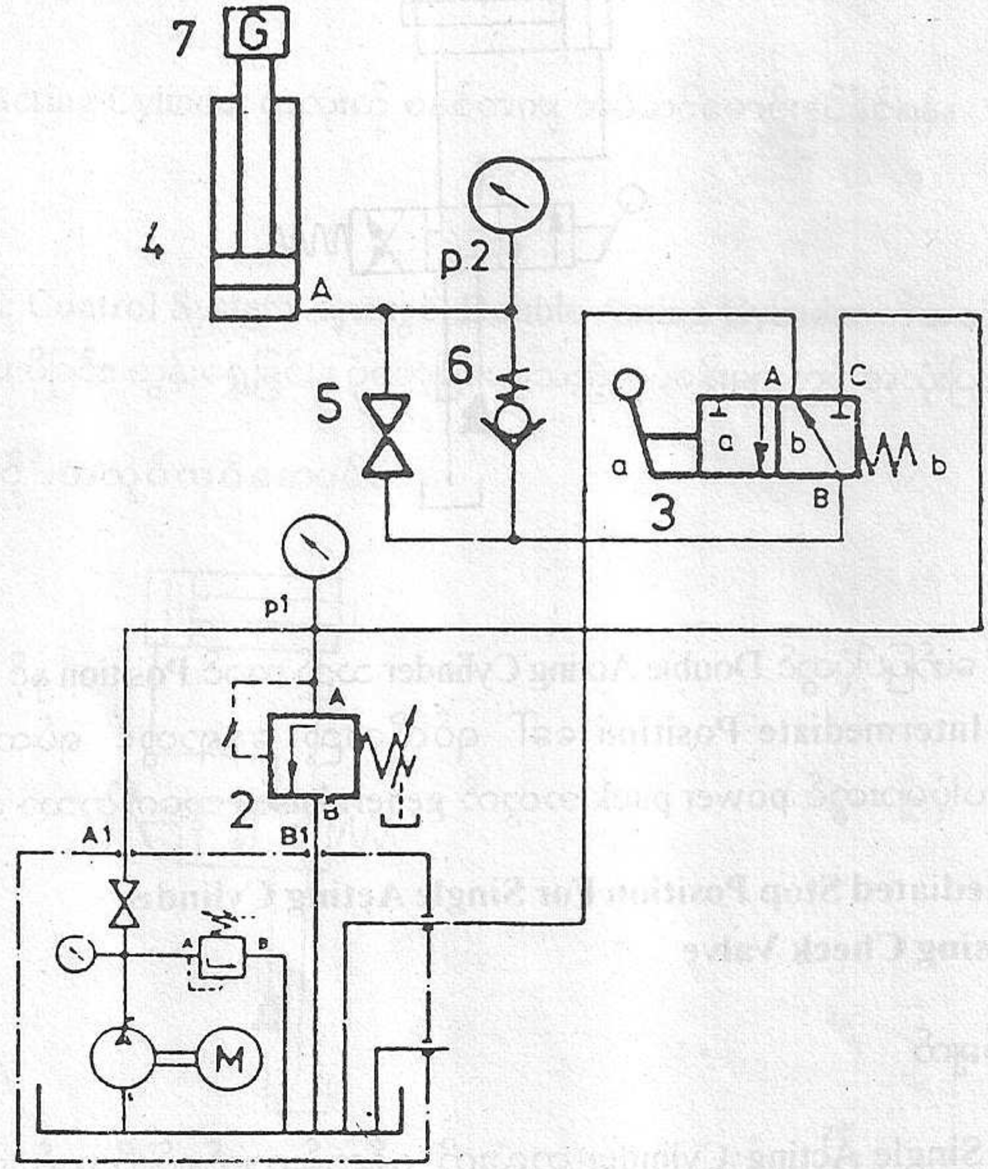
ရည်ရွယ်ချက်

Single Acting Cylinder တလုံးကို ဝန်ထမ်းလျက်ရပ်လိုသည့် အနေအထားတွင် ရပ်နိုင်ရန်။

အသုံးပြုပုံ

Hydraulic System များတွင် Single Acting Cylinder တလုံးကို လုပ်ငန်းလိုအပ်ချက်အရ Intermerdiated Position တွင် ရပ်တပ်ထားနိုင်ရန်။

တည်ဆောက်ပုံနှင့် အလုပ်လုပ်ပုံ



ပုံတွင် Single Acting Cylinder တစ်လုံးအား Check Valve အသုံးပြု၍ Intermerdiated Position တွင်ရပ်နိုင်ရန် စီစဉ်ထားသည့် Circuit ဖြစ်သည်။ NormalPosition တွင် Shut Off Valve ကို ပိတ်ထားရမည်။ 3/2 Way Valve ကို နှိပ်လိုက်သောအခါ Delivery Flow သည် Check Valve မှ တွန်းဖွင့်၍ **Single** Acting Cylinder သို့ ရောက်ရှိသွားသဖြင့် Cylinder ထွက်သွားမည်။ ရပ်လိုသော အနေအထားသို့ ရောက်သောအခါ 3/2 Way Valve ကို လွှတ်လိုက်လျှင် Cylinder သည် ရပ်သွားမည်။ ထိုအချိန်တွင် Check Valve သည်ပိတ်နေသဖြင့် Cylinder ပြန်ဝင်နိုင်မည် မဟုတ်ပေ။ Shut Off Valve ကို

ဖွင့်ပေးလိုက်သော အခါ **Shut Off Valve** မှ ဖြတ်၍ ဆီပြန် ဆင်းခြင်းဖြင့် Cylinder ပြန်ဝင်လာမည်။ **Shut Off Valve** သည် ဆီကို လုံးဝလုံခြုံစိတ်ချရန် မပိတ်ဆို့နိုင် သဖြင့် စိတ်ချရသော Circuit မျိုးတော့ မဟုတ်ပေ။

Differential Circuit

ရည်ရွယ်ချက်

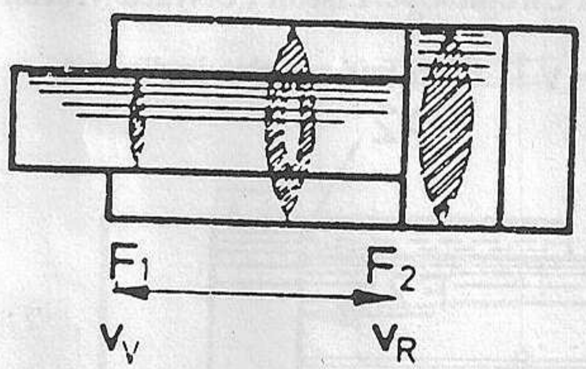
Double ActingCylinderတစ်လုံး၏ **Piston** အဝင်နှင့် အထွက် အမြန်နှုန်း တပ်နိုင်သမျှ တူစေရန်နှင့်၊Cylinder တစ်လုံး၏လှုပ်ရှားမှု့တွင် **Speed** နှစ်မျိုးအသုံးပြုနိုင်ရန် ရည်ရွယ်၍ တည် ဆောက်ထားသည်။

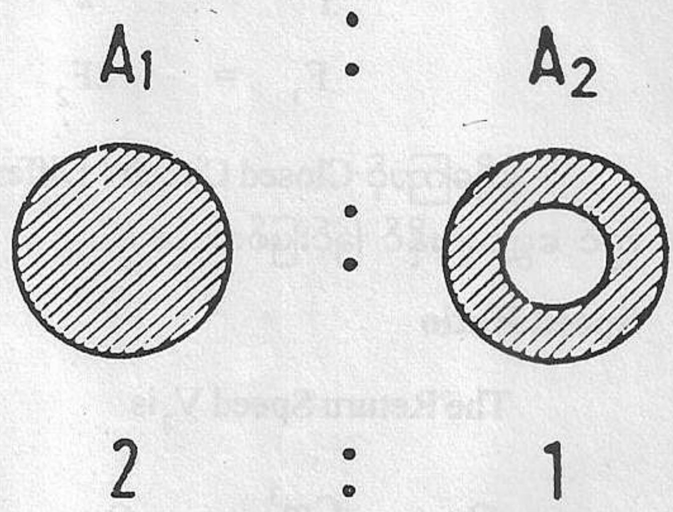
အသုံးပြုပုံ

Hydraulic Control Circuit များတွင် **Double Acting Cylinder** ကို **Speed** နှစ်မျိုးဖြင့် လှုပ် ရှားစေလိုသော လုပ်ငန်းများတွင် အသုံးပြုသည်။ ဥပမာ **Milling Machine** ၏ **Feed Cylinder** တွင် **Work Piece** ထံသို့ **Tool** ကို ချဉ်းကပ်မှုကို မြန်မြန်ချဉ်းကပ်ပြီး ခုတ်စားမှ နှေးနှေးခုတ်စားလိုသော လုပ်ငန်းမျိုးတွင် အသုံးပြုသည်။

အလုပ်လုပ်ပုံသဘောတရား

Piston area ratio:





အလုပ်လုပ်ပုံ သဘောတရား

Piston area ratio

$A_1 : A_2 = 2:1$ (for differential cylinder) **$A_1 : 2A_2$**

Force Ratio

- The Pressure is Propagated Equally in All Direction
- Area Ratio $A_1 : A_2 = 2 : 1$

$$P_{forward} = P_{Rearward}$$

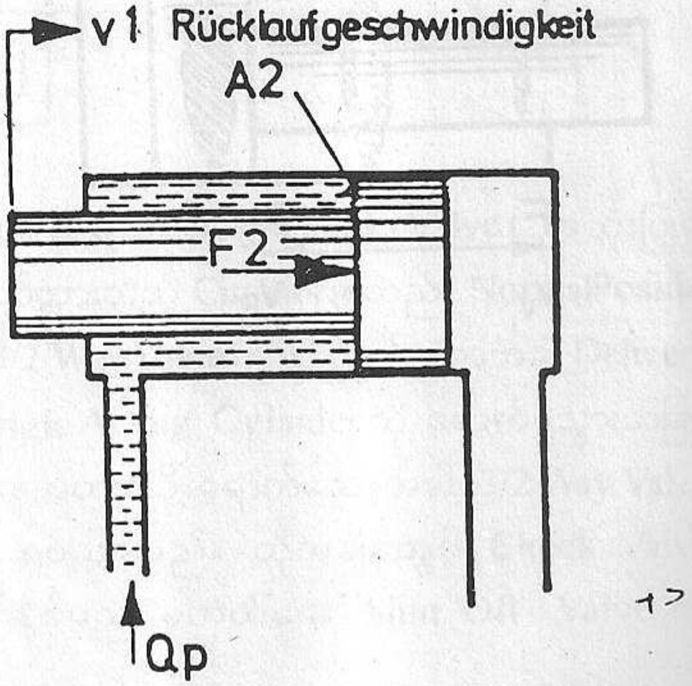
$$\frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1}$$

$$\frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{2A_2}$$

$$\frac{F_2}{1} = \frac{F_1}{2}$$

$$F_1 = 2F_2$$

ထို့ကြောင့် Closed Circuit (Differential Circuit တွင် Piston Forward Motion) တွင် ရွေ့လျားနိုင် ခြင်းဖြစ်သည်။



Speed Ratio

The Return Speed V_2 is

$$V_2 = \frac{Qp}{A_2} = \frac{Cm^3}{Min\text{-}Cm^2} = \frac{Cm}{Min}$$

The Forward Speed V_1 is

$$V_1 = \frac{Q_1}{A_1}$$

သို့သော် $Q_1 = Q_p + Q_2$ and $Q_p = Q_2$

$$Q_1 = Q_2 + Q_2 = 2Q_2$$

$$A_1 = 2A_2 \text{ (Piston Face Ratio)}$$

From the formular for the forward speed

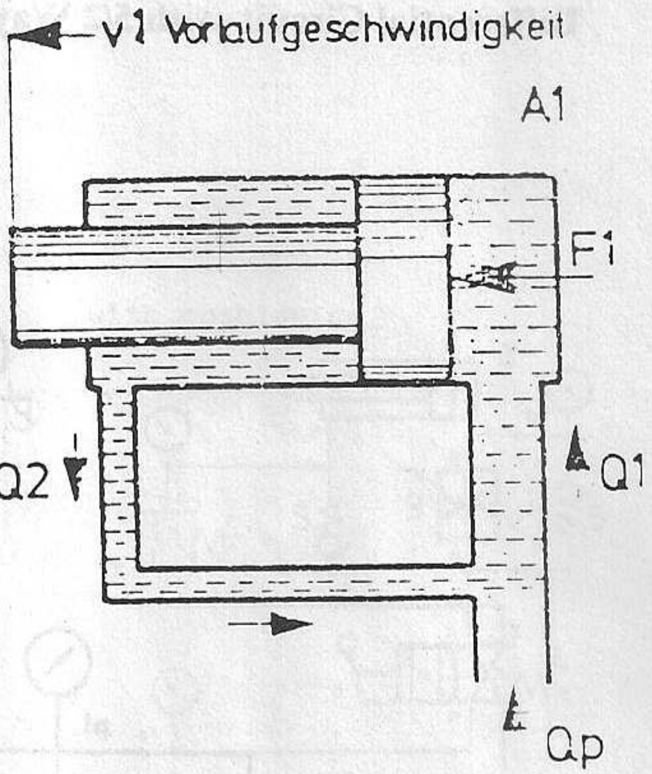
$$V_1 = \frac{Q_1}{A_1}$$

It can be reset to

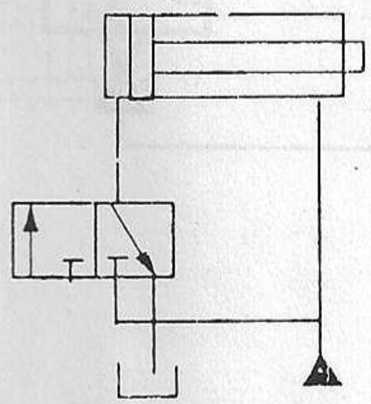
$$V_1 = \frac{2Q_2}{2A_2} = \frac{Q_2}{A_2} \quad \frac{Q_P}{A_2}$$

$$V_2 = \frac{Q_P}{A_2} \text{ and } V_1 = \frac{Q_P}{A_2}$$

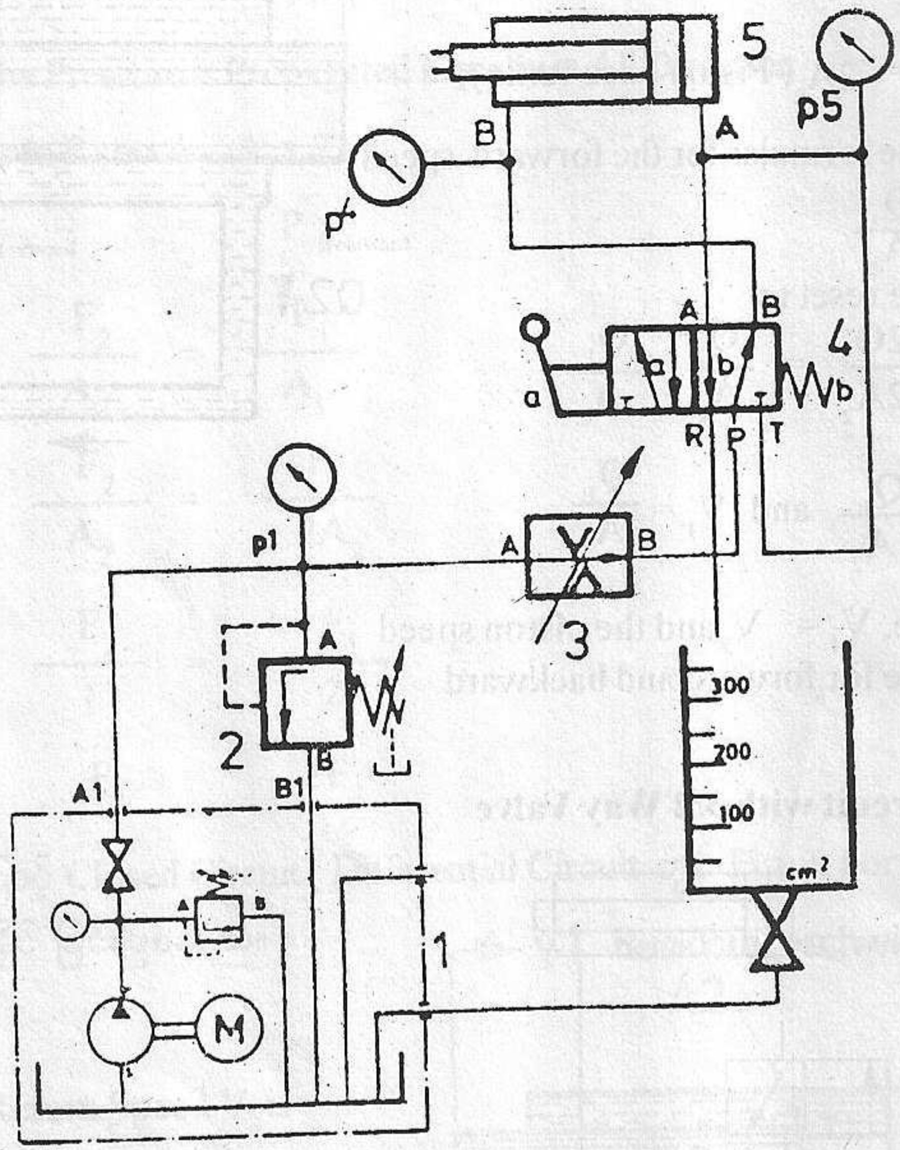
Therefore, $V_1 = V_2$ and the piston speed is the same for forward and backward.



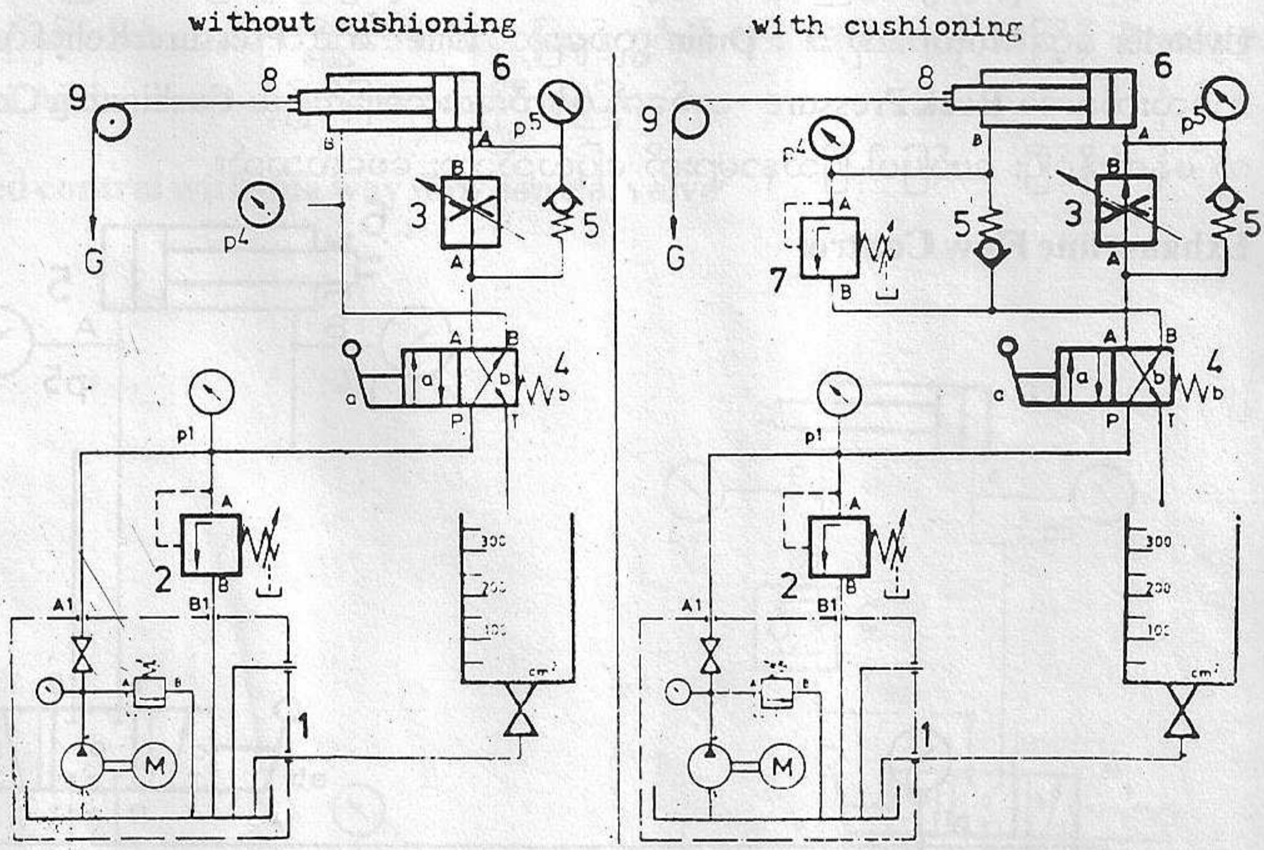
Differential Circuit with 3/2 Way Valve



Differential Circuit with 5/2 Way Valve



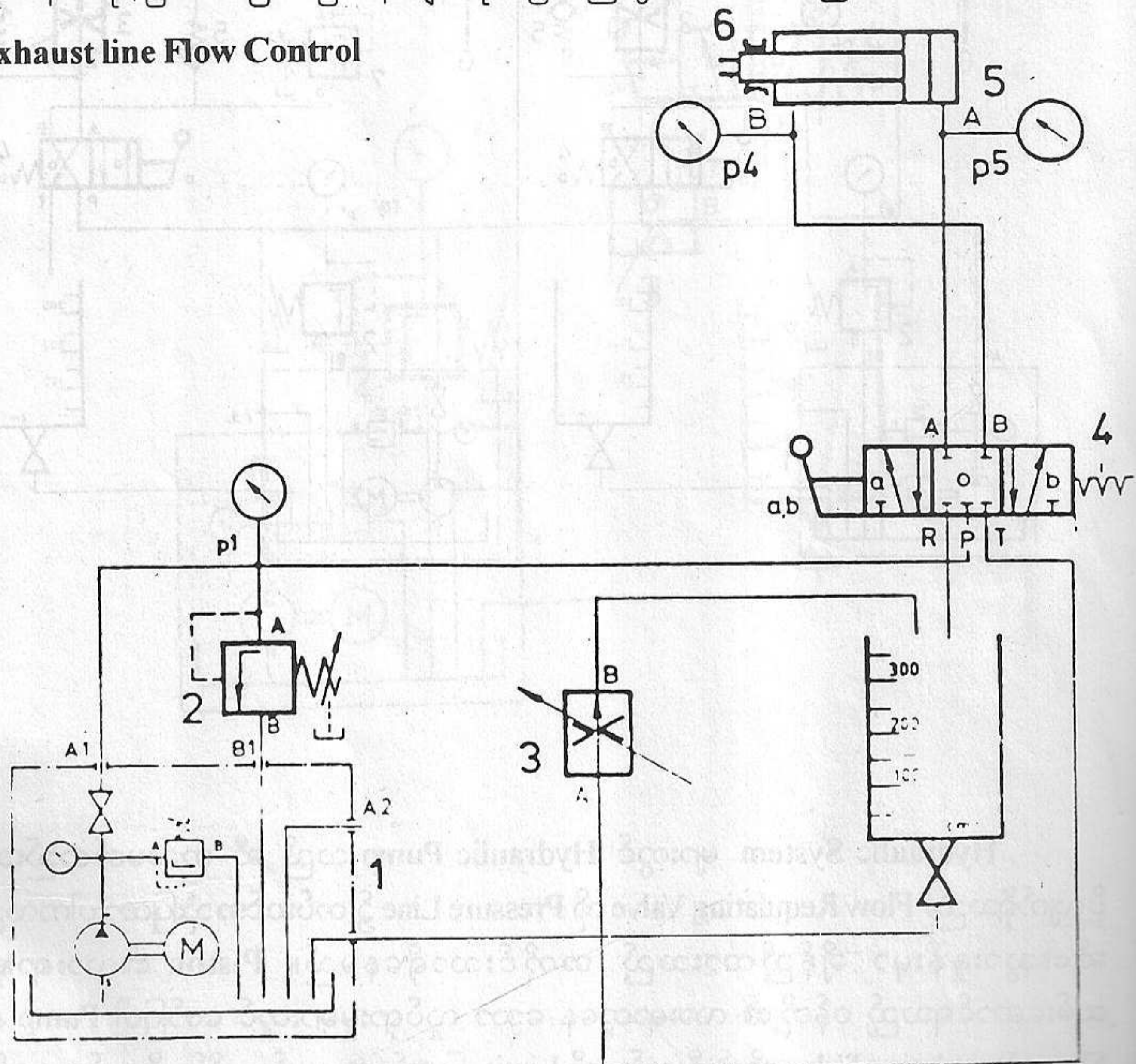
Cushioning and pressure line flow control



Hydraulic System များတွင် Hydraulic Pump သည် ဆီ တသမတ်တည်းသာ ပို့လျက်ရှိသည်။ Flow Requlating Valve ကို Pressure Line ၌ တပ်ဆင်အသုံးပြုထားပါကလည်း ဆီ၏သွားနှုန်းမှာ ချိန်ညှိထားသည့် အတိုင်းသာရှိနေမည်။ Piston ၏လားရာနှင့် ထမ်းဆောင်ရသည့် ဝန်တို့၏ လားရာတူနေ သော လှုပ်ရှားမှုများတွင် ဖော်ပြပါ Pump နှင့် Flow Requlating Valve တို့၏ စီးဆင်းမှုကို Limit ပြုလုပ်ထားသည့်အတိုင်း စီးဆင်းစေသဖြင့်

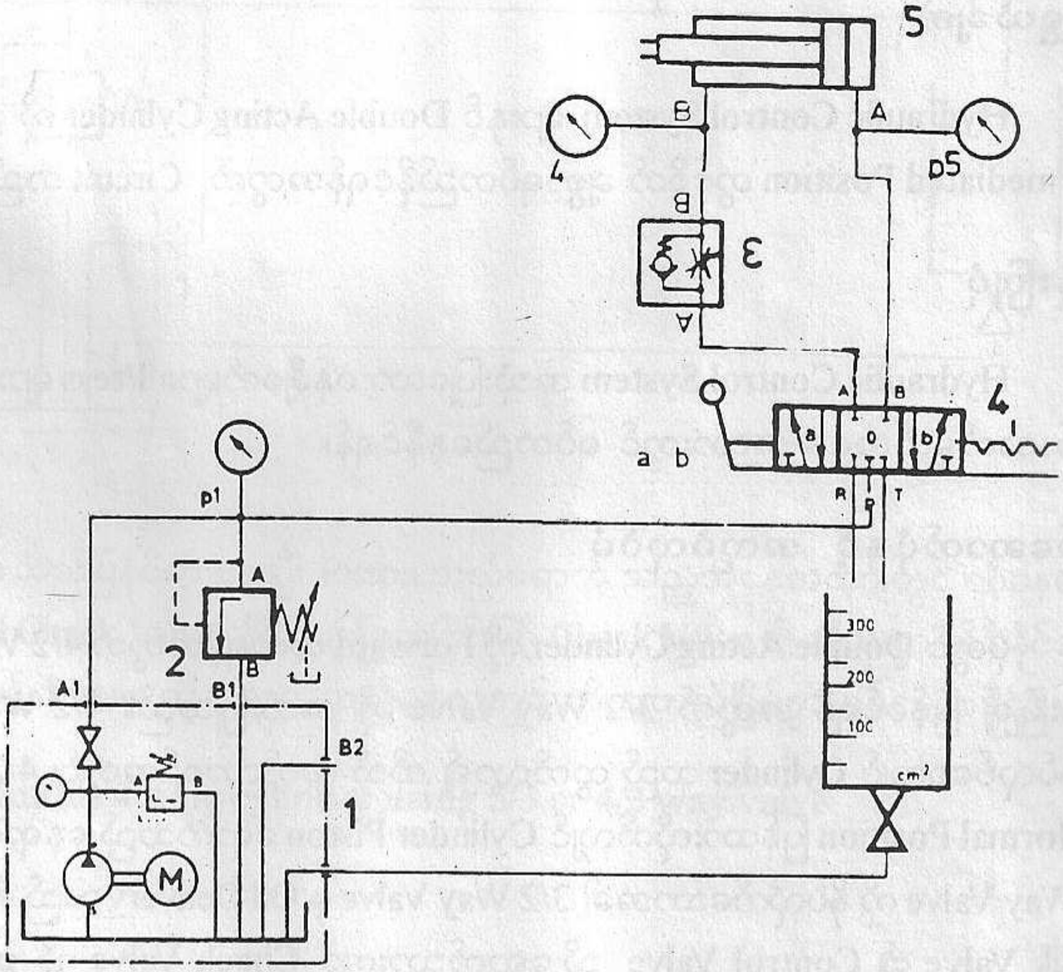
Cylinder. **Motor** နှင့် **Hydraulic System** များအတွင်းသို့ Seal များမှ တဆင့် လေများစိမ့်ဝင်ကာ **Calvitation** ဖြစ်ပေါ်၍ ဆီ၏ အရည်အသွေးကို ကျဆင်းစေ သည်။ ထို့အပြင် ထိုသို့ **Piston** လားရာနှင့် ထမ်းဆောင်ရမည့်ဝန်လားရာတို့ တူညီနေချိန်တွင် ဆီသွားနှုန်း ထိန်းချုပ်ခြင်းဖြင့် **Piston** နှင့် **Motor** တို့၏ **Speed** ကိုထိန်းချုပ်နိုင်ခြင်း မရှိတော့ပေ။ ထို့အတွက်ကြောင့် **Hydraulic System** များ၌ ပုံတွင်ပြထားသည့် အတိုင်း **Cylinder** နှင့် **Motor** တို့၏ **Drain** လုပ်မည့် **Line** တွင် **Pressure Relief Valve** တစ်လုံးကိုခံကာ **Back Pressure** တစ်ခုကို ဖန်တီးပေးထားခြင်းဖြင့် **Cushioning Circuit** ကို ဖန်တီးနိုင်ပြီး ဖော်ပြပါ ပြဿနာများကို ပြေလည်သွား စေလေသည်။

Exhaust line Flow Control



Exhaust Line Flow Control တွင် **Hydraulic** Exhaust Line ၌ Flow Requlating Valve ကို ခံ၍ အသုံးပြုထားသည်။ ထို System တွင် Directional Control Valve ၏ Exhaust line ၌ Flow Requlating Valve ကို ခံကာ အသုံးပြုထားသောကြောင့် Piston အဝင်နှင့် အထွက်နှစ်မျိုး စလုံးကို ထိမ်းချုပ်နိုင်လေသည်။ ထို့အပြင် Exhaust Line တွင် အမြဲတမ်းဆီတောင့်ခံရသဖြင့် Cushioning အကျိုးသက်ရောက်မှု ပါရရှိကာ Piston ၏ လားရာနှင့် ဝန်၏ လားရာတူညီသော လုပ်ငန်းများတွင်ပင် ၎င်း Circuit ကို သီးခြား Pressure Relief Valve ခံစရာ မလိုဘဲ အသုံးပြုနိုင်သည်။

Speed control with one way flow control valve



ပုံတွင် One Way Flow Control Valve ကို အသုံးပြု၍ Cylinder ၏ အထွက်အမြန်နှုန်းကို ထိန်းချုပ်သော Circuit ဖြစ်သည်။ **Flow Control Valve ကို Exhaust Throttling** ပုံစံပြုလုပ်ထားသဖြင့် **Flow Control Valve** သည် ဆီသွားနှုန်းကို ထိမ်းချုပ်သည့်အပြင် **Cushioning** အကျိုးသက်ရောက်မှု ပါရှိစေသည်။ **Piston** အဝင်တွင်မူ **One Way Flow Control Valve** မှ **Check Valve** ကို တွန်းဖွင့်ကာ ဆီဝင်သွားသဖြင့် **Cylinder Piston** သည် **Pump** မှပို့သည့် ဆီသွားနှုန်းအတိုင်းပြန်ဝင်သွားမည်။

Control Double Acting Cylinder of Intermediated Position Using Pilot Control Check Valve

ရည်ရွယ်ချက်

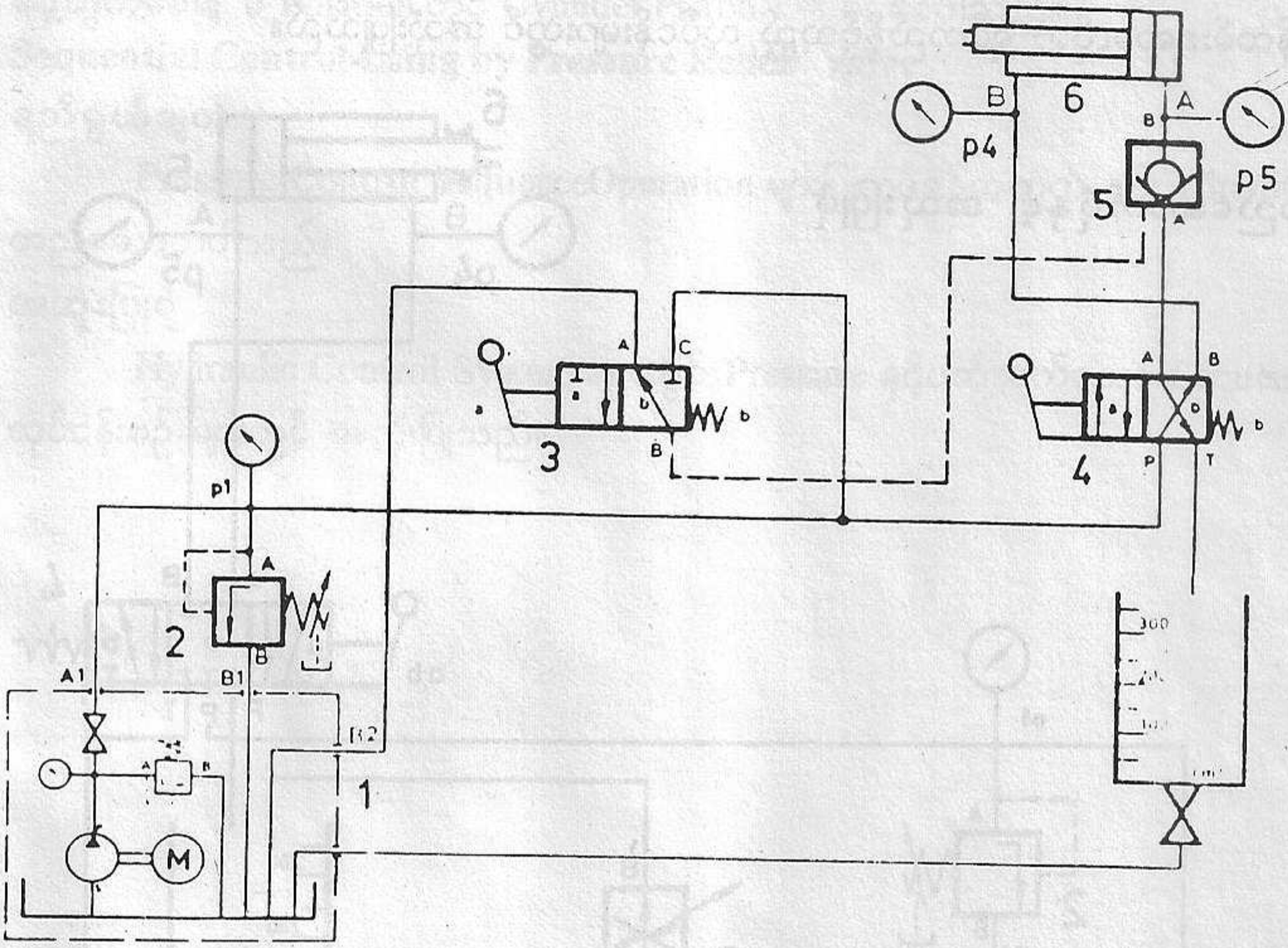
Hydraulic Control System များနှင့် **Double Acting Cylinder** ကို ဝန်ထမ်းလျက် **Intermediated Position** တွင်စိတ် ချစွာရပ်တည်နိုင်ရန်အတွက် **Circuit** တည်ဆောက်ရန်။

အသုံးပြုပုံ

Hydraulic Control System အသုံးပြုသော ဝန်ချီစက်များ၊ **Press** များတွင် ဝန်ထမ်းလျက် သတ်မှတ်အနေ အထားတွင် ရပ်တည်နေနိုင်ရန်။

တည်ဆောက်ပုံနှင့် အလုပ်လုပ်ပုံ

ပုံတွင် **Double Acting Cylinder** ကို **Forward** ထွက်ရန်အတွက် **4/2 Way Valve** ကို အသုံးပြု၍ ပြန်ဝင်ရန် အတွက် **3/2 Way Valve** ကို အသုံးပြုသည်။ **4/2 Way Valve** ကို အလုပ်လုပ်စေလျှင် **Cylinder** သည် ထွက်လာ၍ ထိုသို့ ထွက်လာစဉ်အတွင်း **4/2 Way Valve** ကို **Normal Position** ပြန်ထားလိုက်လျှင် **Cylinder Piston** ရောက်သည့် နေရာတွင် ရပ်နေ၍ **3/2 Way Valve** ကို နှိပ်လိုက်သောအခါ **3/2 Way Valve** မှ **Oil Delivery** သည် **Pilot Control Check Valve** ၏ **Control Valve** သို့ရောက်သွားကာ **Check Valve** ကို တွန်းဖွင့်သဖြင့် **Cylinder Piston** ပြန်ဝင်လာမည်။ ရပ်လိုသောအခါ **3/2 Way Valve** ကိုပြန်လွှတ်လိုက်ပါက



Check Valve သည်ပြန်ပိတ်သွားပြီး Piston သည်ရောက် သည့်အနေအထားတွင် ရပ်နေမည်။ Pilot Control Check Valve ကို အသုံးပြုစေခြင်းဖြင့် Check Valve ၏ ဆီလုံ စွာ ထိန်းနိုင်သည့် စွမ်းအင်ကြောင့် Piston ကို ရောက်သည့်နေရာတွင် တိကျတည်ငြိမ်စွာ ရပ်နေစေနိုင်သည်။

Control of double acting cylinder using 5/3 or 4/3 way valve

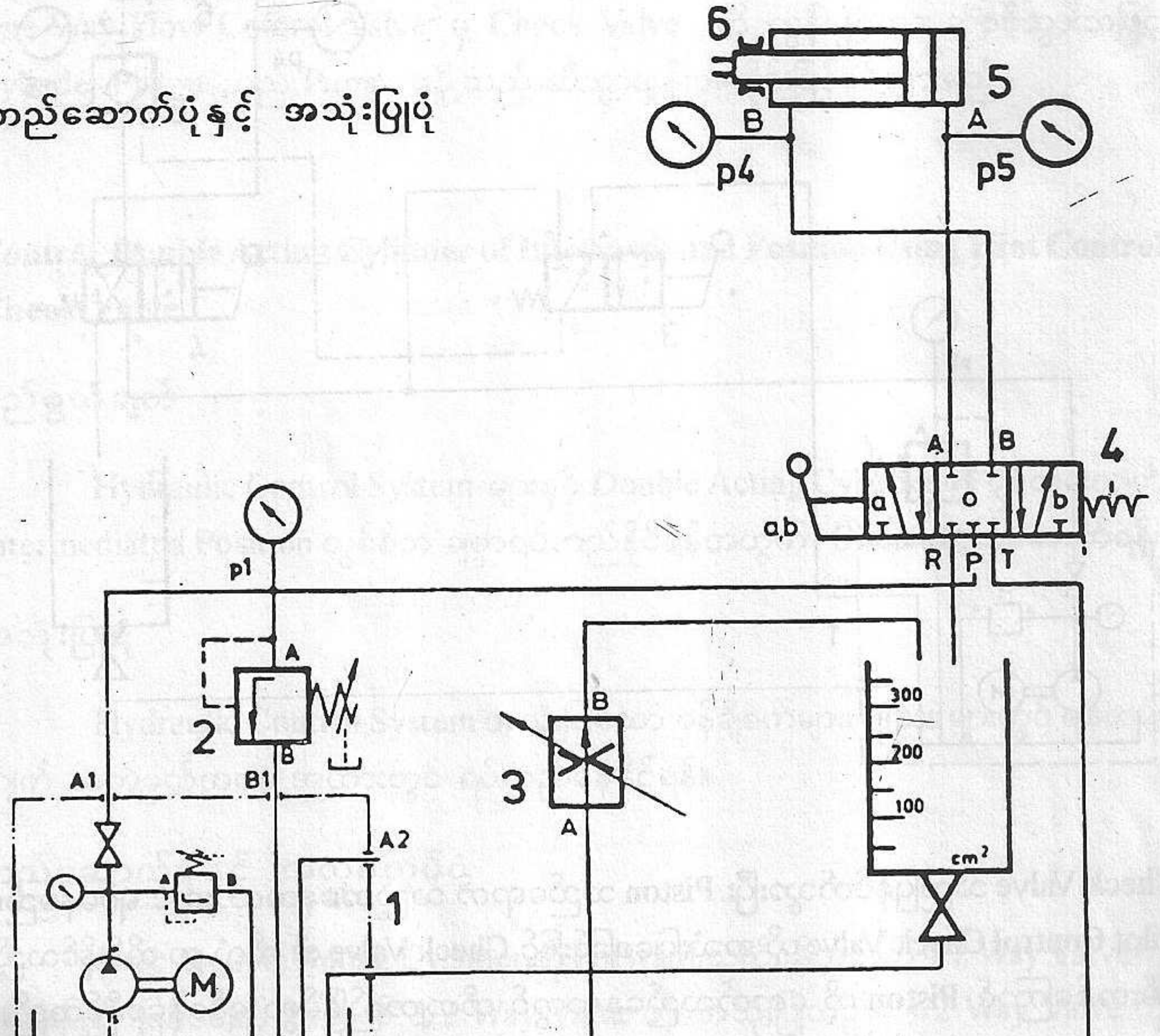
ရည်ရွယ်ချက်

Double Acting Cylinder ကို Forword end Position Rear end Position အပြင် Intermediated တွင်ပင် ရပ်လိုသည့် နေရာ၌ ရပ်နိုင်စေရန်။

အသုံးပြုပုံ

Hydraulic Control System များ၌ Cylinder Piston ကို ရပ်လိုသည့် နေရာ အမျိုးမျိုး၌ ဝန်ထမ်းစရာမလိုဘဲ ရပ်တည်နိုင်သည့် လုပ်ငန်းများတွင် အသုံးပြုသည်။

တည်ဆောက်ပုံနှင့် အသုံးပြုပုံ



ပုံတွင် Double Acting Cylinder ကို 5/3 Way Valve နှင့်မောင်းနှင်ပုံကို ပြသထားသည်။ 5 /3 Way Valve မှာ 4/3 Way Valve ထက် Exhaust တစ်ခုသာပိုပါပြီး အလုပ်လုပ်ပုံမှာ အတူတူပင် ဖြစ်ပါသည်။ သင်္ကေတအရ 5/3 Way Valve ၏ Normal Position မှာအလယ် Position ဖြစ်၍ ၎င်း တွင် Cylinder သို့သွားသော Port များရော Power

နှင့် Exhaust Port များပါဝိတ်ထားပါသည်။ ထို့ ကြောင့် ထို Position တွင် ဆီစီးဆင်းနိုင်မှုမရှိသဖြင့် Cylinder ရပ်နေမည်ဖြစ်သည်။ 'a' Position တွင် Cylinder ရှေ့ထွက်စေ၍ 'b' Position တွင် Cylinder Piston ဝင်စေပါသည်။

Sequential Control Using by Pressure Relief Valve

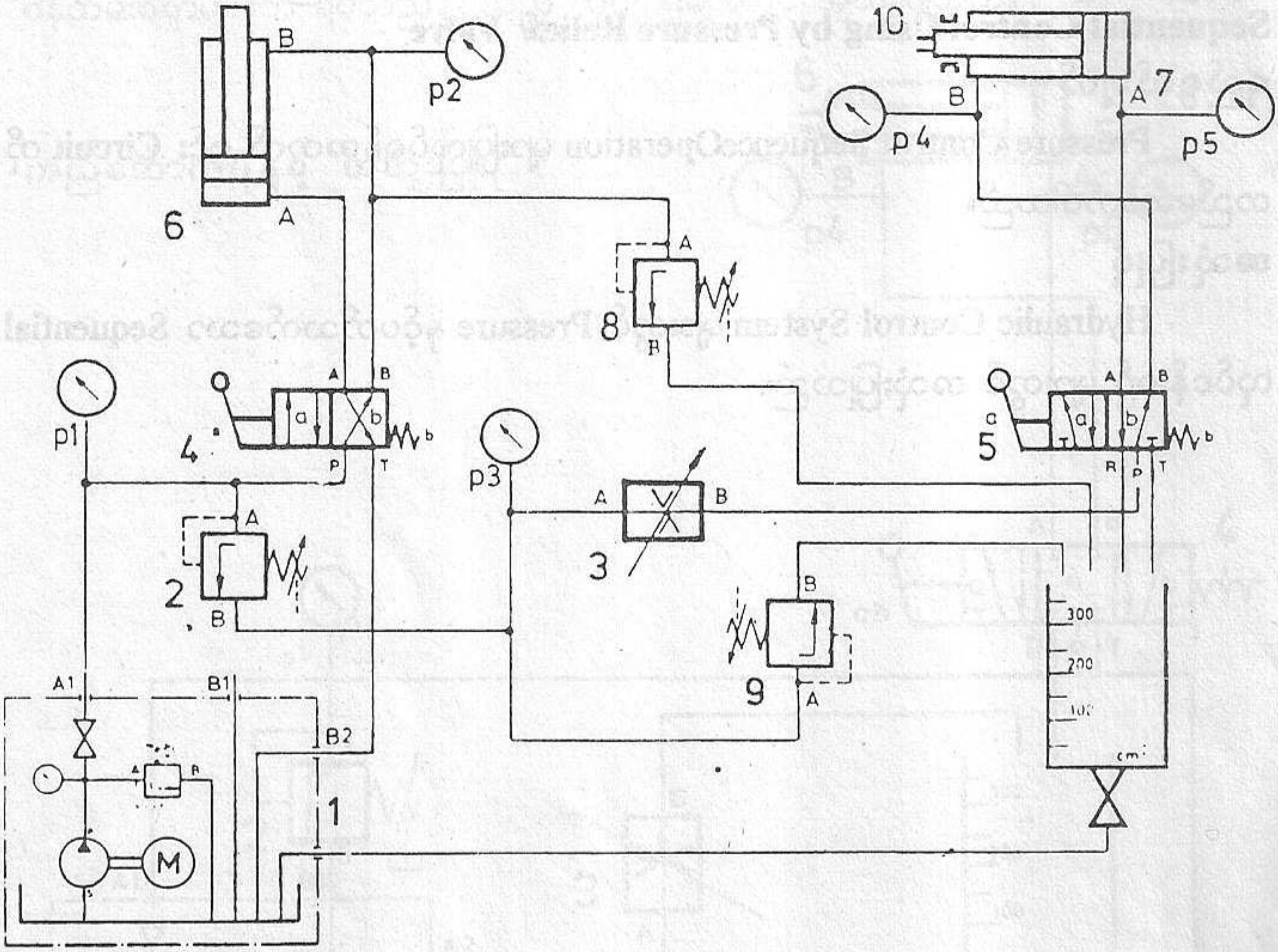
ရည်ရွယ်ချက်

Pressure Control SequenceOperation များပြုလုပ်ရန်အတွက် ၎င်း Circuit ကို တည်ဆောက်ပါသည်။

အသုံးပြုပုံ

Hydraulic Control System များတွင် Pressure နှင့်ပတ်သက်သော Sequential လုပ်ငန်းစဉ် များတွင် အသုံးပြုသည်။

-တည်ဆောက်ပုံနှင့်အလုပ်လုပ်ပုံ



ပုံတွင် Pressure Opreated Sequential Circuit ၏ ပုံကို ဖော်ပြထားသည်။ ၎င်းတွင် အဓိက ပစ္စည်းမှာ Pressure Relief Valve ပင်ဖြစ်သည်။ Power Pack (1) မှ ပို့လိုက်သော Hydraulic Delivery သည် 4/2 Way Directional Control Valve မှတဆင့် Cylinder (6) ၏ B Port သို့ရောက်နေပြီး Cylinder (6) ကိုအဝင်အနေအထားတွင် ရှိနေစေရန် တွန်းပို့ထားသည်။ Piston သည်အဝင်အဆုံးအနေ အထားတွင် ရှိနေသဖြင့် ဆက်လက်မရွေ့လျားနိုင်ကာ Pressure တက်လာမည်။ ၎င်း Pressure သည် Pressure Relief Valve (2) မှချိန်ညှိထားသည့် Pressure ထက်ကျော်လွန်သည်နှင့် Pressure Relief

Valve (2) မှ Relief လုပ်သဖြင့်၎င်း Relief လုပ်သောဆီသည် Flow Regulating Valve 3 မှဖြတ်ကာ Directional Control Valve 5 မှတဆင့် Cylinder (7) ၏ B Port သို့ရောက်ကာ Piston ကို အဝင်အနေ အထားတွင် ရှိနေစေသည်။ ၎င်း Piston သည်လည်း အဝင်အနေအထား အဆုံးတွင် ရှိနေသဖြင့် Pressure Relief Valve (9) မှ ချိန်ညှိထားသည့် ဖိအားကျော်လွန်သည်နှင့် ၎င်းမှ Relief လုပ်ကာဖိအားကို Limit လုပ်ထားပါသည်။

Circuit တွင် Pressure Relief Valve (2) မှ Relief အလုပ်လုပ်သောဆီဖြင့် Cylinder (7) အလုပ်လုပ်သောကြောင့် ၎င်းPressure Relief Valve (2) လုပ်သောအချိန်များ၌သာ Cylinder (7) အလုပ်လုပ်နိုင်မည်ဖြစ်သည်။ Pressure Relief Valve (2)မှာ Cylinder(6) ၏Piston အဝင်နှင့်အထွက်လှုပ်ရှားမှုအဆုံးအချိန်များ၌တစ်ကြိမ်စီနှင့်ဝန်ထမ်းစဉ် ဖြစ်သောOver Load အချိန်တွင်သာ Relief လုပ်မည်ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် Cylinder(6) ၏ Piston ဖြင့် ပစ္စည်းတစ်ခုကို ဖိညှပ်ပြီး လုံလောက်သော ဖိအားရရှိသော အချိန်များ၌သာ Cylinder(7) မောင်းနှင်၍ရမည်ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် ပစ္စည်းတစ်ခုကို စက်ဖြင့် ခုတ်စားရာ၌ပစ္စည်းကို Machine Vice ပေါ်၌ သတ်မှတ်ဖိအားဖြင့် ဖမ်းညှပ်ပြီးမှသာ ခုတ်စားနိုင်ရန် စီစဉ်ထားသည်။ သတ်မှတ်ဖိအားဖြင့် ဖမ်းညှပ်ထားခြင်း မရှိပါက မည်မျှပင် feed Cylinder(7) ဖြင့် ခုတ်စားလိုသော်လည်း ခုတ်စားမှုမရစေရန် စီစဉ်ထားသော Circuit ဖြစ်သည်။

Flow Regulating Valve (3) နှင့် Pressure Relief Valve(9) ပူးပေါင်းဆောင်ရွက်၍ Cylinder(7) ၏ Piston အနှေးအမြန်ကို ထိန်းချုပ်ထားသည်။

Pressure Relief Valve(8) မှာမူ Cylinder(6)၏အဝင်အနေအထားတွင် Pressure Relief Valve(2) မှ ချိန်ညှိထားသော ဖိအားထက် လျော့၍ချိန်ထားခြင်းဖြင့် Cylinder(7)အလုပ်မလုပ်နိုင် စေရန် စီစဉ်ထားခြင်းဖြစ်သည်။

Pressure Control with Pressure Regulator

ရည်ရွယ်ချက်

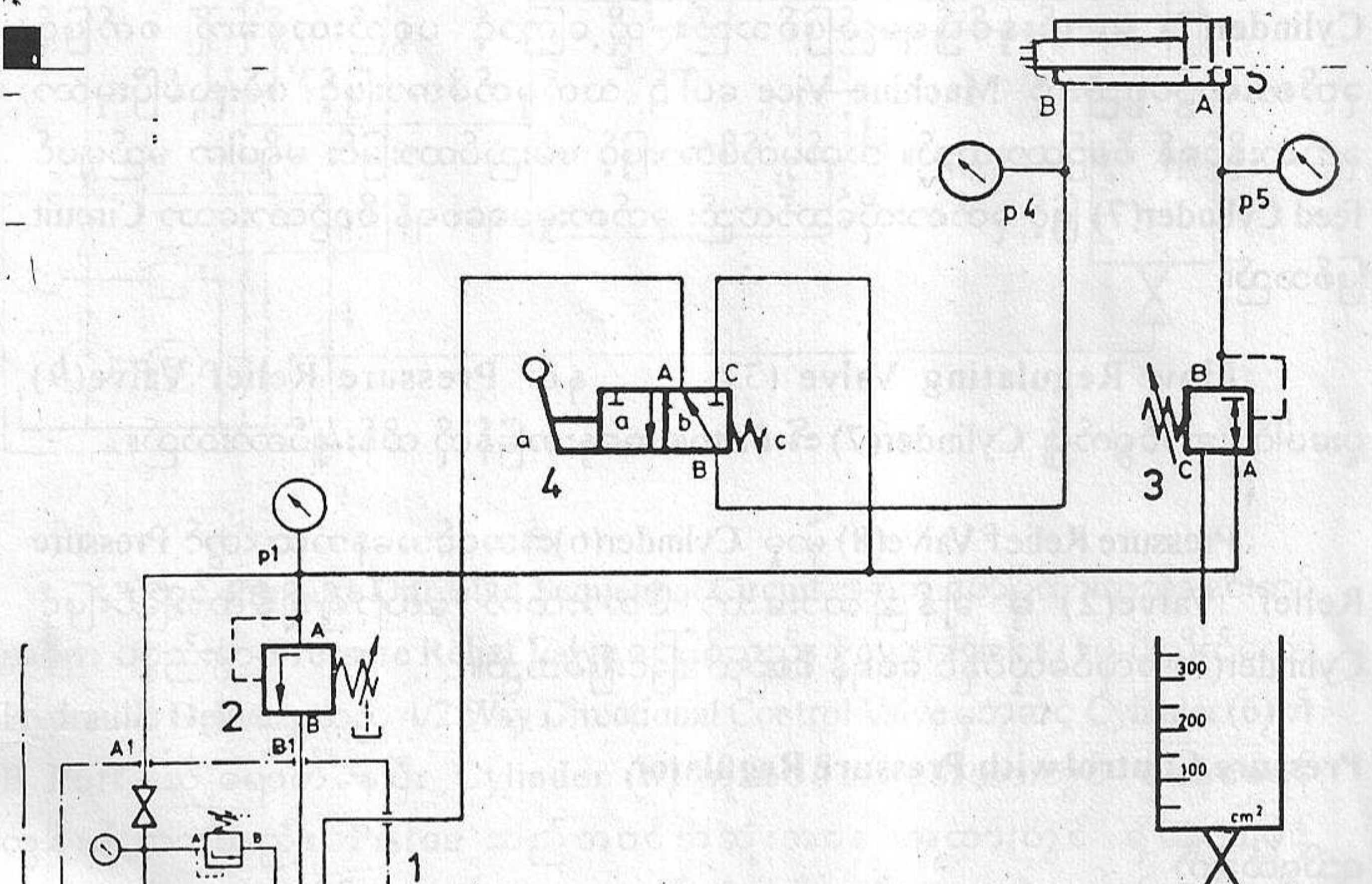
သတ်မှတ်ထားသည့် ဖိအားထက် မနည်းမများစေဘဲ တိကျသည့်ဖိအားတစ်ခု၌

အလုပ်လုပ် နိုင်စေရန်။

အသုံးပြုပုံ

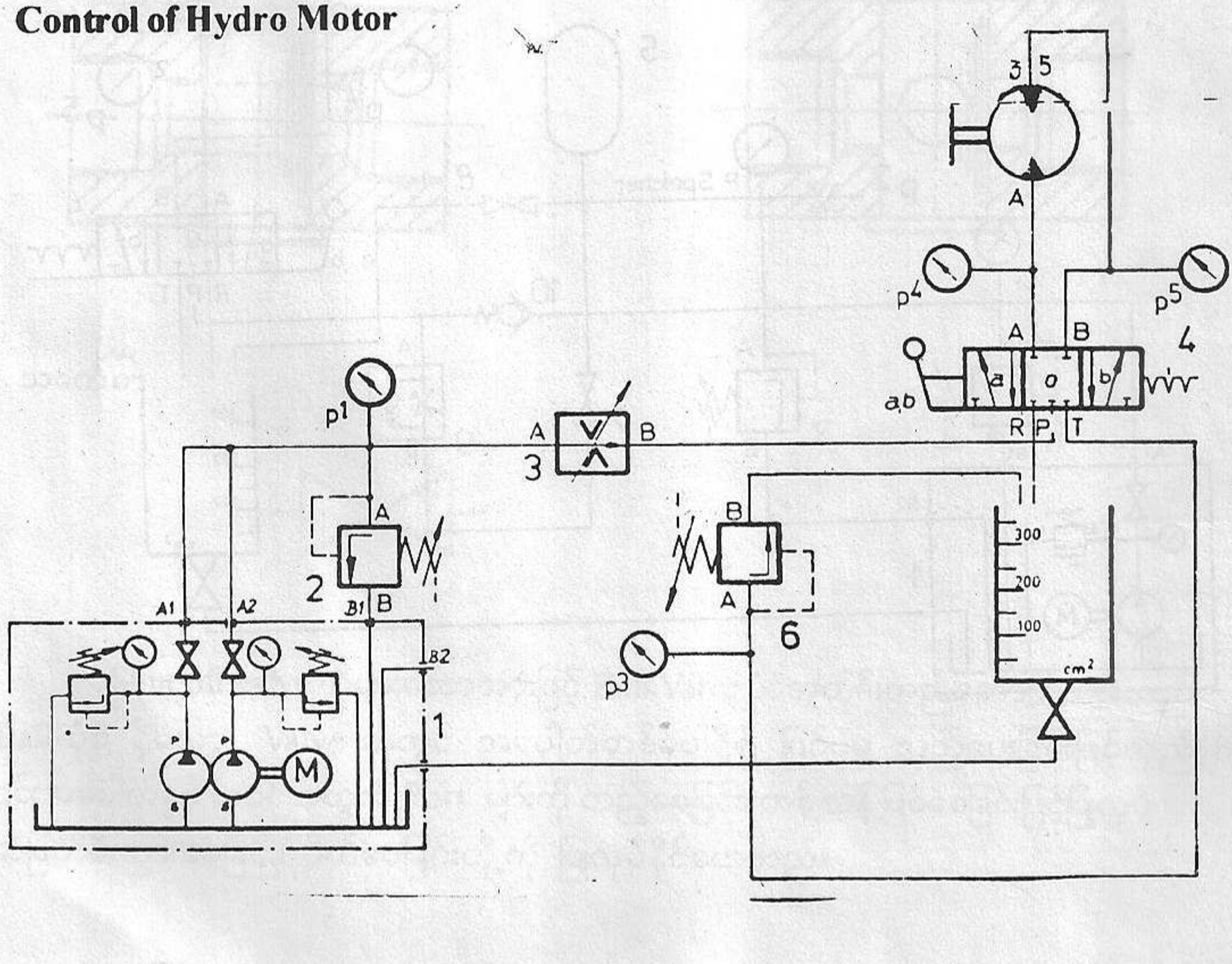
အချို့သော စက်ပစ္စည်းအစိတ်အပိုင်းများသည် သတ်မှတ်ဖိအားဖြင့်သာ ကိုင်တွယ်ခြင်း၊ မခြင်း၊ ရွှေ့ခြင်း၊ ဖိခြင်း ပြုလုပ်နိုင်သည်။ ဖိအားပိုသွားပါက ကွဲကြေသွားနိုင်၍ လိုသွားပါက လိုရာအလုပ် မ ပြီးမြောက်နိုင်ပေ၊ ထိုသို့သောလုပ်ငန်း မျိုးတွင် အသုံးပြုသည်။

တည်ဆောက်ပုံနှင့် အလုပ်လုပ်ဆောင်ပုံ



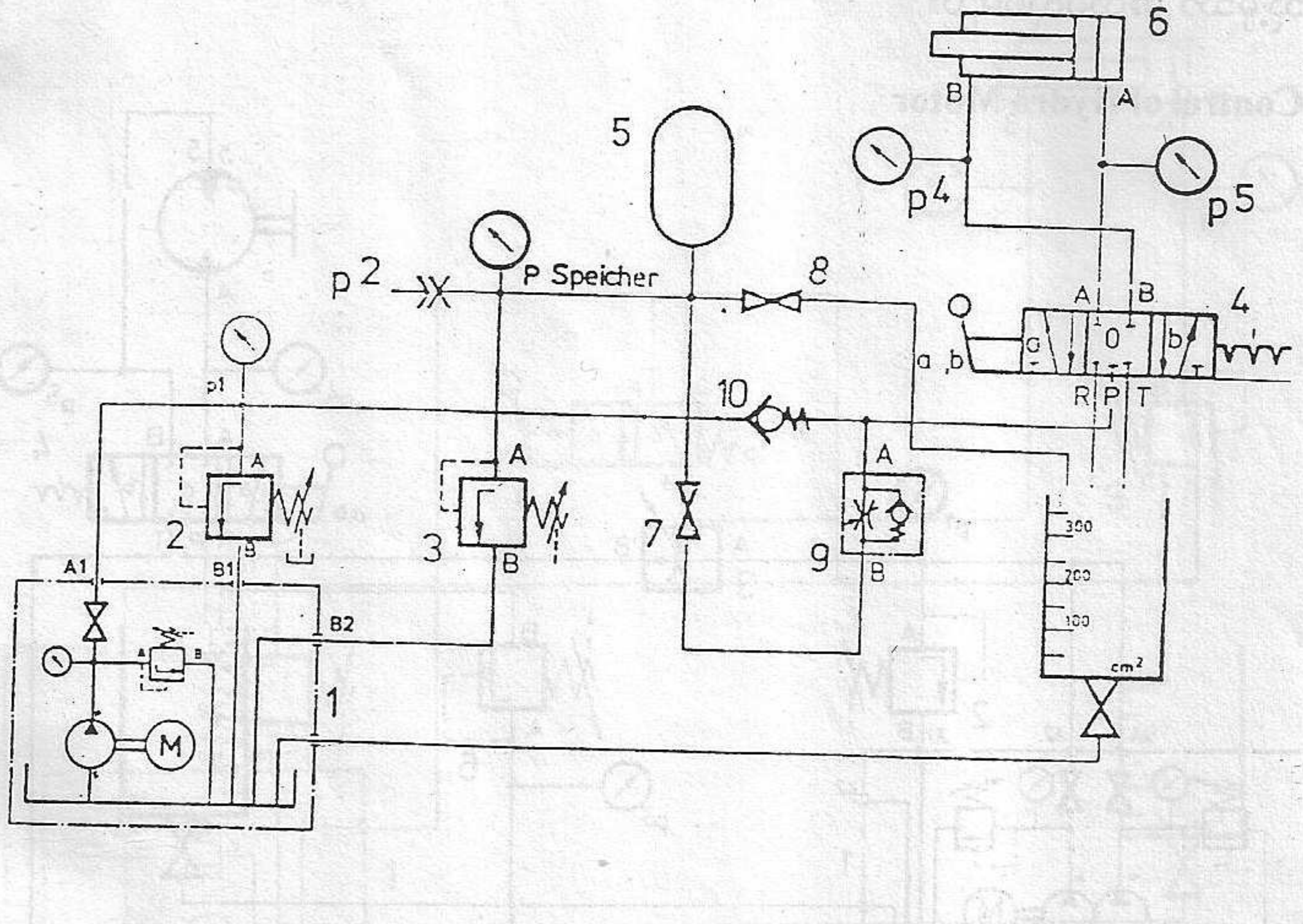
ပုံတွင် Normal အနေအထား၌ Power Pack မှပေးပို့သော Delivery သည် Pressure Regulator မှတစ်ဆင့် Cylinder Aအပေါက်သို့ပို့သဖြင့် Pressure Regulator၏ ချိန်ညှိထားသည့် ဖိအား အတိုင်းတွန်းပြီး Cylinder Piston သည် Work Piece တစ်ခုကို တွန်းနေမည်။ ၎င်းတွန်းသည့်ဖိအား သည် သတ်မှတ်ထားသည့်ဖိအားအတိုင်းရှိမည်၊ လျော့ခြင်းတိုးခြင်း မရှိပါ။ Pressure Relief Valve(2) မှချိန်ညှိရမည့် ဖိအားသည် Pressure Regulator ချိန်ညှိရမည့်ဖိအားထက်များနေရမည်။ 3/2 Directional Control Valve ကိုနှိပ်လိုက်သောအခါ Diefferential Circuit အတိုင်းအလုပ်လုပ်မည်။ သို့သော် လည်း Cylinder B Port မှတွန်းသောဖိအားသည် Pressure Relief Valve မှချိန်ညှိထားသောဖိအားဖြစ် ပြီး A အပေါက်မှ Pressure Regulator မှ ချိန်ညှိထားသော ဖိအားထက်များသဖြင့် Cylinder Piston ပြန်ဝင်သွားမည်။ ထို Circuit တွင် Differential Cylinder ကို သုံးထားပါက Pressure Relief Valve ၏ဖိအားသည် Pressure Regulator မှ ချိန်ညှိဖိအားနှစ်ဆ ထက်ပိုများရမည်။ သို့မှသာ အလုပ်လုပ်မည်။

Control of Hydro Motor



5/3 Way Valve ၏ Normal Position တွင် Hydraulic Motor ၏ A နှင့် B အပေါက်နှစ်ဖက် စလုံးသို့ Hydraulic Delivery ရောက်ရှိခြင်း မရှိသဖြင့် Motor ရပ်နေမည်။ 5/3 Way Valve ၏Position ကို A နှင့် B သို့ တစ်လှည့်စီပြောင်းပေးခြင်းဖြင့် Motor ကိုဘယ်နှင့်ညာ Direction တစ်ဖက်ဆီသို့ လှည့်စေလေသည်။ 5/2 Way Valve ၏ Exhaust နှစ်ခုဖြစ်သည့် T.S တွင် Pressure Relief Valve တစ်လုံးစီတပ်ထားပြီး ၎င်းတို့သည် Cushioning အကျိုးသက်ရောက်မှု ရှိစေရန်ဖြစ်သည်။ Pressure Relief Valve(2) သည် System Pressure သတ်မှတ်ရန်ဖြစ်ပြီး Hydraulic Motor အနေးအမြန်ကို Flow Regulator 3 သည် Pressure Relief Valve (2) နှင့်ပူးပေါင်းဆောင်ရွက်သည်။

Accumulator circuit



Shut - off Valve

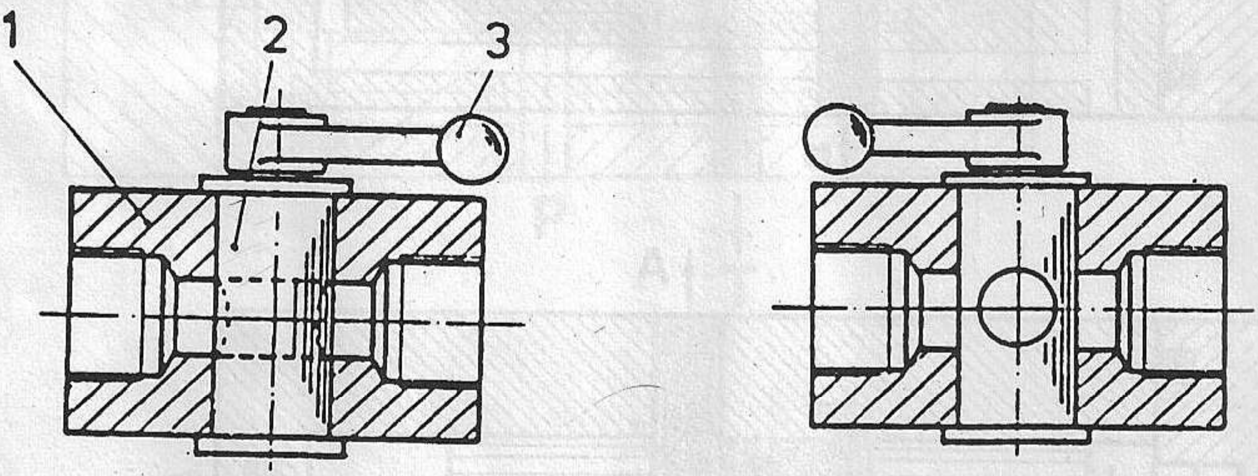
ရည်ရွယ်ချက်

Hydraulic System တွင် ဆီသွားလမ်းကြောင်းကို ဖြတ်တောက်ရန်အတွက် တည်ဆောက်ထား သည်။

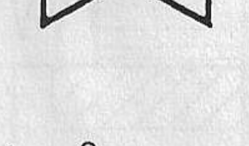
တည်ဆောက်ပုံနှင့်အလုပ်လုပ်ပုံ

Shut off val ကို အောက်ပါပစ္စည်းများဖြင့်တည်ဆောက်ထားသည်။

1. Body 2. Plunger or ball with port 3. Hand Lever

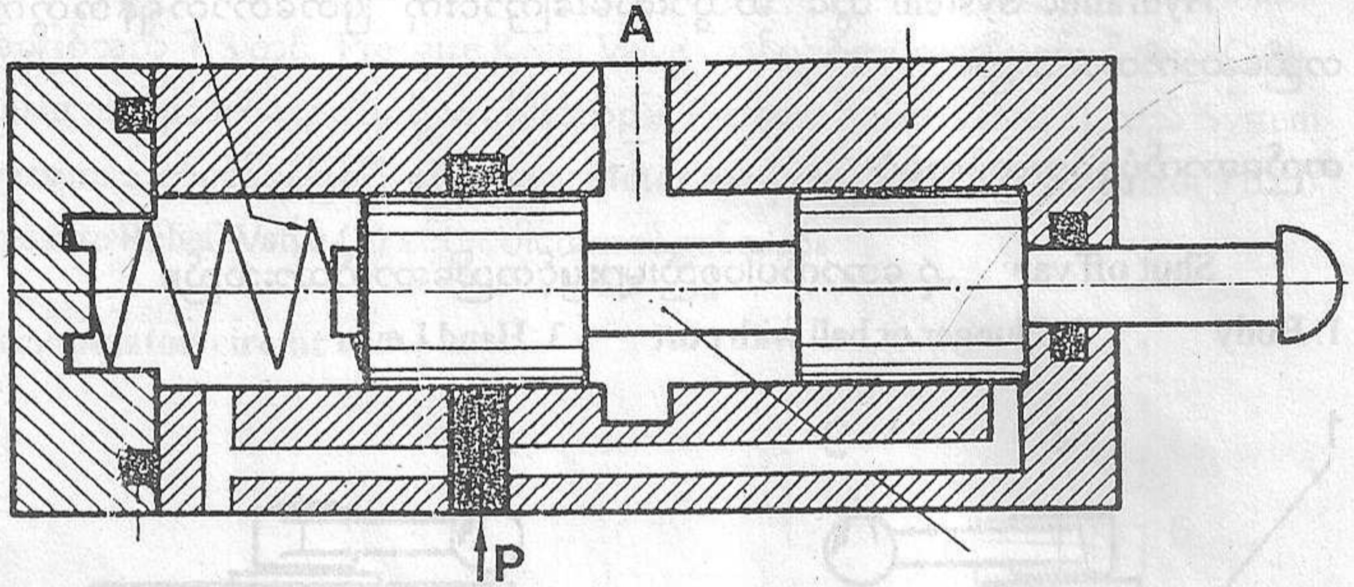


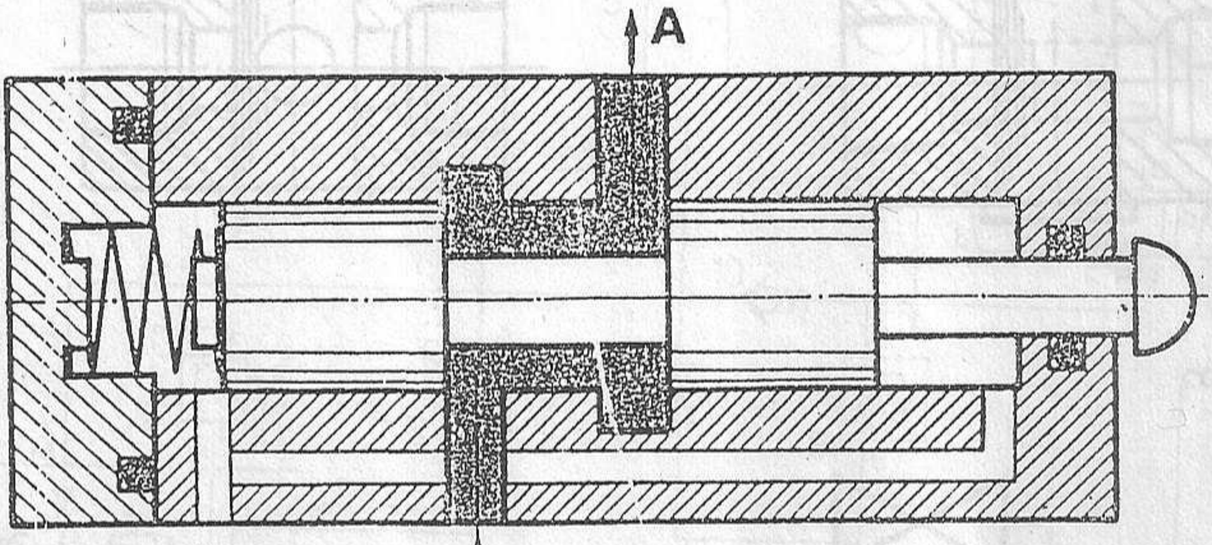
သင်္ကေတ



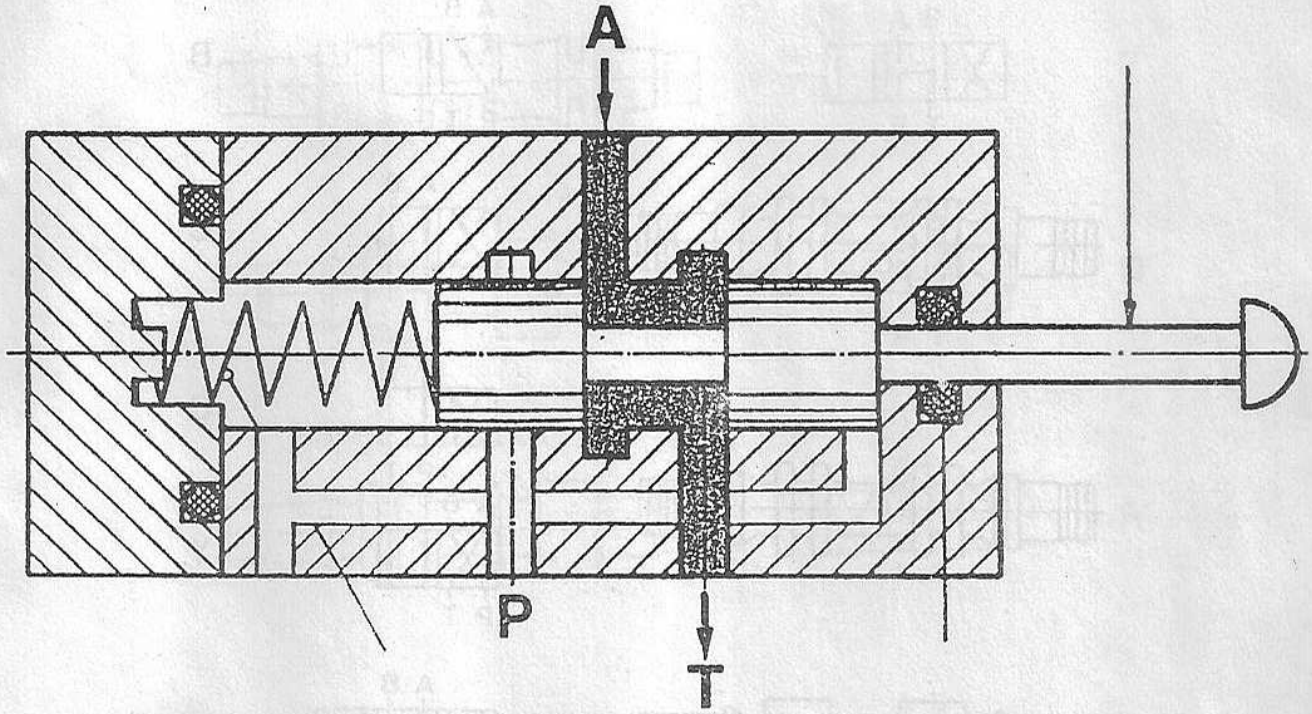
Shut off valve ကိုများသောအားဖြင့် Ball Valve ပုံစံအတိုင်းတည်ဆောက်ထားသည်။ Ball ပုံစံ ရှိသော Valve ဆံတွင် အပေါက်တစ်ခုပါရှိ၍ ပြင်ပမှ လှည့်ပေးခြင်းဖြင့်လည်း ၎င်းအပေါက်နှင့် အဝင်အထွက် Port များကို တည့်စေခြင်း၊ ကန့်လန့်ဖြစ်စေခြင်းဖြင့်ပြုလုပ်ကာ ဆီဖြတ်စီးသွားစေခြင်း၊ ပိတ်စေခြင်းတို့ကို ပြုလုပ်နိုင်လေသည်။

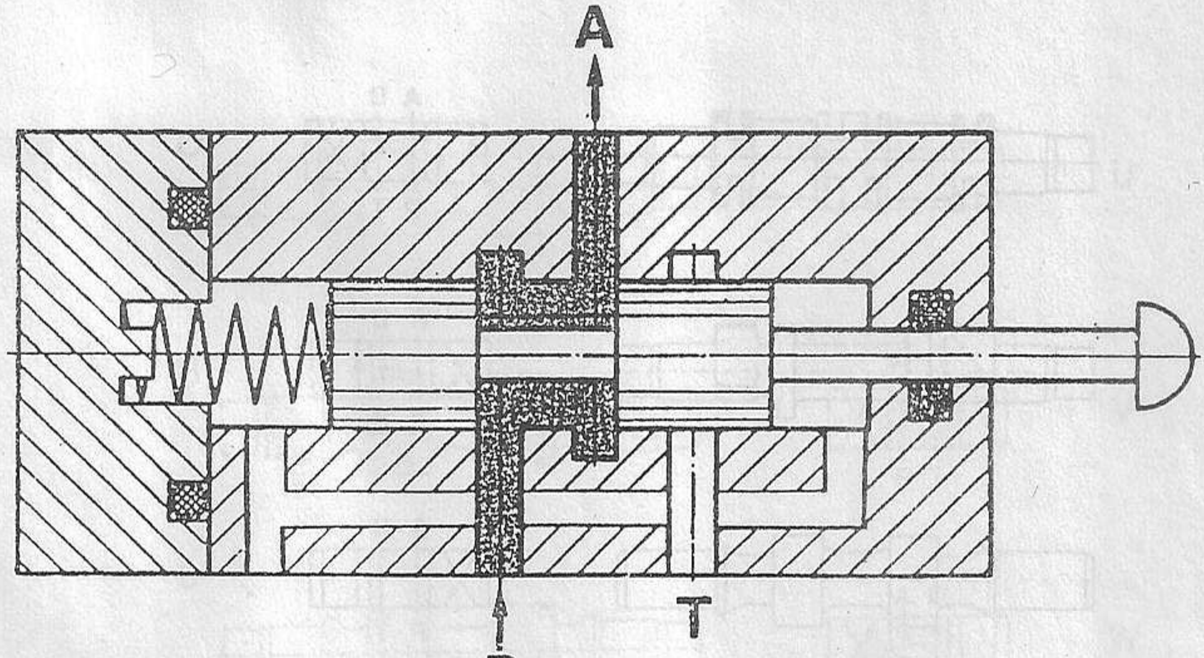
2/2 – Wegeventil

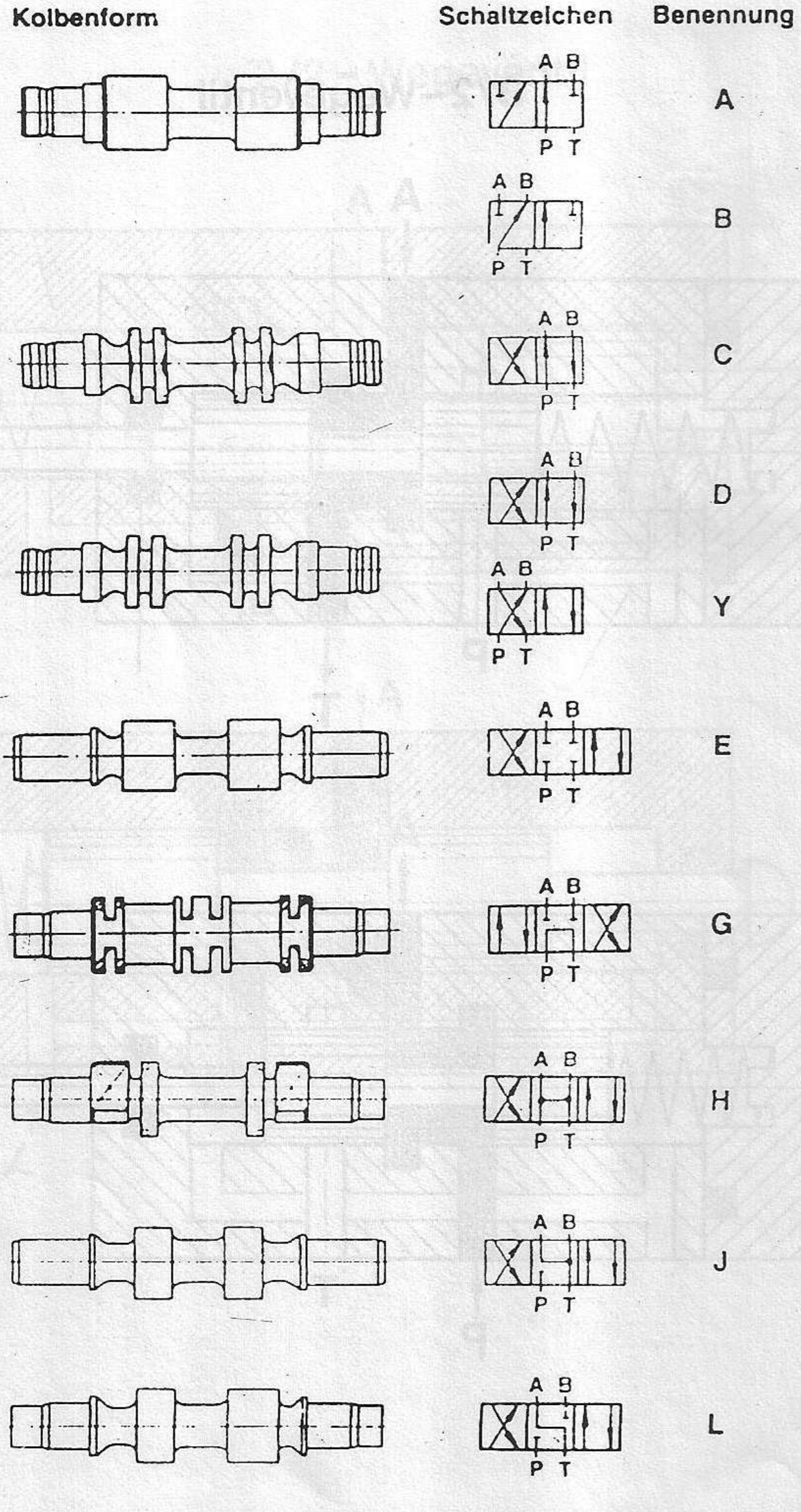


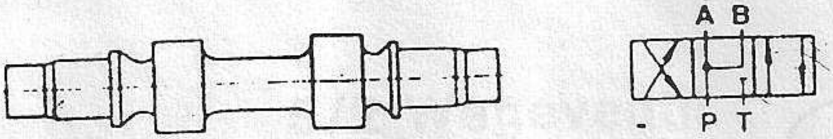


3/2-Wegeventil

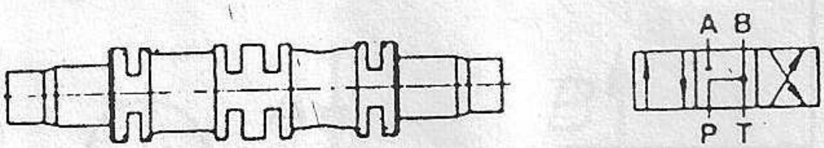




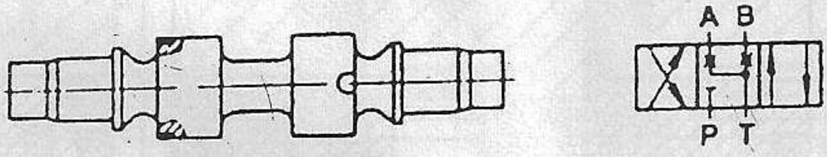

Kolbenform
Schaltzeichen
Benennung
A
B
C
D
Y
E
G
H
J
L



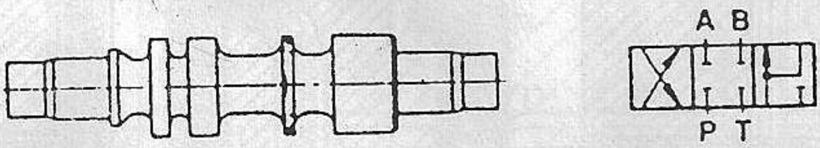
M



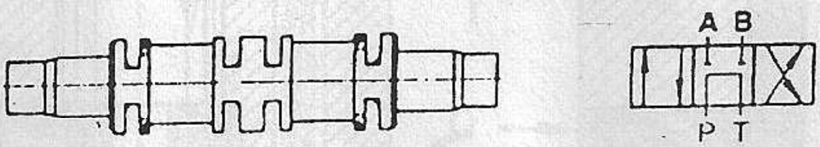
P



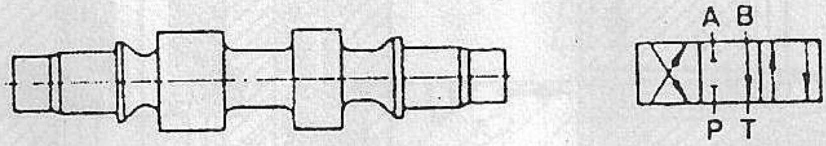
Q



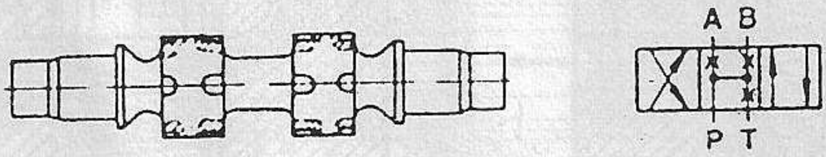
R



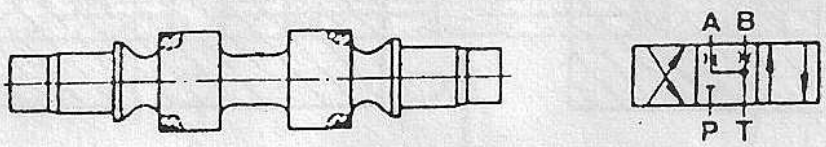
T



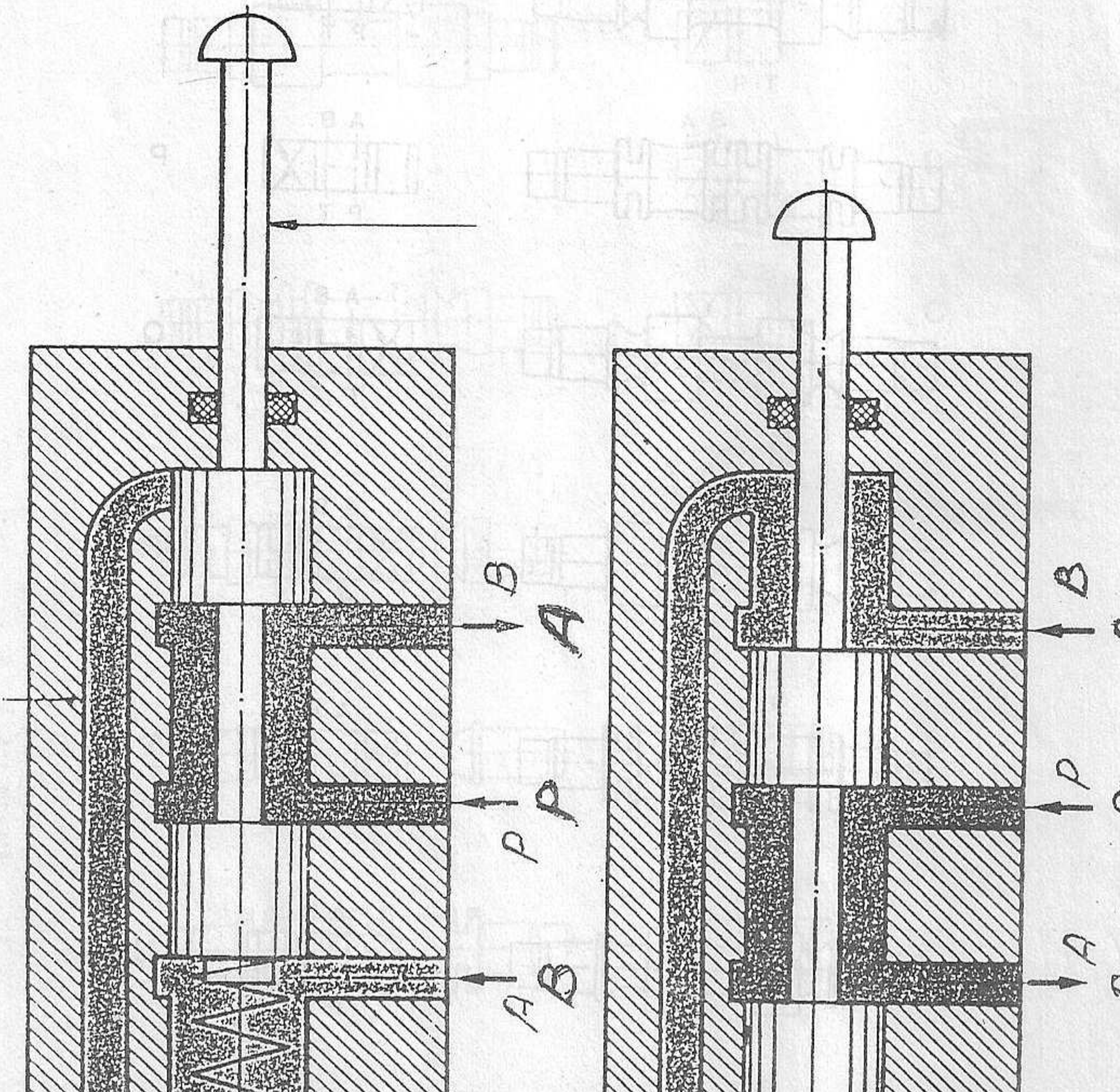
U



V



W



4/2-Wegeventil

5/2 Wegeventil