

TÅGSTYRNING

MATS BERGMAN

Inst. för Reglerteknik
Lunds Tekniska Högskola
April 1977

Dokumentutgivare
Lund Institute of Technology
Handläggare Dept of Automatic Control
Björn Wittenmark
Författare
Mats Bergman

Dokumentnamn
REPORT

Utgivningsdatum
April 1977

Dokumentbeteckning
LUTFD2/(TFRT-5195)/1-39/(1977)

Ärendebeteckning
06T6

1074

Dokumenttitel och undertitel

18T0
Tågstyrning
(Train control)

Referat (sammandrag)

26T0
Logical control of a model railway are presented. The model railway are controlled by a PDP 8/s minicomputer. By energizing tracksections and switching turnouts the trains can be controlled.

Referat skrivet av

Author

Förslag till ytterligare nyckelord

44T0

Klassifikationssystem och -klass(er)

50T0

Indexterminer (ange källa)

52T0

Omfång
39 pages

Övriga bibliografiska uppgifter
56T0

Språk

Swedish

Sekretessuppgifter

60T0

Dokumentet kan erhållas från
Department of Automatic Control
Lund Institute of Technology
Box 725, S-220 07 Lund 7, Sweden

ISSN

60T4

Mottagaröns uppgifter

62T4

ISBN

60T6

TÅGSTYRNING

Examensarbete utfört av

MATS BERGMAN

Handledare

BJÖRN WITTENMARK

INST. F. REGLERTEKNIK

LTH

April 1977

ABSTRACT

In order to demonstrate logic control on a model railway, there has been built a construction that is controlled by a PDP 8/s minicomputer.

By energizing some, from each other insulated, track-sections and by switching some turnouts, the trains can be controlled.

There is also a possibility to manual control from a panel.

One program has been written for the energizing of the tracksections only, and one program has been written for both the energizing and for the control of the turnouts. With these programs you can compare the results between manual and computerized control of the turnouts.

The programs are written in PLC-8 which is a program-packet that implements a "Programmable Logic Controller" on PDP 8/s.

SAMMANFATTNING

I syfte att demonstrera logisk styrning på en modelljärnväg, har en anläggning byggts där styrningen sker med hjälp av en PDP 8/s minidator.

Tågen styrs genom att vissa, från varandra isolerade, sektioner strömsättes samt att ett antal växlar kan styras.

Styrningen kan också ske manuellt från en panel.

Ett program har skrivits för enbart strömsättningen, när detta används styrs växlarna manuellt. Ett annat program har skrivits för både strömsättning och växelstyrning. Man kan härigenom jämföra resultatet mellan manuell och datorstyrd växling.

Programmen är skrivna i PLC-8 som är ett programpaket som implementerar en "Programmable Logic Controller" på PDP 8/s.

INNEHÄLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING
2. PLC-8
 - 2.1 Operationer i PLC-8
 - 2.2 Operationslista
 - 2.3 Kommandon i PLC-8
 - 2.4 Kommandolista
 - 2.5 Exempel
3. PDP 8
 - 3.1 Logiska ingångar
 - 3.2 Logiska utgångar
4. ELEKTRONIK
 - 4.1 Lägesindikering
 - 4.2 Växelstyrning
 - 4.3 Strömsättning
5. PANEL
6. TÅGSTYRNING
 - 6.1 Strömsättningsvillkor
 - 6.2 Växlingsvillkor

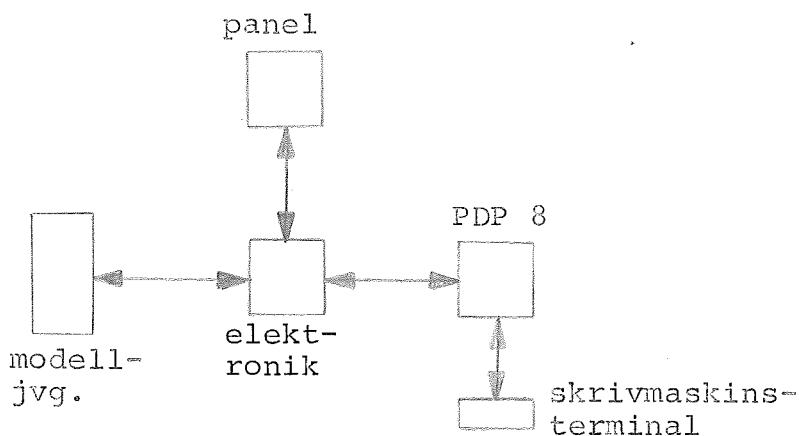
Bilaga 1 Användningsinstruktion

Bilaga 2 RIM-loader PDP 8/s

1. INLEDNING

I syfte att demonstrera logisk styrning på en modelljärnväg har en anläggning byggts där styrningen sker med en PDP 8/s minidator.

Förutom modelljärnväg består anläggningen av viss elektronik för signalomvandling samt av en panel från vilken man kan styra modelljärnvägen manuellt.



Modelljärnvägen (Märklin) är indelad i sektioner som kan strömsättas oberoende av varandra. Från modelljärnvägen fås information om huruvida det befinner sig ett tåg inom en viss sektion eller ej. Dessutom kan ett antal växlar styras.

Till minidatorn, som utrustats med logiska in- och utgångar, finns ett programpaket som kallas PLC 8. Detta programpaket implementerar en "Programmable Logic Controller" på PDP 8/s, vilket innebär att man direkt från en skrivmaskinsterminal kan programmera in logiska uttryck med enkla instruktioner.

PLC-8 är konstruerat av Johan Wieslander, Institutionen för Reglerteknik, LTH.

2. PLC-8

PLC-8 är ett programpaket som implementerar en "Programmable Logic Controller" på PDP 8/s. Programpaketet består av två olika delar: en styrdel och en kommandodel.

Styrdelen är aktiv då logikkoden utföres och svarar för in- och utmatning av logiska variabler samt viss administration.

Kommandodelen kommunicerar med användaren genom en skrivmaskinsterminal. Användaren kan därigenom läsa in, modifiera och mata ut program skrivna i logikkoden, samt starta exekveringen av sådana program. Dessutom kan vissa variabler och switchar ges värden.

2.1 Operationer i PLC-8

Operationer i PLC-8 sker på en stack som är orienterad så att stackens topp har lägre adress än stackens botton. Stackpekaren sp pekar på översta elementet i stacken (toppen).

Fortsättningsvis kommer nedanstående beteckningar att användas:

- (sp) värdet överst på stacken
- (sp+1) värdet näst överst på stacken
- a värdet som pekas ut i instruktionen
- 7 operationen "icke", NOT
- V operationen "eller", OR
- & operationen "och", AND

Det värde som pekas ut i instruktionen anges med konstruktionen TYP, NR.

TYP anger typen av variabel, NR dess nummer. (oktalt)

TYP=	X	insignal
	Y	utsignal
	T	temporärt register
	FFT	flip-flop (vippa) ingång TRUE
	FFF	flip-flop ingång FALSE
	FF	flip-flop utgång
	MS	mono stabil utgång

NR= 0- 77 (oktalt) för variabler

0- 17 (oktalt) för FF och MS

2.2 Operationslista

Den logikkod som exekveras är avgränsad av det sista förekommande BEGIN- END-paret.

BEGIN- skall vara första operation. Definierar startadress till styrprogrammet.

END- skall vara sista operation. Gör återhopp till styrprogrammet.

NOP - ingen verkan

ENTER TYP, NR - Det angivna värdet placeras på stacken som utökas.

sp \leftarrow sp-1

(sp) \leftarrow a

ENTNOT TYP,NR - Det angivna värdet komplementeras och placeras på stacken, som utökas.

$sp \leftarrow sp - 1$

$(sp) \leftarrow 7a$

AND TYP,NR - Operationen AND utföres mellan det angivna värdet och värdet på stacken.

Resultatet placeras på stacken.

$(sp) \leftarrow (sp) \& a$

ANDNOT TYP,NR - Operationen AND utföres mellan komplementet av det angivna värdet och värdet på stacken. Resultatet placeras på stacken.

$(sp) \leftarrow (sp) \& 7a$

ORNTO TYP,NR - Operationen OR utföres mellan komplementet av det angivna värdet och värdet på stacken. Resultatet placeras på stacken.

$(sp) \leftarrow (sp) V 7a$

OR TYP,NR - Operationen OR utföres mellan det angivna värdet och värdet på stacken.

Resultatet placeras på stacken.

$(sp) \leftarrow (sp) V a$

POP TYP,NR - Värdet på stacken överföres till den angivna variabeln. Stacken minskas.

$a \leftarrow (sp)$

$sp \leftarrow sp + 1$

POPNOT TYP,NR - Värdet på stacken komplementeras och överföres till den angivna variabeln. Stacken minskas.

$a \leftarrow 7(sp)$

$sp \leftarrow sp + 1$

OUT	TYP, NR - Värdet på stacken överföres till den angivna variabeln. Stacken oförändrad. a \leftarrow (sp)
OUTNOT	TYP, NR - Värdet på stacken överföres till den angivna variabeln efter att ha komplementerats. Stacken oförändrad. a \leftarrow 7(sp)
ANDSTK	- De två översta värdena på stacken kombineras enligt operationen AND. Stacken minskas och resultatet av operationen placeras på stacken. (sp+ 1) \leftarrow (sp) & (sp+ 1) sp \leftarrow sp+ 1
ORSTK	- De två översta värdena på stacken kombineras enligt operationen OR. Stacken minskas och resultatet av operationen placeras på stacken. (sp+ 1) \leftarrow (sp) V (sp+ 1) sp \leftarrow sp+ 1
NOT	- Värdet på stacken komplementeras. (sp) \leftarrow 7(sp)
TRUE	- Stacken utökas och värdet TRUE placeras på stacken. sp \leftarrow sp+ 1 (sp) \leftarrow TRUE

CKFF NR - Klockad flip-flop. Värdet på stacken är klockans värde, endast om detta är true sker vidare beräkningar. Flip-floppens värde ersätter blockvärdet på stacken, samt lagras i FF,NR. Beräkningarna styrs av FFT,NR och FFF,NR sålunda:

FFT	FFF	FF
false	false	oförändrat
false	true	false
true	false	true
true	true	komplementerat

MSFF NR - Värdet på stacken undersöks. Om detta är true efter att i föregående anrop varit false blir resultatet true, och kommer att så förbli i det antal efterföljande intervall som anges av DELAY (specificeras genom kommando till PLC-8). Resultatet ersätter ingångsvärdet på stacken och är tillgängligt i MS,NR.

2.3 Kommandon i PLC-8

1. Kommandofasen startas genom CTRL/C som:
 - a. stoppar logikkod evalueringen
 - b. nollställer utgångar
 - c. skrar STOP på terminalen
2. RUBOUT tar bort närmast föregående tecken i tur och ordning.
3. CTRL/U tar bort hela raden
4. Rad avslutas med \downarrow (vagnretur) > eller < .
5. Observera att alla tal, tex. adresser i logikkod, variabelnummer samt argument i kommandon är oktala tal utan tecken.
6. Kommandoord skrives omedelbart efter >-tecknet och får (med undantag för KILL, RETRIG och RUN) förkortas till 2 eller 4 bokstäver.
7. Formatet för en logikoperation (READ och EXAMINE) är:

nl OP eller

nl OP n2 eller

nl OP typ,n2

nl=adress
n2=nummer

Vid svar i EXAMINE utelämnas nl.

2.4 Kommandolista

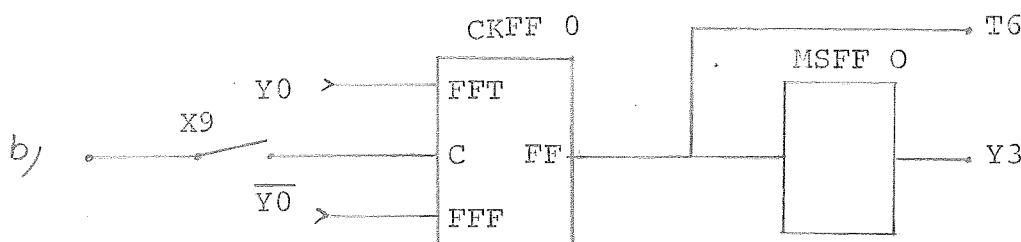
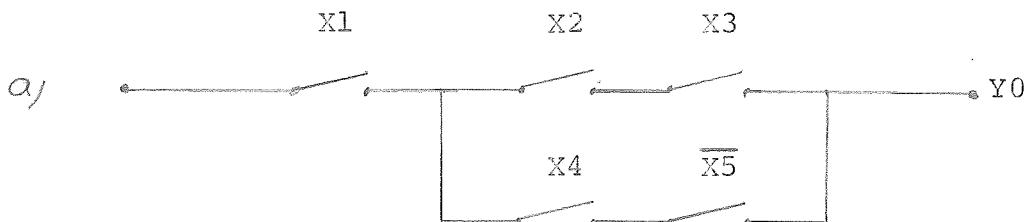
- KILL - ger svaret: ?
 Operatören skall sedan svara med en ny rad,
 börjar denna med något annat än ! ignoreras
 kommandot. Om svaret är ! genereras NOP-ins-
 truktioner ihela logikminnet.
- READ - En pappersremsa stansad i formatet enligt 7
 ovan läses från snabbläsaren och specificerad
 logikkod genereras i minnet.
- LIST nl n2 - Skriver ut logikkod på skrivmaskin med
 början med instruktion nl (0 om nl saknas).
 n2 instruktioner skrivs ut. Om nl men inte
 n2 finns med antas n2 = 1. I samtliga fall
 slutar utskriften om instruktionen END på-
 träffas.
- PUNCH nl n2 - Som LIST men även hålremsa stansas ut.
- MOVE nl n2 - Flyttar operationerna med adress nl och
 följande till position n2 och följande. Det
 uppstående fria utrymmet fylls med NOP:
- EXAMINE n - Logikinstruktionen skrivas ut i format enl.7
 följt av :-tecknen. Operatören skall omedel-
 bart efter :-tecknet svara med tom rad eller
 med ny kod, dock utan adressspecifikation.
 Svaret avslutas enl.4, där) innehär nytt
 kommando, > EXAMINE på nästföljande rad samt
 < EXAMINE på föregående operation.
 Detta kommando används då man skriver egna
 program.

RUN - Det sist förekommande BEGIN-END paret söks upp, varefter logikkoden börjar exekveras med nollställda variabler och flip-floppar.

MSDELAY nl n2 - Kommandot sätter fördröjningen till n2 för MS-vippan nl. OBS att detta värde inte initialiseras varken vid programläggningen eller vid KILL.

2.5 Exempel

Nedanstående exempel visar hur man skriver ett enkelt logiskschema, fig.a, i PLC-8



Om vi börjar med att betrakta fig. kan detta skrivas som : $Y_0 = X_1 \& (X_2 \& X_3) \vee (X_4 \& \bar{X}_5)$ $\bar{X}_5 = \text{NOT } X_5$

Ovanstående uttryckt i PLC-8 :

```

BEGIN
ENTER    X,2
AND      X,3
ENTER    X,4
ANDNOT   X,5
ORSTK
AND      X,1
POP      Y,0
END

```

OBS varje ENTER skall följas av en operation som minskar stacken.I detta fall ORSTK och POP Y,0.

Till fig. a läggs nu fig. b som består av en klockad flip-flop, CKFF 0, och en MS-vippa, MSFF 0.

Utgången Y0 i fig. a är ingång FFT till CKFF 0, och Y0:s komplementerade värde är ingång FFF till CKFF 0.

Uttryckt i PLC-3 :

```
BEGIN
ENTER    X,2
AND      X,3
ENTER    X,4
ANDNOT   X,5
ORSTK
AND      X,1
OUT      Y,0
OUT      FFT,0
POPNOT   FFF,0
ENTER    X,11
CKFF    0
OUT      T,6
MSFF    O
POP      Y,3
END
```

Operationen POP Y,0, har från föregående exempel, ändrats till OUT Y,0. Detta för att dess värde ingår i nästkommande operationer, Y,0:s värde ligger alltså kvar på stacken.

OBS switchen X9 skrivs X,11 dvs. oktalt.

3 PDP 8/s

Till datorn, en PDP/s, har 48 st. logiska ingångar och 48 st logiska utgångar byggts. Dessa beskrivs här nedan.

3.1 Logiska ingångar

De logiska ingångarna består av Schmitttrigger, D-vippor och AND-grindar. Fig

Samtliga insignalerna läses in till D-vipporna samtidigt via Schmitttriggarna, vars uppgift är att eliminera störningar. Detta sker med en puls på ledningen A. Därefter läses de in i grupper om 12 (12 bitar = 1 ord) till datorns minne via AND-grindarna. Detta sker med en puls på ledning B för de första 12 insignalerna.

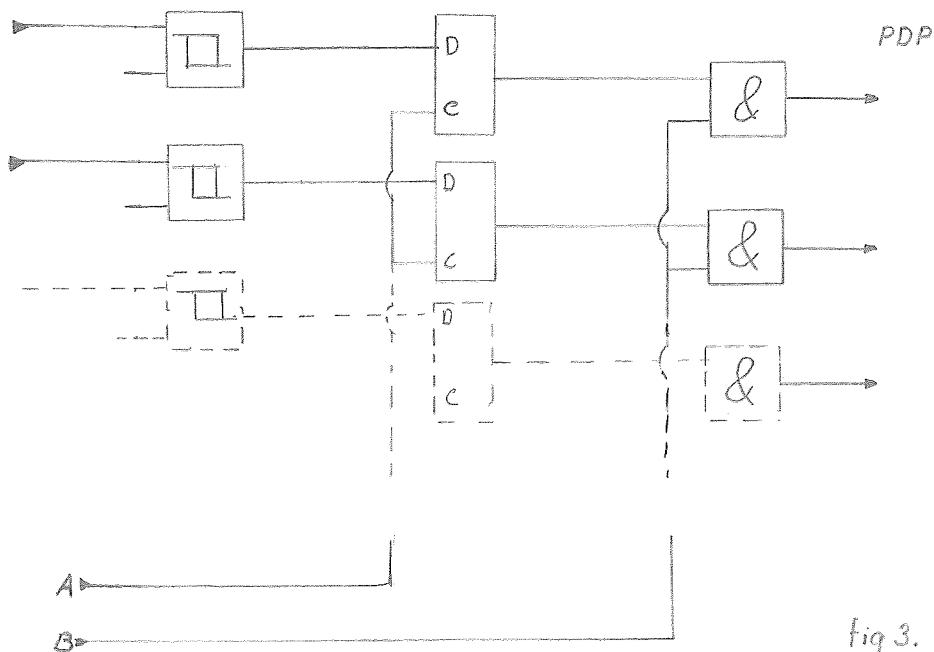
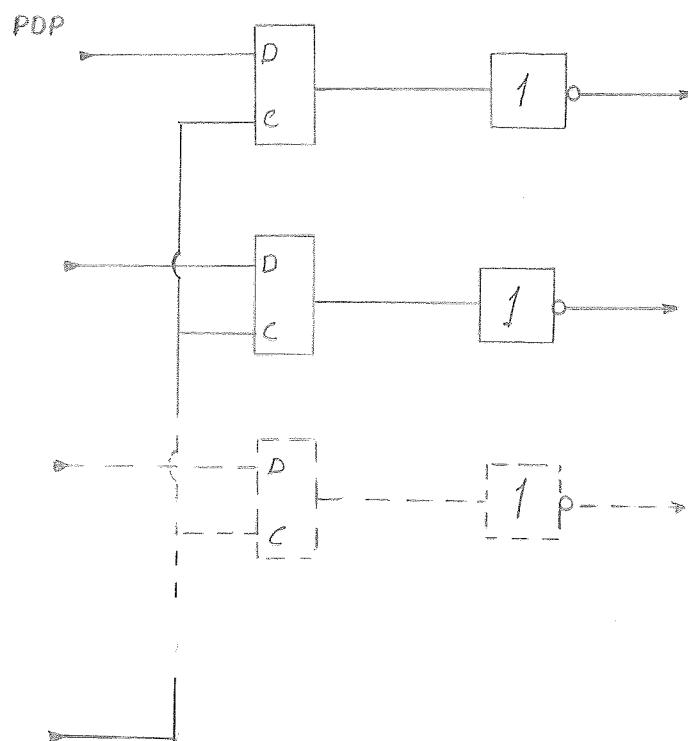


Fig 3.

3.2 Logiska utgångar

De logiska utgångarna består av D - vippor och inverterare med "open collector" utgång.

Logisk etta på utgången motsvaras av att utgången är jordad.



4. ELEKTRONIK

En förutsättning för att man skall kunna styra tågen är att man känner deras läge utefter banan samt att man känner växlarnas läge. Med hjälp av denna information kan man sedan strömsätta vissa sektioner på banan och ställa om växlar. Signalerna kan emellertid inte gå direkt från banan till datorn, och vice versa, utan att anpassas till respektive mottagare.

Det system som har byggts kan väsentligen delas upp i tre delar: ett för lägesindikering, ett för växelstyrning och ett för strömsättning.

Indikering och möjlighet till manuell styrning på panel sker också via detta system.

4.1 Lägesindikering

Mellan sektionerna på banan finns det kopplings-skenor av standardtyp. Dessa skenor är så konstruerade att när ett tåg passerar över en sådan, då sluts en halvvågslikriktad växelströmskrets för ett kort ögonblick. Den puls som här uppstår används till att göra SET respektive RESET på en S-R-vippa.

Tågen har en mycket störande inverkan på S-R-vipporna, hur detta har lösts visas i nedanstående exempel.

Man kan skilja på olika typer av sektioner: sektion med två in- och/eller utgångar och sektion med en ingång och en utgång. Här skall en sektion med två ingångar och en utgång visas som exempel på hur elektroniken är uppbyggd. (fig.4)

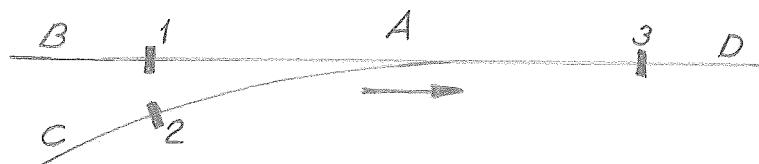
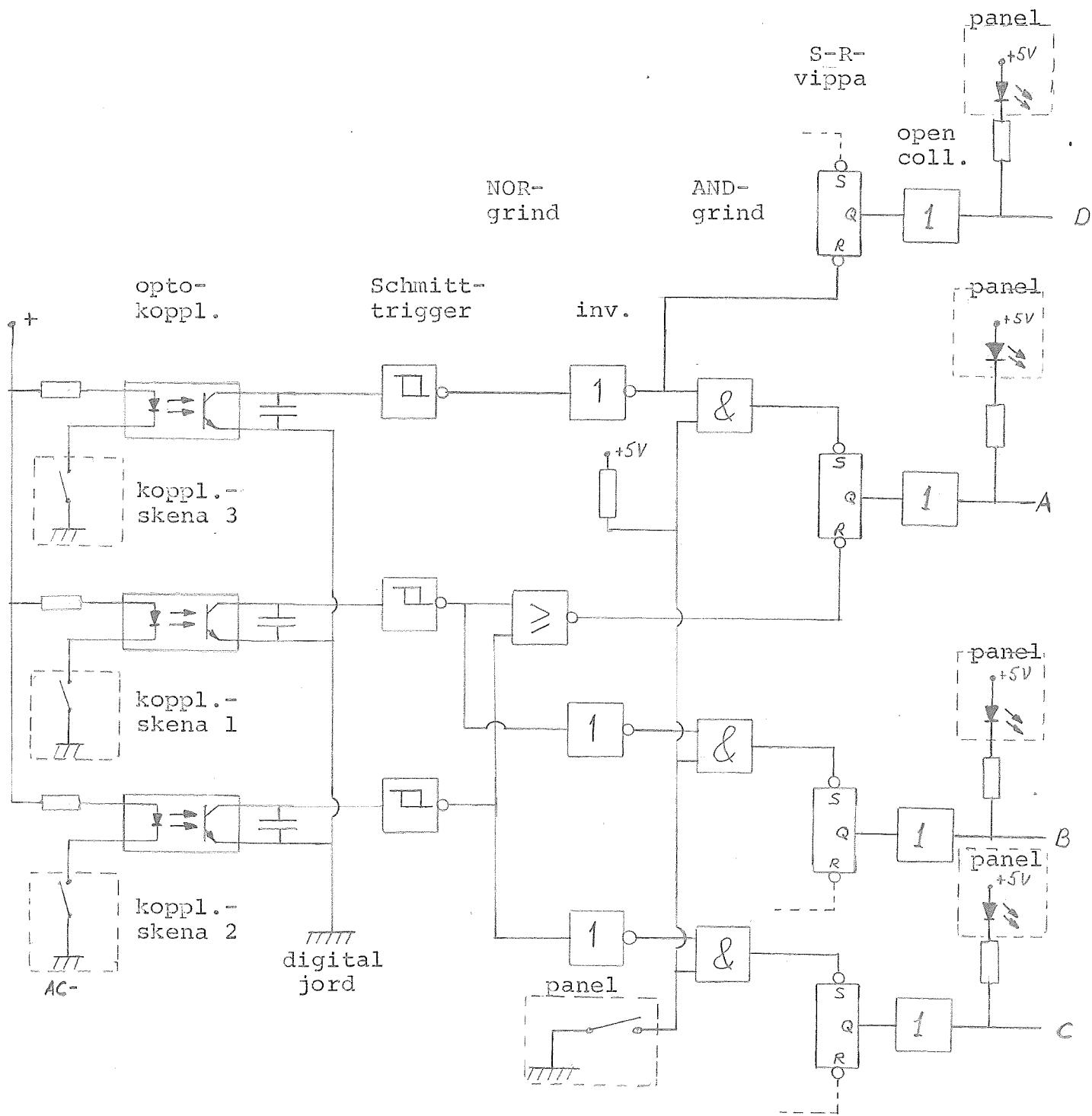


fig 4

För att eliminera störningar via jord så har denna delats upp i två från varandra skilda jordan, kallade AC-jord och digital jord. Tågen går på AC- och elektroniken är ansluten till den digitala jorden. Eftersom kopplingsskenorna ger kontakt med AC-jord har överföringen av pulsen från kopplingsskenan till elektroniken gjorts på optisk väg, mha optokopplare. En optokopplare består av lysdiod och en fototransistor som leder då lysdioden strömgenomflyts.

Efter optokopplarna sitter kondensatorer och Schmitt-triggers som elimineras övriga störningar som passerar genom optokopplarna.

Kopplingsskenorna 1 och 2 skall bägege indikering om att tåg befinner sig på sektion A, samtidigt som sektion B resp. C återställes. Något samband mellan B och C får inte finnas, därför hålls dessa skilda åt med en NOR-grind vars utgång går till sektion A:s vippas RESET ingång. RESET på en vippa motsvarar alltså: tåg på sektionen i fråga.



Utgångarna på vipporna har försetts med "open collector", för att man skall kunna ansluta lysdioderna på panelen till utgångarna.

För att få rätt tecken på pulsen från kopplingsskema 3 till A:s vippas SET ingång, har en inverterare lagts in efter Schmitttriggern.

När man slår på strömmen till anläggningen intar S-R-vipporna godtyckliga ställningar, därför har det lagts in AND-grindar framför SET ingångarna. Med en tryckknapp på panelen kan man göra SET på samtliga vippor.

4.2 Växelstyrning

Växlarna ställs om mha spolar som sitter på växlarnas undersida. Spolarna får endast strömgenomflyttas ett kort ögonblick, då dessa annars riskerar att bränna. Växlarna kan ställas både av datorn och manuellt från panelen.

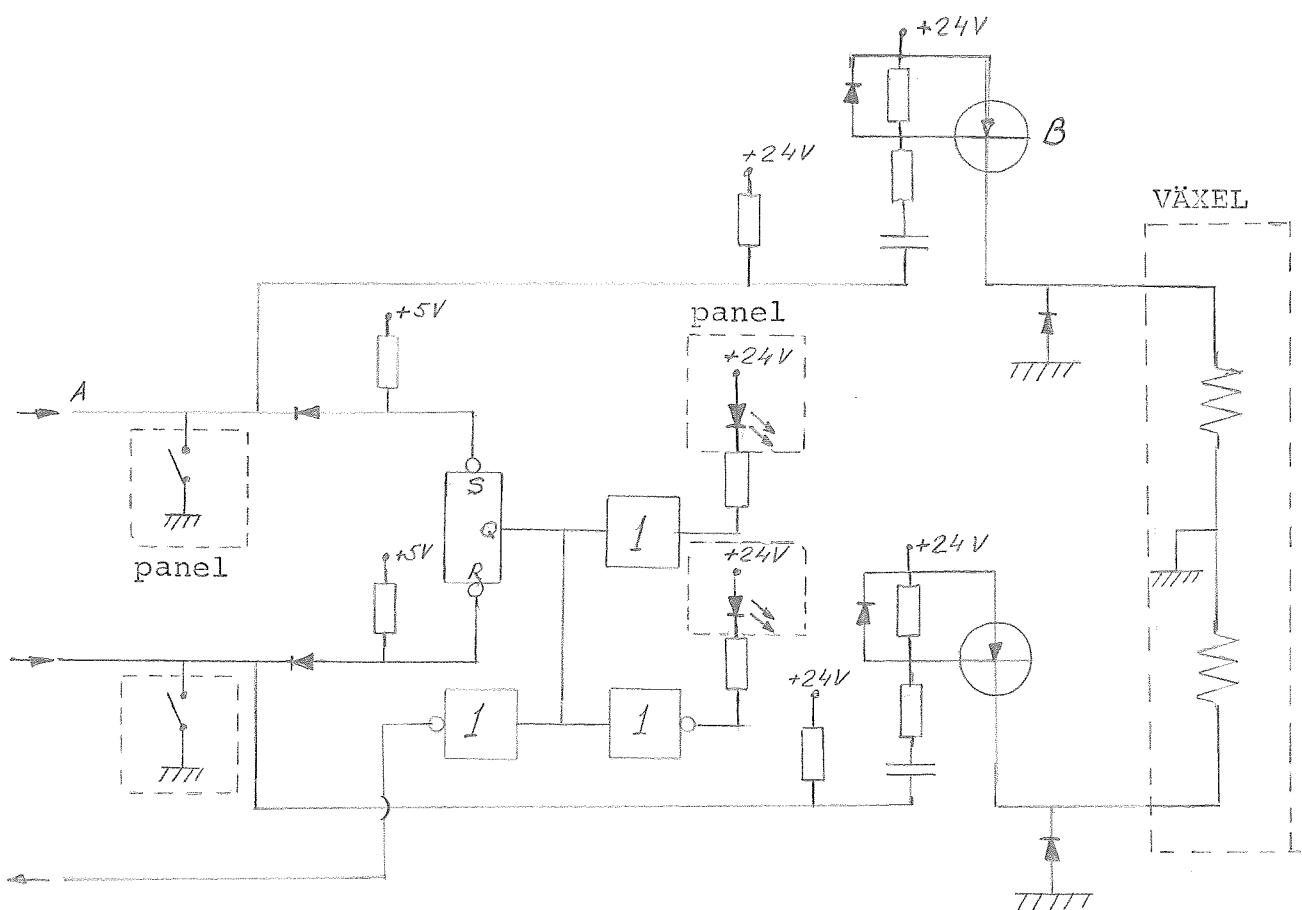
Växelstyrningssystemet ger också infomation till dator och på panel om växelläge.

Nedanstående kopplingsschema visar hur växelstyrningsystemet är uppbyggt för en växel.

När ingången vid A anluts till jord, antingen av datorn eller med tryckknappen på panelen, leder PNP-transistorn vid B ett kort ögonblick pga den potentialskillnad som uppstår mellan bas och emitter då kondensatorn laddas upp. Spolen i växeln får härigenom en strömpuls tillräcklig för att ställa om växeln.

Vid jordningen av A sätts även S-R-vippan, varigenom man får information om växelläge på panelen samt att datorn får veta om den står i ena växelläget eller ej.

När datorn styr växlarna, kan ej manuell växling ske parallellt eftersom någon av anslutningarna alltid är jordad av datorn.

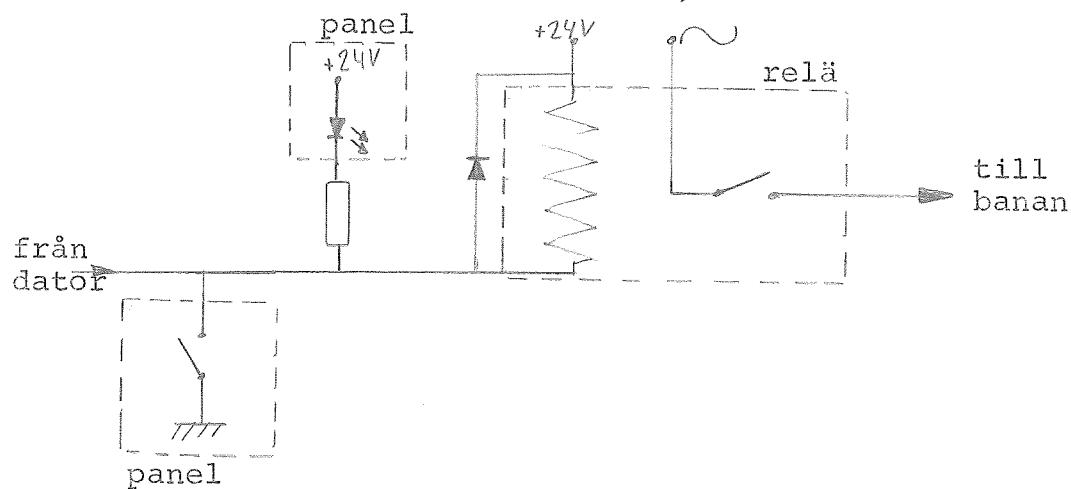


4.3 Strömsättning

Strömsättning sker mha reläer som styrs direkt av datorn.
På panelen sitter tryckknappar med vilka man kan strömsätta
sektioner manuellt. Lysdioder på panelen ger information
om vilka sektioner som är strömsatta.

Normalt är sektionerna ej strömsatta.

I figuren nedan visas hur strömsättningssystemet ser ut för
en sektion.



5 PANEL

Modelljärnvägen är uppdelad i 18 st. sektioner, inom varje sektion finns en stoppsträcka som normalt inte är strömsatt. Banan innehåller dessutom 5 st. växlar som är möjliga att styra, med dator eller manuellt från panelen.

På panelen är en spårplan uppritad. Blå färg markerar stoppsträckor och svart färg markerar delar som alltid är strömsatta

Vid varje stoppsträcka samt vid de styrbbara växlarna sitter lysdioder och tryckknappar för indikering respektive manövrering. fig(5)

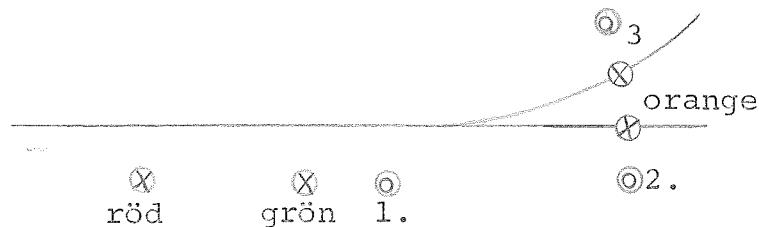


fig 5

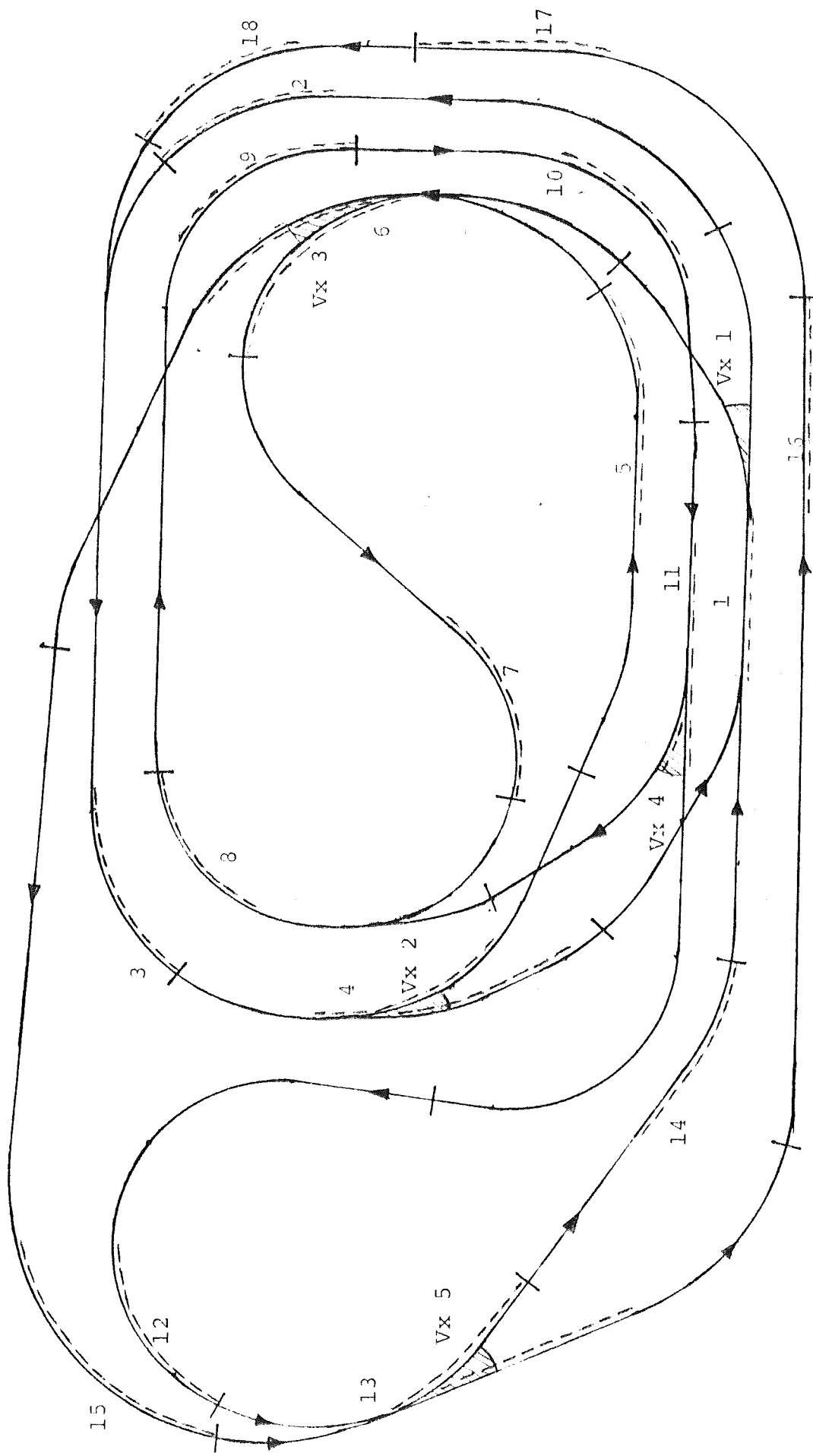
RÖD lysdiod tänd indikerar att tåg befinner sig på sektionen

GRÖN lysdiod tänd indikerar att hela sektionen är strömsatt.

Tryckkapp 1 strömsätter hela sektionen

ORANGE lysdiod indikerar i vilket läge växeln står.

Tryckknapp 2 och 3 ställer växeln i det läge som tryckknappen befinner sig intill.



STOJDSTRICKA

SPÅRPLAN

6 TÅGSTYRNING

Med den anläggning som nu har beskrivits, finns det möjlighet att köra helt manuellt eller att datorn styr antingen enbart strömsättningen eller både strömsättning och växlar.

Nedan beskrivs ett exempel på styrning av strömsättningen, detta byggs sedan på med växelstyrning.

När växel 1 står i högerläge och de övriga växlarna står i vänsterläge får man en bana som är 14 sektioner lång. Denna bana kommer i fortsättningen att kallas "normalbanan".

6.1 Strömsättningsvillkor

För styrningen av strömsättningen gäller det att längs normalbanan skall vara minst en sektions lucka mellan tågen. På sidospåren, sektion 15-18, får tågen befina sig på intilliggande sektioner. Står någon växel i ett läge som avviker från normalbanan, kommer framfövarande korsningar att blockeras. Dessutom förhindras det att tåg som befinner sig på sektion 2 och 18 samt 12 och 15, krockar med varandra.

Om vi som exempel betraktar sektion 2 kan man se att strömsättning ej får ske i följande fall:

då tåg befinner sig på sektion 3 eller 4 (lucka mellan tågen) eller,

då växel 3 står i höger-läge samtidigt som det finns tåg på sektion 5 eller 6 (blockering av korsningen) eller,

då tåg befinner sig på sektion 18 samtidigt som sektionen är strömsatt.

För att strömsättning skall få ske skall det dessutom finnas ett tåg på sektionen i fråga, dvs. sektion 2.

Ovanstående kan skrivas som följande Booleska uttryck:

$$Y_2 = X_2 \& (\overline{X_3 \vee X_4} \vee (\overline{H_3 \& (X_5 \vee X_6)}) \vee (\overline{X_{18} \& Y_{18}}))$$

där X_{nr} = insignal från sektion nr

Y_{nr} = utsignal till sektion nr

H_{nr} = växel nr i högerläge

(L_{nr} = växel nr i vänsterläge)

Nedan följer Booleska uttryck för samtliga sektioner

$$Y_1 = (\overline{(X_3 \& H_1)} \vee (\overline{X_7 \& L_1})) \& X_1$$

$$Y_2 = X_2 \& (\overline{X_3 \vee X_4} \vee (\overline{H_3 \& (X_5 \vee X_6)}) \vee \overline{X_{18} \& Y_{18}})$$

$$Y_3 = X_3 \& (\overline{(X_5 \& L_2)} \vee (\overline{X_1 \& H_2}) \vee \overline{H_3})$$

$$Y_4 = X_4 \& (\overline{(X_6 \& L_2)} \vee (\overline{X_2 \& H_2}) \vee (\overline{H_4 \& L_2}))$$

$$Y_5 = X_5 \& (\overline{(X_7 \& L_3)} \vee (\overline{X_{15} \& H_3}) \vee \overline{L_1})$$

$Y_6 = X_6 \& (\overline{(X_8 \& L_3)} \vee \overline{(X_{15} \& H_3)})$

$Y_7 = X_7 \& (\overline{X_9 \vee (H_4 \& (X_8 \vee X_{10} \vee X_{11}))})$

$Y_8 = X_8 \& (\overline{X_{10} \vee (H_3 \& (X_5 \vee X_6))})$

$Y_9 = X_9 \& \overline{X_{11}}$

$Y_{10} = X_{10} \& ((\overline{X_{12} \& L_4}) \vee (\overline{X_8 \& H_4}) \vee (\overline{L_1 \& (X_{13} \vee X_{14} \vee X_1 \vee X_6)}))$

$Y_{11} = X_{11} \& (((\overline{X_{13} \vee (H_2 \& (X_1 \vee X_3 \vee X_4)))} \& L_4) \vee (\overline{X_9 \& H_4}))$

$Y_{12} = X_{12} \& ((\overline{X_{14} \& L_5}) \vee (\overline{X_{16} \& H_5}) \vee (\overline{X_{15} \& Y_{15}}) \vee \overline{X_{13}})$

$Y_{13} = X_{13} \& ((\overline{X_1 \& L_5}) \vee (\overline{X_{16} \& H_5}))$

$Y_{14} = X_{14} \& ((\overline{X_2 \& H_1}) \vee (\overline{X_6 \& L_1}) \vee (\overline{H_2 \& (X_1 \vee X_3 \vee X_4)}))$

$Y_{15} = X_{15} \& ((\overline{X_{14} \& L_5}) \vee (\overline{X_{16} \& H_5}) \vee (\overline{X_{12} \& Y_{12}}) \vee \overline{X_{13}})$

$Y_{16} = X_{16} \& \overline{X_{17}}$

$Y_{17} = X_{17} \& (\overline{X_{18} \vee X_3})$

$Y_{18} = X_{18} \& (\overline{X_3 \vee X_4 \vee (X_2 \& Y_2)} \vee (\overline{H_3 \& (X_5 \vee X_6)}))$

På följande sidor redovisas ovanstående villkor skrivna i PLC-8. Där gäller särskilt att: $H_1 - H_5$ motsvaras av $X_{23} - X_{27}$ och $L_1 - L_5$ av komplementet till $X_{23} - X_{27}$. Observera vidare att det är oktala tal i PLC-8.

Villkoren har dessutom skrivits om efter regeln:

$A \& \overline{B} = \overline{A} \vee B$ för att ta mindre plats i logikminnet

0 BEGIN
1 ENTER X,3
2 AND X,23
3 ENTER X,7
4 ANDNOT X,23
5 ORSTK
6 ORNOT X,1
7 POPNOT Y,1

10 ENTER X,5
11 OR X,6
12 AND X,25
13 ENTER X,22
14 AND Y,22

15 ORSTK
16 OR X,4
17 OR X,3
20 ORNOT X,2
21 POPNOT Y,2

22 ENTER X,5
23 ANDNOT X,24
24 ENTER X,1
25 AND X,24

26 ORSTK
27 OR X,25
30 ORNOT X,3
31 POPNOT Y,3

32 ENTER X,6
33 ANDNOT X,24
34 ENTER X,2
35 AND X,24
36 ENTNOT X,24

37 AND X,26

40 ORSTK
41 ORSTK
42 ORNOT X,4
43 POPNOT Y,4

44 ENTER X,7
45 ANDNOT X,25
46 ENTER X,17
47 AND X,25

50 ORSTK
51 ORNOT X,23
52 ORNOT X,5
53 POPNOT Y,5

54 ENTNOT X,25
55 AND X,10
56 ENTER X,17
57 AND X,25

60 ORSTK
61 ORNOT X,6
62 POPNOT Y,6

STRÖMSÄTTNINGSVILLKOR
SEKTION 1

SEKTION 2

SEKTION 3

SEKTION 4

SEKTION 5

SEKTION 6

63 ENTER X,10
64 OR X,12
65 OR X,13
66 AND X,26
67 OR X,11
70 ORNOT X,7
71 POPNOT Y,7
72 ENTER X,6
73 OR X,5
74 AND X,25
75 OR X,12
76 ORNOT X,10
77 POPNOT Y,10
100 ENTER X,11
101 ANDNOT X,13
102 POP Y,11
103 ENTER X,15
104 OR X,16
105 OR X,1
106 OR X,6
107 ANDNOT X,23
110 ENTER X,10
111 AND X,26
112 ENTER X,14
113 ANDNOT X,26
114 ORSTK
115 ORSTK
116 ORNOT X,12
117 POPNOT Y,12
120 ENTER X,1
121 OR X,3
122 OR X,4
123 AND X,24
124 OR X,15
125 ANDNOT X,26
126 ENTER X,11
127 AND X,26
130 ORSTK
131 ORNOT X,13
132 POPNOT Y,13
133 ENTER X,16
134 ANDNOT X,27
135 ENTER X,20
136 AND X,27
137 ENTER X,17
140 AND Y,17
141 ORSTK
142 ORSTK
143 OR X,15
144 ORNOT X,14
145 POPNOT Y,14

SEKTION 7

SEKTION 8

SEKTION 9

SEKTION 10

SEKTION 11

SEKTION 12

146 ENTER X,1
147 ANDNOT X,27
150 ENTER X,20
151 AND X,27
152 ORSTK
153 ORNOT X,15
154 POPNOT Y,15
155 ENTER X,1
156 OR X,3
157 OR X,4
160 AND X,24
161 ENTER X,6
162 ANDNOT X,23
163 ENTER X,2
164 AND X,23
165 ORSTK
166 ORSTK
167 ORNOT X,16
170 POPNOT Y,16
171 ENTER X,16
172 ANDNOT X,27
173 ENTER X,20
174 AND X,27
175 ENTER X,14
176 AND Y,14
177 ORSTK
200 ORSTK
201 OR X,15
202 ORNOT X,17
203 POPNOT Y,17
204 ENTER X,20
205 ANDNOT X,21
206 POP Y,20
207 ENTER X,22
210 OR X,3
211 ORNOT X,21
212 POPNOT Y,21
213 ENTER X,5
214 OR X,6
215 AND X,25
216 ENTER X,2
217 AND Y,2
220 ORSTK
221 OR X,4
222 OR X,3
223 ORNOT X,22
224 POPNOT Y,22
225 END

SEKTION 13

SEKTION 14

SEKTION 15

SEKTION 16

SEKTION 17

SEKTION 18

6.2 Växlingsvillkor

För växelstyrningen gäller följande regler:

Tåg får ej krocka med varandra pga att en växel ställs om.

Växlarna får ej ställas om under tågen.

Samtliga tåg får ej bli stillastående. (dead lock)

När det finns en möjlighet för ett tåg att avvika från normalbanan, skall det göra det endast då ovanstående är uppfyllt och när det finns ett framförvarande tåg som tvingar tåget att stanna.

Som exempel kommer växel 1 att betraktas. För denna växel gäller att den inte får ställas i vänsterläge om:

Tåg befinner sig på sektion 10 eller 6. (krockrisk)
Ej heller då tåg befinner sig på sektion 11 och 2 samt sektion 5 med tanke på tågens längd resp. bromssträcka.

Växel 2 står i högerläge eller om tåg befinner sig på sektion 7. (Om det skulle befina sig tåg på sektionerna 7,9 och 14 samt att växel 1 står i vänsterläge, skulle tågen efter en stund bli stillastående i sektionerna 6,8 och 10. Eftersom växel 1 ej får återställas då sektion 6 är besatt.)

Slutligen skall växeln ställas om ovanstående villkor är uppfyllda samt att det befinner sig ett tåg på sektion 3 eller 4 och efterföljande tåg befinner sig på sektion 14.

Härur kan man bilda ett Booleskt uttryck som ser ut som följer:

$$L1 = (\overline{X6} \vee \overline{X1}) \wedge \overline{X10} \wedge \overline{X11} \wedge \overline{X2} \wedge \overline{X5} \wedge \overline{X7} \wedge L2 \wedge \overline{X14} \wedge (X3 \vee X4)$$

Villkoren för de övriga växlarna bildas på samma sätt och har följande utseende:

$$H2 = (\overline{X4} \vee \overline{X1}) \wedge (\overline{X11} \wedge L4) \wedge \overline{X14} \wedge \overline{X2} \wedge \overline{L1} \wedge X3 \wedge (X5 \vee X6 \vee H4)$$

$$H3 = \overline{X6} \wedge \overline{X9} \wedge \overline{X10} \wedge \overline{X2} \wedge \overline{X3} \wedge \overline{X15} \wedge \overline{L1} \wedge X5 \wedge (X7 \vee X3)$$

$$H4 = \overline{X11} \wedge \overline{X8} \wedge (\overline{X4} \wedge L2) \wedge \overline{X5} \wedge \overline{X7} \wedge \overline{X10} \wedge (X12 \vee X13 \vee H2)$$

Växel 5 styrs ej.

När ovanstående skrivs i PLC-8 används den del av uttrycket som motsvarar villkoret: växel får ej ställas om under tåg, som klockingång på en CKFF operation.

Resten av uttrycket får bilda ingång FFT och dess komplement ingång FFF.

I programmet på följande sidor används utgångarna Y23-Y32, där Y23 = L1, Y24 = H1, Y25 = L2, Y26 = H2, Y27 = L3, Y30 = H3, Y31 = L4, Y32 = H4, (Y33 = L5, Y34 = H5).

REFERENSER

E.D. Gilles/ Logikversuch "Modelleisenbahn"
Institut für Systemdynamik und Regelungstechnik
Universität Stuttgart
1970

Small Computer Handbook
Digital Equipment Corporation
1967

ANVÄNDNINGSSINSTRUKTION

- I. Tillse att kablarna från panel till bana och dator är anslutna. Kontakterna märkta I/O 0-23 och 24-47 skall sitta i resp. uttag för digital in/ut på datorns baksida, den stora 60-poliga kontakten skall vara ansluten till banan
- II. Slå på strömmen genom att sätta kontakten på panelens baksida i vägguttaget, tryck därefter på RESET-knappen på panelen.
- III. Starta PDP 8 genom att vrinda om nyckeln på dess framsida och slå på teletypern. Teletypern skall vara ansluten ingång 0 på PDP 8:ans baksida.
- IV. Om program finns inne: sätt (SR) switch-registret på 0, tryck på Load Address sedan på start sätt därefter SR \neq 0.
- V. Om program ej finns inne: ladda med PLC-8 enl. nedan
 1. Placera remsan märkt PLCLOD (RIM) + PLC8 i remsläsaren.
 2. PDP-8:ans RIM-loader skall finnas inne, normalt är detta fallet. Se bilaga 2.
 3. Sätt (SR) switch-registret på 7756.
 4. Tryck på Load Address, sedan på Start.
 5. När läsaren kommit till den första biten blank remsa tryck på STOP.
 6. Sätt in 200 i SR.
 7. Tryck på Load Address, sedan på Start.
 8. Medan remsan läses in sätt SR=0.
 9. Läsaren skall stanna efter den sista informationen. På skrivmaskin fås följande utskrift:

STOP
➤
 10. Sätt SR \neq 0.

- VII. Läs in någon av remsorna strömsättning eller växelstyrning+strömsättning enl. nedan
 - 1. Placera remsan i läsaren.
 - 2. Skriv READ ↓ på skrivmaskinen.
- VIII. Starta exekveringen av program med kommandot RUN ↓
 - Om remsan strömsättning ligger inne, tillse först att växelläge och indikering stämmer överens.
- IX. Placera tågen, ett och ett, på sektion 16 och mata sedan fram dem manuellt. När sektion 17 är fri kan ett nytt tåg sättas på och matas fram.
- X. Tågen stoppas genom kommandot CTRL/C.

RIM - loader PDP 8/s

Adress	Innehåll
7756	6014
7757	6011
7760	5357
7761	6016
7762	7106
7763	7006
7764	7510
7765	5374
7766	7006
7767	6011
7770	5367
7771	6016
7772	7420
7773	3776
7774	3376
7775	5357