

RCSL: 51-VB922

Author: Hans E. Nicolaysen
(T.F.L)

Edited: July 1970

PDP-8/L CONTROLLER FOR RC 4000

A/S REGNECENTRALEN

Falkoneralle 1

DK 2000 Copenhagen F

INDHOLD:

Afsnit	Side
1. Hovedkarakteristik	3
2. Virkemaade	4
2.1. High-Speed transfer	4
2.2. Low-Speed transfer	6
3. Hardwareændring af PDP-8/L	8
4. Software	9

pp: 1:15

PDP-8/L controller for RC 40001. Hovedkarakteristik

PDP-8/L controlleren er tænkt anvendt for tilslutning af PDP-8/L computer til RC 4000 på en sådan måde, at PDP-8/L skal kunne kontrolleres fuldt ud fra RC 4000, altså skal virke som slave. Datatransport foregår i blokform direkte mellem de to maskiners ferritlagre via high-speed kanalerne. Ved transport fra RC 4000 til PDP-8/L foretager controlleren en udpakning af RC 4000's 24 bit ord til 2 12 bit bytes og transmitterer disse sekventielt via en 12 bit datatransmissionskanal til den del af controlleren, som findes anbragt i forbindelse med PDP-8/L. Tilsvarende foretages en pakning af 2 PDP-8/L ord ved transport den modsatte vej. Dette indebærer, at bloktransporter altid kommer til at omfatte et lige antal PDP-8/L ord. Ved bloktransport startes altid med pakning eller udpakning af højre byte i dataregisteret svarende til den byte, der i RC 4000 har den laveste adresse.

Al initialisering af bloktransport foretages via RC 4000's low-speed kanal, medens PDP-8/L kun har mulighed for at acceptere eller afvise en bloktransport, der forsøges sat i gang fra RC 4000.

Al øvrig kontrolkommunikation de 2 maskiner imellem foregår også via low-speed kanalerne, men altid på initiativ af RC 4000. D.v.s. den kan sende et 12 bit control ord eller bede om et 12 bit (software) status ord foruden de normale hardware status bits, som sættes i controlleren.

Kommunikation på high-speed kanalerne og på low-speed kanalerne foregår multiplexed via ovenfor omtalte 12 bit databus på en sådan måde, at en påbegyndt bloktransport eller en påbegyndt low-speed kommunikation sætter controlleren busy, indtil hele blokken er overført, eller low-speed kommunikationen er accepteret af modtageren; først da tillades transmissionskanalen anvendt til andet formål.

En påbegyndt transport, high-speed eller low-speed, afsluttes altid med et interrupt, når transporten er tilendebragt eller efter udløbet af en vis tid.

En RC 4000 I/O ordre, som afvises på grund af, at controlleren er busy eller disconnected, forårsager interrupt i RC 4000, når controlleren er ready og connected.

2. Virkemåde

I fig.1 er vist controllerens registerstruktur, medens fig.2 og 3 giver en oversigt over de kontrolregistre, der henvises til i det efterfølgende.

a. High-speed transfer

En high-speed bloktransport initialiseres og startes ved hjælp af følgende kommandoer fra RC 4000:

Kommando:	Kode:	Effekt:
set PDP-8/L startadr	5	if BUSY= <u>1</u> ∨ DISCONNECTED=1 then goto rejec BUSY:= <u>1</u> RCDATA (12:23):=spec.W-reg (12:23) PDPADR (0:11):=RCDATA (12:23) BUSY:=0
set transfer block-size	9	if .BUSY= <u>1</u> ∨ DISCONNECTED=1 then goto rejec RCWC(12:23):=spec.W-reg(12:22)con 0
set RC4000 start adr and start input to RC 4000	13	if BUSY=1 ∨ DISCONNECTED=1 then goto rejec BUSY:=1 RCADR(6:22):=spec W-reg(6:22) TIMERUN:= <u>1</u> start input transfer wait until TIMEOUT=1 ∨ TRANSFER COMPL.=1 DISCONNECTED= <u>1</u> RC 4000 interrupt:=1 BUSY:=0
set RC4000 start adr and start output from RC 4000	17	if BUSY=1 ∨ DISCONNECTED=1 then goto rejec BUSY:=1 RCADR(6:22):=spec W-reg(6:22) Timerun:= <u>1</u> start output transfer wait until TIMEOUT= <u>1</u> ∨ TRANSFER COMPL.=1 DISCONNECTED = <u>1</u> RC 4000 interrupt:= <u>1</u> BUSY:=0

```

reset (PDP-8/L part of 1 if BUSY=1 ∨ DISCONNECTED=1 then goto reject
  controller)
HSREADY:=1
HSCOMPL:=0
HSENBL :=0
LSREAD :=0
LSWRITE:=0

```

Efter en high-speed transport kan status være følgende

status:	status bits:
Bloktransport gennemført med held	INTERVENTION:=0 TIMEOUT :=0
Bloktransport afbrudt på grund af PDP-8/L i local mode	INTERVENTION:=1 TIMEOUT :=0
Bloktransport ikke kommet igang på grund af HSREADY=0 i tiden fra start transfer og 500 ms frem	INTERVENTION:=0 TIMEOUT := <u>1</u>

Til kontrol af high-speed transporteres findes følgende PDP-8/L ordrer

Kommando:	Kode:	Effekt:
skip on flag "block-transfer completed" and reset flag "block-transfer completed"	6611	if HSCOMPL= <u>1</u> then PC:=PC+1; HSCOMPL:=0
set flag "ready for block-transfer" reset flag "block-transfer completed" reset flag "enable PDP-8/L interrupt on block-transfer completed"	6612	HSREADY:=1 HSCOMPL:=0 HSENBL:=0
set flag "enable PDP-8/L interrupt on block-transfer completed"	6614	HSENBL: = <u>1</u>

b. Low-speed transfer

For udveksling af kontrolinformation via low-speed kanalerne findes følgende RC 4000 ordrer.

Kommando:	Kode:	Effekt:
Read (one byte from PDP-8/L)	2	if BUSY=1 ∨ DISCONNECTED=1 then goto reject BUSY:= <u>1</u> TIMERUN:= <u>1</u> LSREAD:= <u>1</u> wait until TIMEOUT=1 ∨ LSREAD=0 RCDATA(12:23):=PDPDATA(0:11) RC 4000 interrupt:=1 BUSY:=0
Write (one byte to PDP-8/L)	3	if BUSY=1 ∨ DISCONNECTED=1 then goto reject BUSY:=1 TIMERUN:= <u>1</u> RCDATA(12:23):=spec.W-reg(12:23) PDPDATA(0:11):=RCDATA(12:23) LSWRITE:= <u>1</u> wait until TIMEOUT=1 ∨ LSWRITE=0 RC 4000 interrupt:= <u>1</u> BUSY:=0
Sense	0	if BUSY:=1 ∨ DISCONNECTED= <u>1</u> then goto reject if Previous command=Read then spec.W-reg(0:23):=ST(0:2)con9ext0con RCDATA(12:23) else spec.W-reg(0:23):=ST(0:2)con21ext0

Efter en low-speed transport kan status være følgende

status	status bits
Bytetransport gennemført med held	INTERVENTION:=0 TIMEOUT :=0
Bytetransport afbrudt på grund af PDP-8/L i local mode	INTERVENTION:=1 TIMEOUT :=0
Bytetransport ikke fuldført i løbet af 500 ms, fordi PDP-8/L ikke har reageret på LSREAD h.h.v.LSWRITE	INTERVENTION:=0 TIMEOUT := <u>1</u>

Når statusregisteret indlæses til RC 4000 er:

bit 0: INTERVENTION

bit 2: TIMEOUT

For kontrol af low-speed overførsler findes følgende PDP-8/L ordrer:

Kommando:	Kode:	Effekt:
skip on flag "low-speed read"	6601	if LSREAD=1 then PC:=PC+ <u>1</u>
if flag "low-speed read" is set then load C(ACC) to PDPDATA and reset flag "low-speed read"	6602	if LSREAD= 1 then begin PDPDATA(0:11):=ACC(0:11) LSREAD:=0 end
skip on flag "low-speed write" and if flag "low-speed write" is set then or PDPDATA(0:11) into ACC(0:11) and clear flag "low-speed write".	6604	if LSWRITE= <u>1</u> then begin PC:=PC+1 ACC(0:11):=ACC(0:11)∨PDPDATA(0:11) LSWRITE:=0 end

En "rejected" RC4000 I/O ordre giver følgende reaktion:

```
reject: comment continue program execution;  
wait until BUSY=0 ∧ DISCONNECTED=0  
RC4000 interrupt:=1
```

3. Hardware ændring af PDP-8/L

Det er vigtigt, at man fra RC 4000 kan opnå fuld kontrol over programudførelsen i PDP-8/L. For at opnå dette må der foretages en simpel ændring i PDP-8/L:

På PDP-8/L's frontpanel findes en nøgleomskifter med 3 stillinger:

1. OFF
2. POWER
3. POWER LOCK

I stilling 1 er strømforsyningen afbrudt.

I stilling 2 er strømforsyningen tilsluttet, og man har fuld kontrol over PDP-8/L fra frontpanelets betjeningsknapper. D.v.s., man kan starte og stoppe maskinen manuelt.

I stilling 3 har frontpanelets betjeningsknapper ingen kontrol med programudførelsen. Den eneste styremulighed fra forpanelet er da en programmassig afføling af det 12 bit Switch reg.

Den nævnte simple ændring består da i, at PDP-8/L's RUN flip flop holdes permanent i stilling "true", så længe nøgleomskifteren står i stilling 3. Denne stilling skulle så, set fra RC 4000, svare til on-line (connected), medens stilling 1 og 2 skulle svare til disconnected.

I stilling 3 er nu opnået, at PDP-8/L ikke kan kontrolleres fra forpanelet, samt at maskinen hele tiden udfører ordrer, idet et evt. programmeret HALT bliver til NO OPERATION. Det, at PDP-8/L udfører ordrer, er nemlig en betingelse for, at high-speed kanalen er aktiv.

Når PDP-8/L således sættes i stilling "on line", vil maskinen stå og udføre en mere eller mindre meningsfuld sekvens af instruktioner, som ikke umiddelbart er kontrollerbar fra RC 4000. Det gælder nu om at opnå kontrol med programudførelsen i PDP-8/L fra RC 4000.

Som controlleren opbygges, vil det altid være muligt at starte en blokoverførsel til PDP-8/L, altså kan hele ferritlageret overskrives med instruktionen JMP 1. Dette kan gøres flere gange, til man har en vis sandsynlighed for, at PDP-8/L står i celle 1 og udfører ordren JMP 1.

En blok, indeholdende kommunikationsroutine eller program, kan nu indlæses og derpå overskrives celle 0 og 1 med en outputblok, der i celle 0 anbringer startadr for kommunikationsroutine eller program og i celle 1 anbringer instruktionen JMP I 0. Kommunikationsroutine eller program må så være kodet til at foretage en eller anden form for reaktion, der overfor RC 4000 indikerer, at fuld kontrol er opnået over PDP-8/L.

4. Software

Ved udformningen af controllerens hardwarekarakteristika er tilstræbt såvel god udnyttelse af de nødvendige registre som mulighed for at skabe en fleksibel kommunikation mellem de to maskiner; det sidste forstået på den måde, at den bruger, der kun har brug for en simpel kommunikation, (f.eks. kontinuert input til RC 4000 af blokdata fra en AD converter tilsluttet PDP-8/L), skal kunne opnå dette med maksimal hastighed, medens den bruger, der kræver mere kompliceret kommunikation, kan opnå dette ved overførsel af kontrol og statusdata, men på bekostning af middeltransmissionshastigheden for data.

Denne fleksibilitet må følges op af den externe proces, som skal indlægges i RC 4000's monitor for kommunikation med PDP-8/L. Denne proces skal i hovedsagen kun foretage den nødvendige check af reservation og bloktransport samt tilpasse kommunikationen med PDP-8/L til den form, der idvrigt anvendes af monitoren, uden at der indføres restriktioner i brugerens kommunikation med PDP-8/L. Endvidere må den perifere proces foretage incrementering af stop count for den interne proces, der starter transport af datablok eller kontrolord, samt igen decrementere stop count, når transporten er afsluttet. Dette er nødvendigt for at sikre afslutning af transport, inden den interne proces evt. stoppes.

I det følgende findes den perifere proces for PDP-8/L beskrevet:

General rules.

The process kind is 256. Operation can be initiated by an internal process that has initialized or reserved the device.

The device is sensed before each operation. If the status word indicates an intervention by the operator in the local mode, the name of the process is removed (together with the present reservation) and all the messages are answered with the result: receiver does not exist. The device is now in the state: document removed.

When the operator switches back to remote state, the device produces an interrupt. This causes the setting of the device state to: unidentified document mounted.

When the device is named by the procedure "create peripheral process" the device state becomes: identified document mounted.

Sense operation.

The device is sensed and the hardware statusword is delivered as an answer.

Input Block operation.

A block of consecutive PDP-8/L words is input to a storage area within the sending process in RC 4000. Each RC 4000 word contains 2 PDP-8/L words. Input is terminated when the storage area in RC 4000 is full. A transfer will always contain an even number of PDP-8/L words.

Output Block operation.

A storage area within the sending process in RC 4000 is output to a specified area in PDP-8/L. A transfer will always contain an even number of PDP-8/L words.

Input control operation.

A 12 bit control word is requested from PDP-8/L and delivered to the sending process in RC 4000 as part of the answer. If the request is not answered within 500 ms, the operation is terminated with the statusbit "timer" set.

Output control operation.

A 12 bit control word delivered from the sending process in RC 4000 as part of the message is sent to PDP-8/L. If the control word is not accepted in PDP-8/L within 500 ms, the operation is terminated with the statusbit "timer" set.

Input/output block mode.

mode:0. The transfer is initiated but not started until PDP-8/L via program has indicated that it is ready for the transfer. If that does not happen within 500 ms, the transfer is terminated with the statusbit "timer" set.

2. The transfer is started independent of the state of PDP-8/L.

Status bits:

- 0. Intervention
- 2. Timer

Messages and Answers:

Operation:	Message:	Answer:
Sense	0	status word
		0
		0
		0

Operation:	Message:	Answer:
Input block	3 < 12+mode	status word
	first storage address(RC4000)	number of bytes
	last storage address(RC4000)	number of characters
	first storage address(PDP-8/L)	0
Output block	5 < 12+mode	status word
	first storage address(RC4000)	number of bytes
	last storage address (RC4000)	number of characters
	first storage address(PDP-8/L)	0
Input control	6 < 12	status word
		0
		0
		control byte
Output control	8 < 12	status word
		0
		0
		control byte

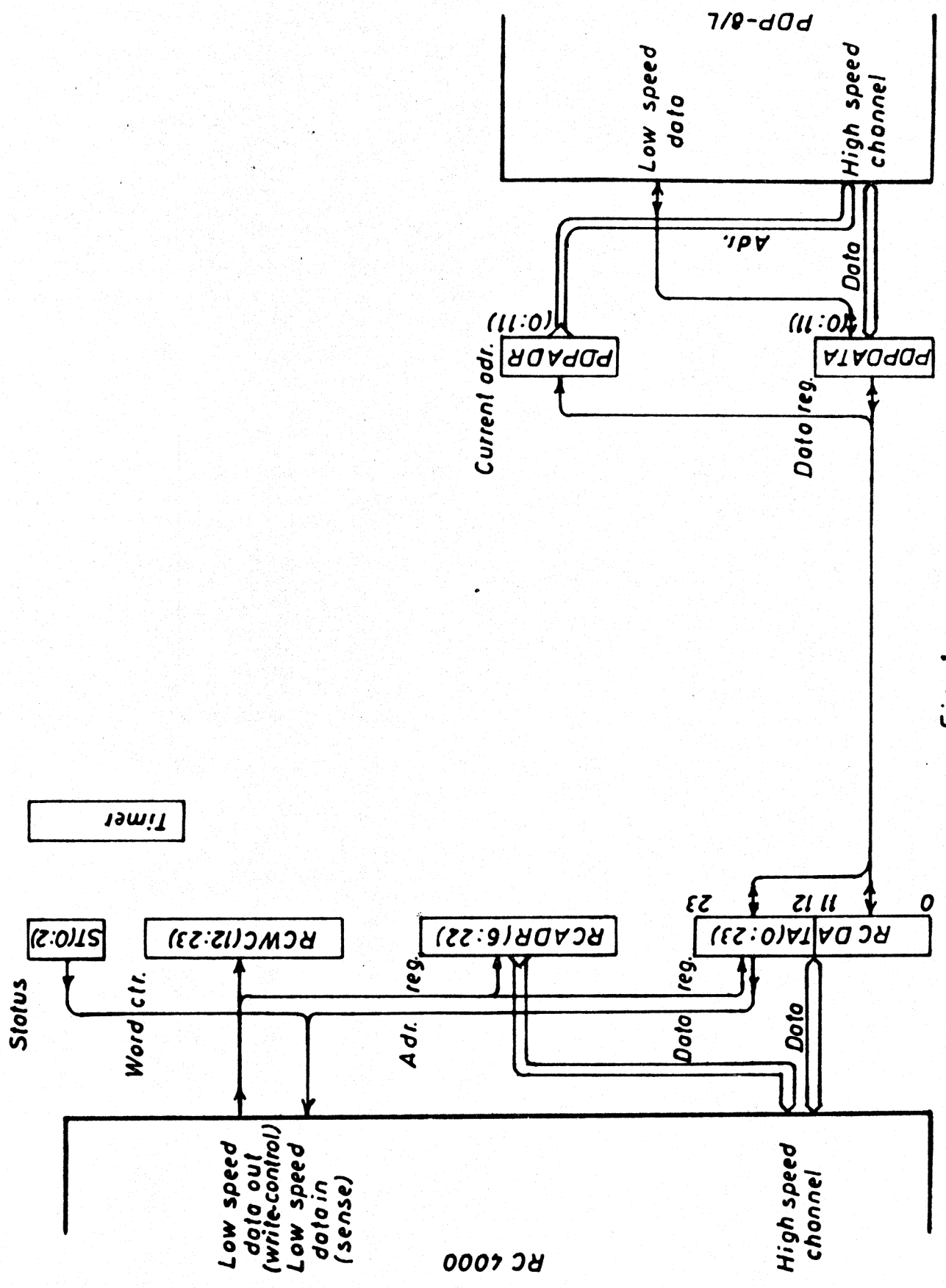


Fig. 1

TELETEKNISK FORSKNINGSLABORATORIUM

PDP-8/L controller for RC 4000

TEGN. AF: PVL D. 17-4-70
 ERSTATTER:
 ERSTATTET AF:
 SAG NR.:

Nr.

Controller register bits accessed from PDP-8/L program

<p>reset from controller when high-speed is started. set from controller on RC 4000 command: "reset"</p>	HSREADY	set from PDP-8/L program when ready for high-speed transfer.
<p>set from controller when high-speed transfer completed. reset from controller on RC 4000 command: "reset"</p>	HSCOMPL	<p>sensed from PDP-8/L program. If true then clear and skip. reset when HSREADY is set. Normally PDP-8/L interrupt when set.</p>
<p>reset from controller on RC 4000 command: "reset"</p>	HSENBL	<p>set from PDP-8/L program for enabling PDP-8/L interrupt on HSCOMPL = 1 reset when HSREADY is set</p>
<p>set from controller on RC 4000 command: "read". reset from controller on RC 4000 command: "reset"</p>	LSREAD	<p>sensed from PDP-8/L program and reset when PDPDATA(0:11) is loaded from accumulator PDP-8/L interrupt when set</p>
<p>set from controller on RC 4000 command: "write", when control word is in PDPDATA(0:11) reset from controller on RC 4000 command: "reset"</p>	LSWRITE	<p>sensed from PDP-8/L program and if true reset after transfer of PDPDATA(0:11) to accumulator PDP-8/L interrupt when set.</p>

fig. 2.

control registers in PC 4000 part of controller

Exception bits: BUSY : "1" when high-speed or low-speed transfer started
DISCONNECTED : "1" when PDP-8/L power is off or PDP-8/L is in "of-line" state

Status bits: INTERVENTION : "1" if PDP-8/L is or has been disconnected since last "sense" command
TIMEOUT : "1" if a high or low speed transfer is going on and no byte has been transferred in 500 mS.
TIMERUN : "1" when a transfer is going on, timer is restarted each time a new byte is transferred
TRANSFERCOMPL: "1" when a transfer is completed successfully.

fig. 3.

Efter nærværende oplæg er udarbejdet, er foretaget følgende tilføjelse til den controller, der realiseres:

Udover det interrupt, som overfor RC 4000 markerer afslutning paa datatransport, benyttes endnu et RC 4000 interrupt. Dette kan direkte sættes v.h.a. en IO instruktion i PDP-8/L.

Kommando	Kode
set RC 4000 interrupt	6621