

CHALMERS

Institutionen för data- och informationsteknik
Avdelningen för datorteknik



TENTAMEN

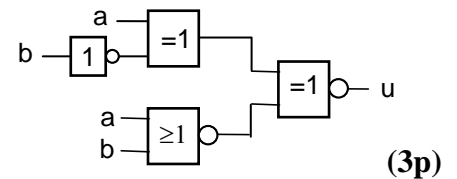
KURSNAMN	Digital- och datorteknik E
PROGRAM:	Elektro Åk 1/ lp 4
KURSBETECKNING	EDA216/DIT790
EXAMINATOR	Lars-Eric Arebrink
TID FÖR TENTAMEN	2009-08-20 kl 14.00 – 18.00
HJÄLPMEDEL	Av institutionen utgiven ”Instruktionslista för FLEX-processorn” (INS1) Tabellverk eller miniräknare får ej användas.
ANSV LÄRARE: Besöker tentamen	Roger Johansson, tel. 772 5729 ca. 15.30
ANSLAG AV RESULTAT	Resultatlistor anslås senast 2009-09-03 på kursens hemsida. Granskning av rättning på institutionen 2009-09-03 och 2009-09-04 kl 12.30-13.00.
ÖVRIG INFORM. BETYGSGRÄNSER. SLUTBETYG	Tentamen omfattar totalt 60 poäng. Onödigt komplicerade lösningar kan ge poängavdrag. Svar på uppgifter skall motiveras. (Betyg 3: 24 poäng) Betyg 4: 36 poäng Betyg 5: 48 poäng För slutbetyg 3 på kursen fordras godkända simulatorövningar och laborationer. För slutbetyg 4 eller 5 på kursen fordras dessutom betyg 4 eller 5 på tentamen.

1. I uppgift a-f nedan används 7-bitars tal X, Y och R. $X = 1100111$ och $Y = 0010001$.

- a) Vilket talområde måste X, Y och R tillhöra om de tolkas som tal med tecken? (1p)
- b) Vilket talområde måste X, Y och R tillhöra om de tolkas som tal utan tecken? (1p)
- c) Visa med penna och papper hur räkneoperationen $R = X - Y$ utförs i en dators ALU. (1p)
- d) Vilka värden får flaggbitarna N, Z, V och C vid räkneoperationen? (1p)
- e) Tolka bitmönstren R, X och Y som tal *utan* tecken och ange deras decimala motsvarighet. Vilken eller vilka flaggbitar visar om resultatet är korrekt vid tal utan tecken? (1p)
- f) Tolka bitmönstren R, X och Y som tal *med* tecken och ange deras decimala motsvarighet. Vilken eller vilka flaggbitar anger om resultatet är korrekt vid tal med tecken? (1p)
- g) Skriv, om det är möjligt, det decimala talet -57 som ett 7-bitars tal med tvåkomplementsrepresentation. (1p)

h) Omvandla det decimala talet -27,25 till ett 32-bitars flyttal enligt IEEE-standard 754 (23 bitars mantissa och 8 bitars karakteristika). Skriv resultatet på binär och hexadecimal form. (3p)

i) Ge ett minimalt boolesk uttryck för u i grindnätet till höger.



j) Man behöver en 5-ingångs AND-grind men har bara 2-ingångs NAND-grindar och NOT-grindar. Hur kopplar man upp "AND-grinden" med dessa på bästa sätt? (2p)

2. Det booleska uttrycket $f(a,b,c) = (a' + b + c)(b + c')(a + c')$ beskriver en boolesk funktion.

Konstruera ett "minimalt" grindnät som realiserar den booleska funktionen. NOR-grindar med valfritt antal ingångar och NOT-grindar får användas. Endast signalerna a, b och c finns tillgängliga. (4p)

3. Ett synkront sekvensnät skall ha en insignal x och en utsignal u. Utsignalen u skall ges värdet "1" under ett bitintervall för varje insignalsekvens ...111011... hos x.

Exempel: $\sigma_x = \dots 111011101100111101100\dots$

$\sigma_u = \dots ??000100010000000010000000\dots$

Utsignalen skall som i exemplet ges värdet "1" när den sista biten i en korrekt insignalsekvens anländer på x-ingången och behålla värdet "1" så länge x har kvar sitt värde under detta bitintervall.

a) Rita en tillståndsgraf för sekvensnätet. (5p)

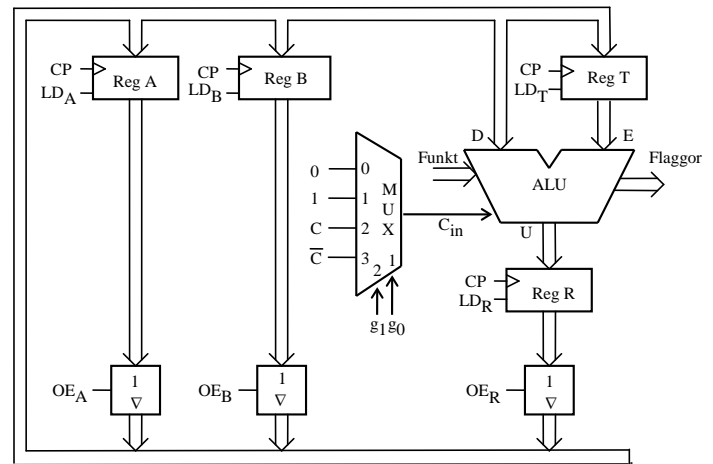
b) Realisera en D-vippa med hjälp av en JK-vippa och standardgrindar. (3p)

4. Ge RTN-beskrivning och styrsignaler för de tillstånd krävs för att utföra operationen enligt nedanstående RTN-beskrivning:

RTN-beskrivning: $5 \cdot A - 3 \cdot (B + 1) \rightarrow B$
(Aritmetisk multiplikation avses)

Använd den enkla datavägen till höger och ge ditt svar i tabellform.

Förutsätt att register A och B från början innehåller de data som skall behandlas enligt uttrycket ovan och att innehållena i register R och T är okända. Register A får inte ändras. Bortse från risken för overflow. Använd så få tillstånd som möjligt. Samtliga funktioner ALU:n kan utföra framgår av bilaga 1.



(5p)

5. Figur 1 i bilaga 4 visar hur datorn FLEX är uppbyggd. Bilaga 1 visar hur ALU'ns funktion väljs med styrsignalerna $f_3 - f_0$ och C_{in} .

I tabellen nedan visas RTN-beskrivningen av EXECUTE-sekvensen för en av FLEX-processorns instruktioner. NF i tabellens sista rad anger att nästa tillstånd (state) skall vara det första i FETCH-sekvensen.

State	S-term	RTN-beskrivning	Styrsignaler (=1)
Q ₅	Q ₅ ·I _{xx}	X→T, SP-1→SP	
Q ₆	Q ₆ ·I _{xx}	SP→MA	
Q ₇	Q ₇ ·I _{xx}	PC→M	
Q ₈	Q ₈ ·I _{xx}	B+T→R	
Q ₉	Q ₉ ·I _{xx}	R→PC, NF	

- a) Rita en tabell med styrsignalerna för state Q₅ – Q₉ ifyllda. Endast styrsignaler = 1 skall anges. (1p)
- b) Förklara vad instruktionen med EXECUTE-sekvensen ovan utför i varje klockcykel. Skriv instruktionen med assemblerspråk för FLEX-processorn. (2p)
- c) Instruktionen nedan skall implementeras för FLEX-processorn med hjälp av styrenheten med fast logik.

BLE Adr

Instruktionen beskrivs i FLEX-processorns instruktionslista. Samtliga funktioner ALU:n kan utföra framgår av bilaga 1. FLEX-datorn visas i bilaga 4. Gör en tabell liknande tabellen ovan för den efterfrågade EXECUTE-sekvensen.

OPKOD
offset

(4p)

6. Deluppgifterna nedan avser FLEX-processorn.

- a) I instruktionsuppsättningen finns de två ovillkorliga hoppen JMP och BRA. Vilken skillnad är det mellan dessa? Vilka fördelar och nackdelar har de? **(2p)**
- b) Det finns två principer för att ansluta inportar och utportar till processorns bussar, separatadresserad resp. minnesorienterad in- och utmatning. Vilken av dessa används i FLEX-processorn? Vilka är fördelarna med denna metod? **(2p)**
- c) Hur många tillstånd får EXECUTE-fasen innehålla om styrenheten med fast logik används. Motivera svaret. **(2p)**
- d) Översätt programavsnittet nedan till maskinkod. Det skall framgå hur branchinstruktionens ”offset” beräknas.

```

                ORG    $30
                LDAB   #10
                LDX    #TAB
LOOP           LDAA   1, X+
                STAA   $FE
                DECB
                BPL    LOOP
                LDAA   12
                BRA    NEXT
TAB           RMB    11
NEXT          NOP

```

(4p)

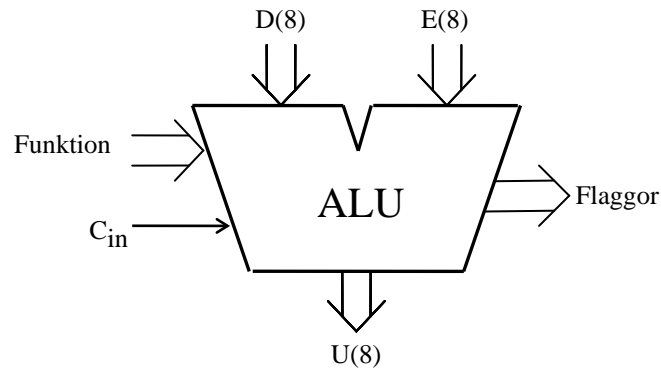
- e) Hur lång tid tar programavsnittet i d) att utföra om klockfrekvensen är 1MHz? **(3p)**

7. Skriv en subrutin, CCOUNT, i assemblerpråk för FLEX-processorn, som tar reda på hur många gånger ASCII-tecknet för bokstaven C förekommer i en nollterminerad textsträng. Vid anrop av subrutinen skall startadressen till textsträngen finnas i X-registret och vid återhopp skall antalet C-tecken finnas i B-registret. ASCII-tecknen i textsträngen är lagrade med udda paritet med paritetsbiten som bit nummer 7. Den avslutande nollan har ingen paritetsbit. ASCII-tabell finns i tabell 2 på sidan 7.

För full poäng på uppgiften skall programmet vara korrekt radkommenterat. Endast register B och register CC får vara förändrade vid återhopp från subrutinen. **(8p)**

Bilaga 1

ALU:ns funktion



ALU:ns **logik-** och **aritmetikoperationer** på indata **D** och **E** definieras av ingångarna **Funktion (F)** och **C_{in}** enligt tabellen nedan. **F = (f₃, f₂, f₁, f₀)**.

I kolumnen Operation förklaras hur operationen utförs.

f ₃ f ₂ f ₁ f ₀	U = f(D,E,C _{in})	
	Operation	Resultat
0 0 0 0	bitvis nollställning	0
0 0 0 1		D
0 0 1 0		E
0 0 1 1	bitvis invertering	D _{1k}
0 1 0 0	bitvis invertering	E _{1k}
0 1 0 1	bitvis OR	D OR E
0 1 1 0	bitvis AND	D AND E
0 1 1 1	bitvis XOR	D XOR E
1 0 0 0	D + 0 + C _{in}	D + C _{in}
1 0 0 1	D + FFH + C _{in}	D - 1 + C _{in}
1 0 1 0		D + E + C _{in}
1 0 1 1	D + D + C _{in}	2D + C _{in}
1 1 0 0	D + E _{1k} + C _{in}	D - E - 1 + C _{in}
1 1 0 1	bitvis nollställning	0
1 1 1 0	bitvis nollställning	0
1 1 1 1	bitvis ettställning	FFH

Carryflaggan (C) innehåller minnessiffran ut (carry-out) från den mest signifikanta bitpositionen (längst till vänster) om en aritmetisk operation utförs av ALU:n.

Vid **subtraktion** gäller för denna ALU att **C = 1 om lånesiffra (borrow) uppstår och C = 0 om lånesiffra inte uppstår**.

Carryflaggans värde är 0 vid andra operationer än aritmetiska.

Overflowflaggan (V) visar om en aritmetisk operation ger "overflow" enligt reglerna för 2-komplementaritmetik.

V-flaggans värde är 0 vid andra operationer än aritmetiska.

Zeroflaggan (Z) visar om en ALU-operation ger värdet noll som resultat på U-utgången.

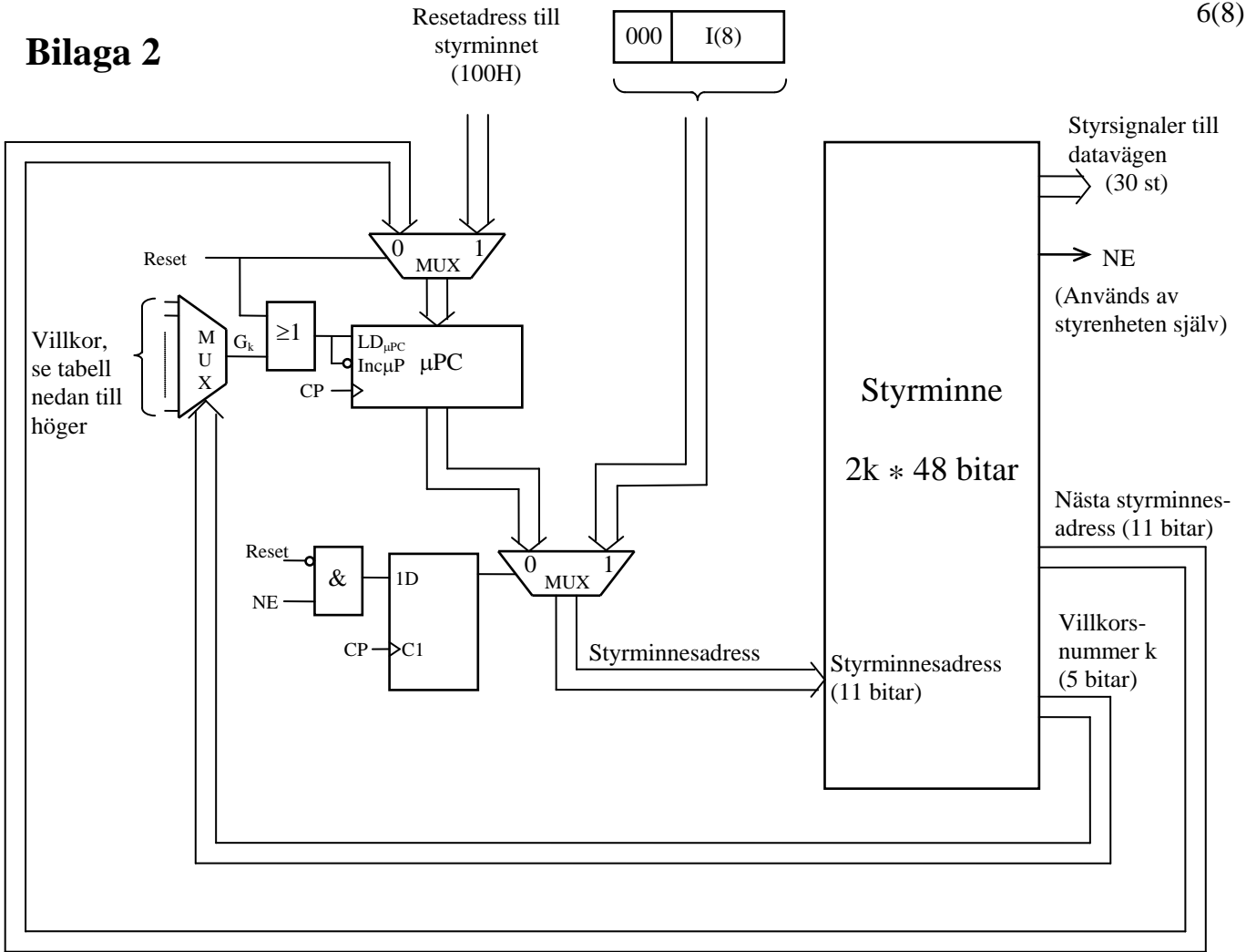
Signflaggan (N) är identisk med den mest signifikanta biten (teckenbiten) av utsignalen U från ALU:n.

Half-carryflaggan (H) är minnessiffran (carry) mellan de fyra minst signifikanta och de fyra mest signifikanta bitarna i ALU:n.

H-flaggans värde är 0 vid andra operationer än aritmetiska.

I tabellen ovan avser "+" och "-" **aritmetiska operationer**. Med t ex **D_{1k}** menas att samtliga bitar i **D** inverteras.

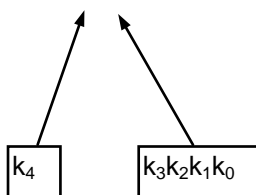
Bilaga 2



Mikroprogrammerad EXECUTE-sekvens för instruktionen DEC Adr:

CM-adress (hex)	Hoppvillkor		Hopp-adress (hex)	RTN	Styrsignaler (aktiva)
	Kod (hex)	G_K			
046	0 F	$G_{0F} = 1$	230	$PC \rightarrow MA, PC+1 \rightarrow PC$	$OE_{PC}, LD_{MA}, Inc_{PC}$
230	0 0	$G_{00} = 0$	-	$M \rightarrow MA$	MR, LD_{MA}
231	0 0	$G_{00} = 0$	-	$M-1 \rightarrow R, Flags \rightarrow CC$	$MR, f_3, f_0, LD_R, LD_{CC}$
232	0 F	$G_{0F} = 1$	108	$R \rightarrow M, Next Fetch$	OE_R, MW

$k_3k_2k_1k_0$	G_K
0 0 0 0	0
0 0 0 1	C
0 0 1 0	V
0 0 1 1	Z
0 1 0 0	N
0 1 0 1	0
0 1 1 0	?
0 1 1 1	0
1 0 0 0	0
1 0 0 1	C+Z
1 0 1 0	$N \oplus V$
1 0 1 1	$Z + (N \oplus V)$
1 1 0 0	0
1 1 0 1	0
1 1 1 0	0
1 1 1 1	1



Med $k_4 = 1$ verifieras villkorssignalen G_K i tabellen till höger.

Bilaga 3

Assemblerspråket för FLEX-processorn.

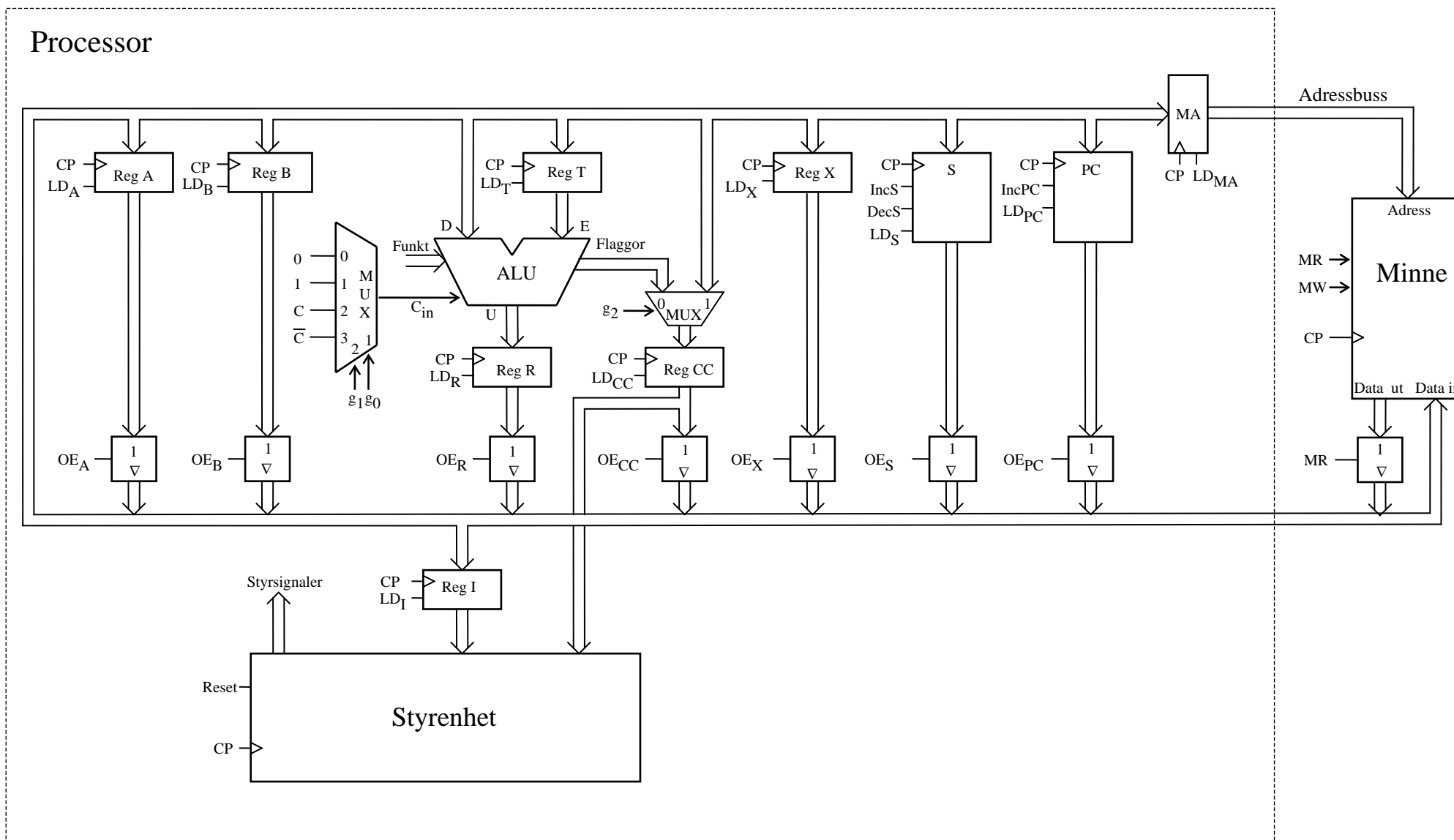
Assemblerspråket använder sig av mnemoniska beteckningar liknande dem som processorkonstruktören MOTOROLA specificerat för maskininstruktioner för mikroprocessorerna 68XX och instruktioner till assemblatorn, såsom pseudoinstruktioner eller assemblatordirektiv. Pseudoinstruktionerna listas i tabell 1.

Tabell 1

Direktiv	Förklaring	Exempel	Förklaring
ORG N	Sets the origin to location N, so succeeding code is written, starting at location N.	ORG \$100	Puts the next and following bytes beginning in location \$100.
L RMB N	Allocates N words and designates L as the label of the first word of the area being allocated.	L1 RMB 10	Makes the label L1 have the value of the current location; increments the location counter by 10.
L EQU N	Declares label L to have value N.	L2 EQU \$10	Makes the symbol L2 have the value \$10.
L FCB N1, N2	Forms (generates) one byte per argument, assigns label L to the first byte.	L3 FCB \$20, \$34	Makes the symbol L3 have the value of the current location; initializes the current location to the value \$20 and the next location to \$34.

Tabell 2 7-bitars ASCII

000	001	010	011	100	101	110	111	$b_6b_5b_4$ $b_3b_2b_1b_0$
NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p	0 0 0 0
SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q	0 0 0 1
STX	DC2	“	2	B	R	b	r	0 0 1 0
ETX	DC3	#	3	C	S	c	s	0 0 1 1
EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t	0 1 0 0
ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u	0 1 0 1
ACK	SYN	&	6	F	V	f	v	0 1 1 0
BEL	ETB	‘	7	G	W	g	w	0 1 1 1
BS	CAN	(	8	H	X	h	x	1 0 0 0
HT	EM	)	9	I	Y	i	y	1 0 0 1
LF	SUB	*	:	J	Z	j	z	1 0 1 0
VT	ESC	+	;	K	[Ä	k	{ä	1 0 1 1
FF	FS	,	<	L	Ö	l	|ö	1 1 0 0
CR	GS	-	=	M	]Å	m	}å	1 1 0 1
S0	RS	.	>	N	^	n	~	1 1 1 0
S1	US	/	?	O	_	o	RUBOUT (DEL)	1 1 1 1



Figur 1. Datorn FLEX.