

FORSVARETS FORSKNINGSSINSTITUTT

Biblioteket

Kjeller, pr. Lillestrøra

17.2 155

FORSVARETS FORSKNINGSSINSTITUTT

Avdeling for fysikk IR-2.

48/IR-F-2

U.D.K.

• 047:53

Mappe nr. FM 503-A

FFI.
Avd. F.
IR-2.

PLANER FOR EN MATMATIKKMASKIN BYGGET OVER
EN BULL MULTIPLIKASJONSMASKIN.

1.) Innledning.

En matematikkmaskin er en regnemaskin som
cyklisk kan utføre en lengre komplisert regning. Van-
ligvis vil resultatene fra første beregningscyklus
være utgangsverdiene for neste o.s.v.

Maskinen kan deles opp i flere elementer;
vi kan f. eks. nevne inngang, utgang, regneverk, kon-
troll, hukommelse, tabellopplagning o.s.v. På en van-
lig Bull Calculatrice mangler hukommelse og tabellopp-
slagning, mens kontrollen (ordrene) plugges. I en ma-
tematikkmaskin av den art vi her omtaler vil det være
naturlig at ordrene består av perforasjoner i en papir-
strimmel.

Før vi går over til noe detaljstudium av
maskinen vil vi studere maskinens prinsipper.

2.) Oversikt over maskinens virkemåte. Koding.

Forat kodingen ikke skal bli uforholdsmessig
komplisert, er det fordelaktig å dele maskinen opp i
12-cifrede regneverk som vi nummererer fra 1 til 8, slik
at nr. 7 og 8 er multiplikand-og multiplikatorverkene.
Verkenes plassering på pluggbordet er angitt i fig. 1.

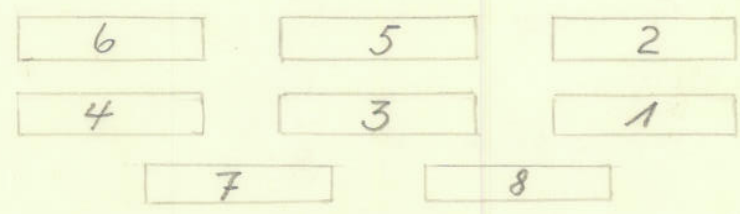


Fig. 1

Under multiplikasjon og under noen spesielle
operasjoner er verkene 5 og 6 samt 3 og 4 koblet sammen
så de danner 24 cifrede verk.

1948?

Hele maskinen utstyres så med en "Hovedtrafikkåre" bestående av 12 ledninger som ved hjelp av releer kan kobles til et hvilket som helst verks inn- eller utbössinger. (Der må lages utbössinger også for verkene 7 og 8.) Denne hovedtrafikkåre (i det følgende forkortet til HT) benyttes ved overføringer av tall fra et verk til et annet d.v.s. ved addisjon og subtraksjon.

HT forbinder ikke bare de 8 regneverk, men går også til en rekke relehukommelser (om deres konstruksjon se senere) som er slik at tall kan leses ut av dem på samme måte som fra et regneverk. De krever imidlertid ingen tømning, for når man setter et tall inn i en hukommelse (forkortet HU) tømmes den/automatisk først.

HT går også til en rekke "konstantregistre" (KR) som ikke er annet enn brytere, 12 i hvert KR, som kan sende forut innstillede tall inn på HT. Fra KR kan man også lese ut både pos. og neg., men intet kan settes inn i et KR fra HT.

Selve regnemaskinen må kunne multiplisere, dividere og trekke ut kvadratrötter (hvordan dette siste utføres, se senere). Et negativt tall framtrer i maskinen som et nierkomplement. Vi forutsetter at det aldri er mere enn 11 gjeldende cifre i et regneverk (RV) slik at det 12te kan brukes til å bestemme fortegnet. En nier i 12te pos. i et RV betyr altså at det tall som står der er negativt.

Multiplikasjon og divisjon må være fortegnssriktig d.v.s. produktet av to pos. tall er pos., prod. av et neg. ~~tall~~^{x)} og et pos. Dette kan f.eks. gjøres ved at maskinen kontrollerer fortegnene på md. og mr. og vender fortegnet om til pos. hvis det var neg. Der nest utføres mult. og tilsist snues fortegnet om hvis bare et av tallene i RV 7 og RV 8 var neg. (~~En annen mulighet er diskutert senere~~). Den samme metode kan brukes for divisjon.

x) og et pos. tall er neg. og prod. av to neg. tall er pos.

Kommaets plasering i regneverkene er fast; d.v.s det regnes med et konstant antall desimaler. Forat et produkt skal få sitt desimalkomma på riktig sted (i RV 6) må derfor produktet plaseres forskjellig ettersom hvor mange desimaler man regner med. Dette kan lett ordnes ved hjelp av en vender (hurtigere enn plugging).

Vi vil nå ta opp en oversikt over de nødvendige ordrer fra kontrollenheten. For det første bør vi ha flere enn en (f.eks. 4) ordrestrimmer, slik at maskinen selv kan velge hvilken ordrestrimmel som skal benyttes. Når maskinen startes benyttes alltid ordrestrimmel (OS) nr. 1. En ordrestrimmel inneholder tre kolonner, den første er ut (det RV, HU eller KR hvis utgangs huller tilknyttet HT), den annen er inn. (det RV eller HU hvis inngangs huller tilknyttet HT) og den tredje kolonne angir operasjonen. Ordrene i de to første kolonner er ganske enkelt RV 1, RV 2, .. RV 8, HU 1, HU 2, ... HU 16, KR 1, KR 2, ... KR 16. Ialt 40 såkalte adresser. Den tredje ordrekolonne er mere variert. De viktigste ordrer her er:

- AD Adder
- SU Subtraher
- MF Multipliser fortegnstallene i RV 7 og RV 8 og anbring resultatet i RV (5+6)
- DF Divider fortegnstallet i RV 6 med tallet i RV 7 og anbring kvotienten i RV 8.
- MU Multipliser som ved MF, men betrakt tallene i RV 7 og RV 8 som positive.
- DI Divider som ved DF, men betrakt tallene i RV 6 og RV 7 som positive
- TA Les ut tallverdien (altså AD hvis det betraktede tall er pos. og SU hvis det er neg.)
- TN Les ut den negative tallverdi (altså SU hvis det betraktede tall er positivt og AD hvis det er negativt.)
- P1, P2 Denne ordre kan tilføyes enhver annen ordre og betyr at den bare skal utføres hvis tallet i RV 1 henholdsvis RV 2 er positive, i motsatt fall går man over til neste ordre.

- N 1, N 2 Tilsvarende som P 1, og P 2, men for negative tall i RV 1 eller RV 2.
- O 1, O 2,
O 3, O 4 De følgende ordrer hentes fra ordrestrimmel nr. 1, 2, 3 eller 4.
- K 1, K 2,
K 3, K 4 Kortgang. Tallene på hullkortene kan settes inn på 4 forskjellige måter som plugges på forhånd.
- PU1, PU2,
PU3, PU4 Punch fra HT. Der kan punches i 4 forskjellige felter.
- T 1 - T 8 Töm verk 1, 2, ... 8 Disse ordrene kan kombineres slik at f.eks. T 357 betyr töm RV 3, RV 5 og RV 7.
- ST Stopp maskinen.
- F1 Forbind RV 5 og RV 6.
- F2 Forbind RV 3 og RV 4.

Noen eksempler på ordrer.

$$y = a_0 + a_1x + a_2 x^2 + a_3 x^3$$

x = 0 (0,01) 5 med 5 desimaler

konstantregistre

KR 1	a_0	
KR 2	a_1	
KR 3	a_2	
KR 4	a_3	
KR 5	000000001000	(0,01)
KR 6	000000500000	(5)
KR 7	500000000000	(brukes ved avrunding)

<u>Ut</u>	<u>Inn</u>	<u>Opp</u>	<u>Anm.</u>
KR 4	RV 7	T 1234567 AD	
KR 3	RV 6	MF AD	a_3x
KR 7	RV 5	AD, F0 T 7	$a_3x + a_2$ avrunding
RV 6	RV 7	AD T 3456	

<u>Ut</u>	<u>Inn</u>	<u>Opp</u>	<u>Anm.</u>
		MF	$a_3x^2 + a_2x$
KR 2	RV 6	AD	$a_3x^2 + a_2x + a_1$
KR 7	RV 5	AD, F0	Avrunding
		T.7	
RV 6	RV 7	AD	
		T 3456	
		MF	$a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x$
KR 1	RV 6	AD	y
KR 7	RV 5	AD, F0	avrunding
RV 8		PU 1	punch x
RV 6		PU 2	punch y, kortet går ut
KR 5	RV 8	AD	ny x-verdi
RV 8	RV 1	AD	x
KR 6	RV 1	SU	x - 5
		ST, N1	Stopp hvis $x > 5$
		K1	Kortgang; intet går inn i telleverkene, men nytt kort kommer i puncheposisjon

Her er strimmelen skjött sammen med sin begynnelse, slik at operasjonen gjentas cyklisk.

Som neste eksempel vil vi ta kvadratrotutdragning. Denne utføres ved suksessive approximasjoner og der trenges da en tilnærmet utgangsverdi. Et hvilket som helst tall kan brukes som utgangsverdi, men forat metoden skal konvergere noenlunde hurtig, bør utgangsverdien være så nær som mulig opp til den rette verdi. Vanligvis er dette ikke vanskelig å oppnå da jo regningene utføres i serier hvor tallene varierer bare lite fra gang til gang. Hvis man således skal regne ut \sqrt{y} hvor y er den størrelse vi beregnet i forrige eksempel, så bruker vi $\sqrt{y_n}$ som tilnærmelse ved beregningen av $\sqrt{y_{n+1}}$

Hvis vi skal regne ut \sqrt{D} og a_n er den n'te tilnærmelse, så vil $a_{n+1} = \frac{D + a_n^2}{2a_n}$. Regningen må fortsettes inntil $a_n^2 - D$ er ganske liten. (Eventuelt bortsett fra $a_n^2 - D$, så er alle disse differansene positive). Vi kan ikke sette $a_n^2 - D = 0$ for det kan hende at dette aldri slår til idet $a_n^2 - D$ mot slutten av regningen cyklisk gjennomløper endel små tall.

Vi kan f. eks. sette at denne differens skal være mindre enn 2 i siste desimal. Hvis regningen f. eks. utføres 6 cifret og vi har D i HU og a_0 i RV 8 toleransen (2 i siste ciffer) i KR 1 og 500000000000 i KR 2, så blir ordrene

T1234567

RV 8	RV 7	AD	
		MU	a_0^2 her trenges ikke MF da $a_0 > 0$ (V)
KR 2	RV 5	AD, F1	avrunding
RV 6	RV 1	AD	a_0^2
HU 1	RV 1	SU	$a_0^2 - D$
RV 1	RV 2	TA	$ a_0^2 - D $ (V)
KR 1	RV 2	SU	$ a_0^2 - D - 0,000002$ (V)

hvis dette er neg. er approx. ferdig, men vi må ha strimmelen tilbake til utgangsstillingen, så denne betingelse må komme senere)

HU 1	RV 6	AD	$a_0^2 + D$
RV 8	RV 7	AD	$2 a_0$
		T8	
		DI	a_1 " i RV 8 " " "
		01, N2	

Man ser lett at toleransen må være større enn $2\sqrt{D} \cdot 10^{-6}$ (når man regner med 6 desimaler.) Den serien med ordrer som er angitt her kan med fordel innebygges i maskinen i form av releer, slik at den ikke opptar strimmelplass og ikke blir slitt.

Grunnen til at der er flere ordrestrimler er at man vanligvis må ha en for å ta initialverdiene fra hullkortene og distribuere dem omkring i maskinen, dernest må man gå over til en ny strimmel som gir rutineordrene i regningen. De to andre strimlene er for underordrer som maskinen selv finner ut at den må bruke (kontrollert av P1, P2, N1 eller N2.)

I det foregående har jeg ikke omtalt hverken tabelloppslagningsmaskin eller noen utvidet hukommelse. Grunnen er at dette vil komme i annet utbygningstrinn av maskinen og vil bli omtalt senere.

6 AC
7 AD
8 BC
9 BD

En viktig tilvekst til maskinen vilde et skriveverk være. Det burde arbeide fra en egen hukommelsesenhet og burde skrive på samme måte som en skrivemaskin da det gir penere typer. Dens tabulator og linjeskifting kan enten styres av ordrer eller den gjennomløper en rekke tabuleringer og en skift *cyklisk*. Dette skriveverk bör arbeide uavhengig av resten av maskinen, slik at når et tall er satt inn i skriveverkets HU arbeider maskinen videre samtidig med at skriveverket skriver. Hvis maskinen får ordre om å sette noe inn i dette HU för skriveverket er ferdig med foregående tall, må maskinen vente inntil skriveverket er klar.

3.) Trekk av den tekniske beskrivelse.

3.1) Inn- og ut releer.

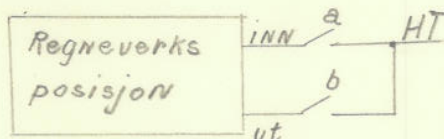


Fig. 2

a er en av 12 relekontakter
b " " " " " "
Relespolene A og B får energi fra kontrollen.

3.2) Relehukommelser.

En posisjon av en relehukommelse er vist i fig. 3. For hvert ciffer finnes det et av releene ABCD og E, mens releene I, F og U er felles for de 12 posisjoner som danner en hukommelsesposisjon. Tallene er omsatt i en kode slik at når et tall er innsatt, så vil ingen, et eller to av releene ABCD være trukket til. Koden er følgende.

0	ingen
1	A
2	B
3	C
4	D
5	AB
6	AC
7	AD
8	BC
9	BD

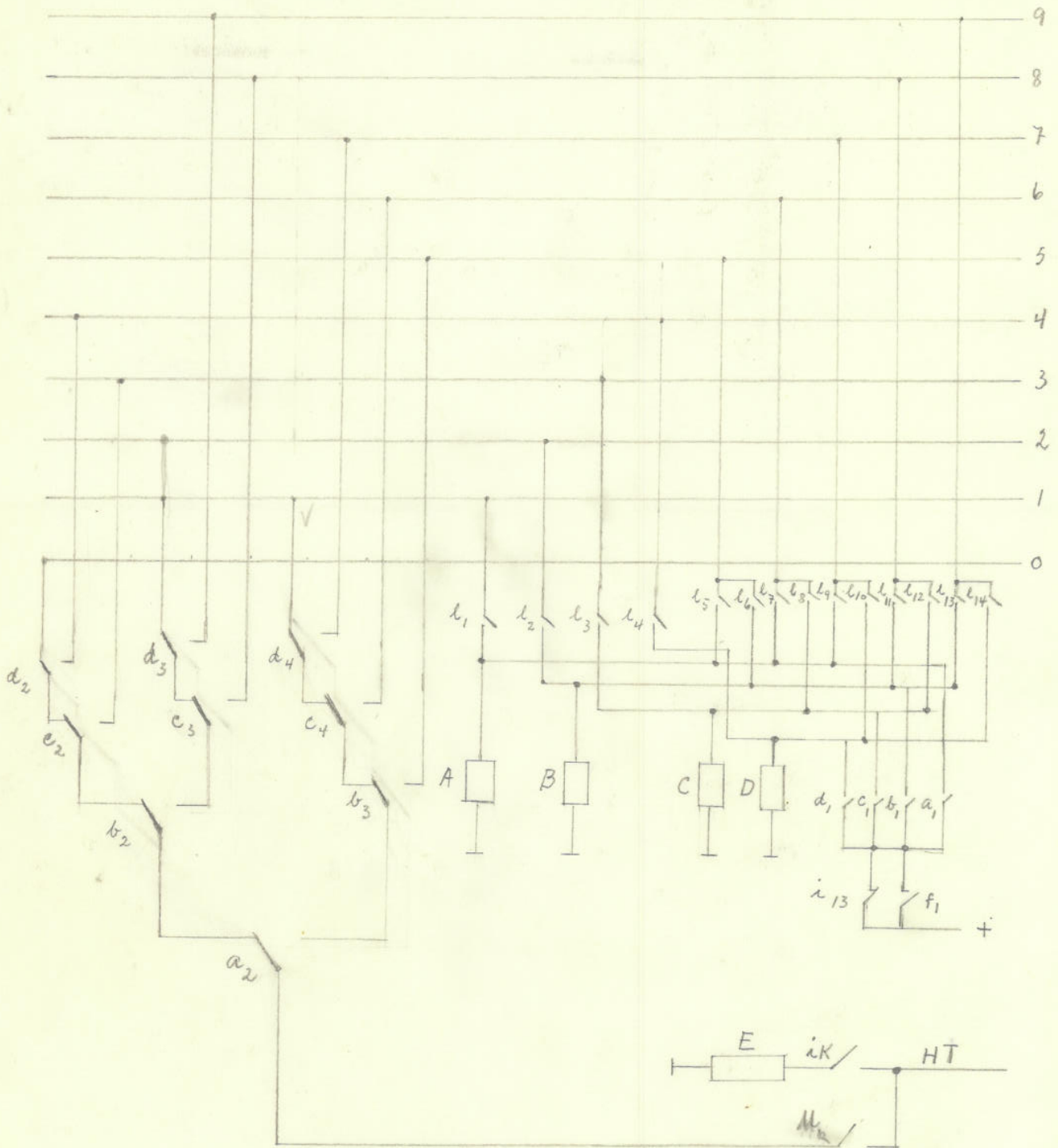
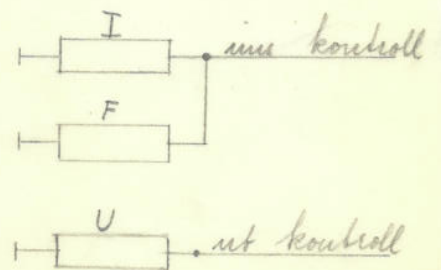


Fig 3.



(Kombinasjonen CD brukes ikke). Virkemåten er følgende: Når et tall skal settes inn, settes "inn kontroll" under spenning. Derved vil bl.a. kontaktene i_k ($i_1, i_2 \dots i_{12}$) lukkes. I den derpå følgende maskincykel vil de horisontale ledninger merket 1, 2 ... 9 få impulser til forskjellige tidspunkter. Samtidig med en av disse impulser kommer det en impuls fra HT hvorved E trekker til og de 14 kontakter lukkes. Derved vil noen av releene ABCD trekke til. Ved kontaktene a_1, b_1, c_1, d_1 skaffer disse releer seg holdeström. Hukommelsesenheten er nå satt opp. Skal et nytt tall settes inn, vil relekontakten i_{13} åpnes og ABCD mister sin holdeström. Rele F som er forsinket vil kort tid etter få spenning og lukke f_1 . Når spenningen til I og F releene senere blir borte vil fordi F er forsinket i_B lukkes før f_1 åpner slik at holdeströmmen ikke blir borte.

Som et fordelaktigere alternativ til å gi ABCD holdeström kan man bruke en mekanisk sperring av disse releer. Denne sperring må da oppheves et öyeblikk når det kommer spenning på "inn kontroll". Dette har den fordel at den informasjon som er lagret i enheten ikke går tapt i tilfelle av strömbrudd.

Utkontrollen er meget enkel, idet relekontaktene $a_2, b_2, b_3, c_2, c_3, c_4, d_2, d_3, d_4$ skaffer forbinnelse til en av de horisontale cifferledninger, mens U-releet lukker utkontaktene u_k ($u_1, u_2 \dots u_{12}$).

3.3. Omvending av fortegn.

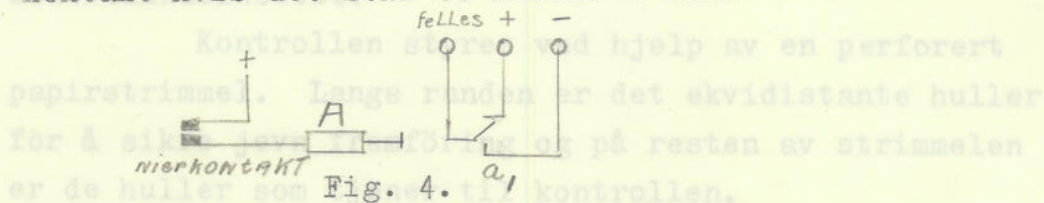
Denne operasjon utföres ved at tieroverföringen oppheves (som ved tömning) og telleverket overförer til seg selv (også som ved tömning). De impulser som kommer på de horisontale cifferledninger er imidlertid forskjellige.

<u>På ledn.nr.</u>	<u>impuls</u>
0	9
1	7
2	5
3	3
4	1
5	9

<u>På ledn.nr.</u>	<u>ang av impuls</u>	ve tall er saken noe
6	7	mer komplisert, idet man kanskje skal regne videre
7	5	med det punchede tall. Følgende må altså skje:
8	3	Under kontroll av fortegnskontaktene snus fortegnet
9	1	for det tall som skal punches samtidig med at punch-
		ingen av et x-merke forberedes, dessuten settes de tid-
Hvis det innsatte tall f.eks. er	00378	
adderer hertil	99353	
og man får	99621.	

3.4 Avlesning av fortegn.

Det tolvte ciffer i regneverkene (og HU-enhetene) brukes bare til fortegn. De er koblet som de øvrige posisjoner, men i tillegg så lukker de en kontakt hvis det står et nitall i dem.



Inn-Ut kontrollen.

Denne kontakt gir strøm til et rele A med en vendekontakt a_1 . Vi har derfor forbindelse mellom felles og + eller felles og - ettersom det er et positivt eller negativt tall i verket.

3.5 Innsetning og punching av negative tall.

I hullkortene ønsker man vanligvis at negative tall skal punches med sin tallverdi ledsaget av et x-merke, men i maskinen markeres et negativt tall ved at det er innsatt som et nierkomplement. Etter en kortgang tas -x-merkene opp av releer som får holdeström et rele for hvert av de 8 RV. Disse x-merker tas lettest opp fra de nedre børster, da det jo kan gå så meget lang tid mellom hver kortgang, og de nevnte releer under denne tid kan ha falt ut p.g.a. strømbrudd eller lign. Derneft kommer en omvandlingscykel for de regneverk hvis x-releer er satt opp, hvoretter x-releene faller ut igjen.

Ved punching av negative tall er saken noe mer komplisert, idet man kanskje skal regne videre med det punchede tall. Følgende må altså skje: Under kontroll av fortegnskontaktene snus fortegnet for det tall som skal punches samtidig med at punchingen av et x-merke forberedes, dessuten settes de tidligere omtalte x-releer opp. Dernest punches og til sist snus fortegnene tilbake under kontroll av x-releene som så faller ut.

3.6 Kontrollorganene.

Kontrollorganene og HU-enhetene finnes i et eget kabinett som kobles til maskinen via et vanlig pluggbord. Dette pluggbord er permanent forbundet med kontrollkabinettet.

Kontrollen styres ved hjelp av en perforert papirstrimmel. Langs randen er det ekvidistante huller for å sikre jevn fremføring og på resten av strimmelen er de huller som tjener til kontrollen.

Inn-Ut kontrollen.

Der kan leses ut fra 8RV 16 HU og 16 KR ialt 40 posisjoner. Skal kontrollen bestemmes av tilstedeværelsen eller fraværelsen av huller d.v.s. et slags totalsystem, så trenges 6 huller til dette formål. Der kan bare leses inn i 8 RV og 16 HU altså 24 pos. og der trenges hertil bare 5 huller.

Operasjons-kontrollen.

De enkelte ordrer kan her deles opp i flere grupper.

I) AD, SU, MF, DF, MU, DI, TA, TN, O1, O2, O3, O4,

K1, K2, K3, K4, P1, P2, P3, P4 og ST, ialt 21 enkle ordrer. Disse krever 5 posisjoner.

II) P1, P2, N1, N2, F1, F2.

Disse ordrer krever 3 pososjoner.

III) T1, T2, T3, -- T8, disse 8 ordrer kan kombineres på alle måter og krever 8 posisjoner.

Ialt krever operasjonskontrollene 16 posisjoner. Totalt har vi da

Ut	6
Inn	5
Opp	<u>16</u>
	27 posisjoner

Dette er ganske meget sammenlignet med f.eks. IBM's Mark 1 maskin, men fleksibiliteten og hastigheten er vesentlig større.

Til hver adresse og hver operasjon kan nå tilordnes et kodenr. Adressen og operasjoner nummereres hver for seg fortløpende. La et slikt nummer være M. Vi kan da sette

$$M = 2^{a_1} + 2^{a_2} + 2^{a_3} + \dots + 2^{a_k}$$

hvor alle a'ene er forskjellige og $a_1 > a_2 > \dots > a_k$

Kodenummeret er da $a_1 a_2 a_3 \dots a_k$

I detalj blir det slik

<u>RV</u>	<u>kode</u>		<u>Opp</u>	<u>kode</u>	<u>Opp</u>	<u>kode</u>
1	0		AD	0	T1	8
2	1		SU	1	T2	9
3	10		MF	10	T3	a
4	2		Df	2	T4	b
5	20		MU	20	T5	c
6	21		DI	21	T6	d
7	210		TA	210	T7	e
8	3		TN	3	T8	f
			O1	30		
			O2	31		
			O3	310		
			O4	32		
			K1	320		
			K2	321		
			K3	3210		
			K4	4		
			P1	40		
			P2	41		
			P3	410		
			P4	42		
			ST	420		
			<hr/>	<hr/>		
			P1	5		
			P2	6		
			N1	65		
			N2	7		
			F1	75		
			F2	76		

<u>HU</u>	<u>kode</u>	<u>KR</u>	<u>kode</u>
1	30	1	430
2	31	2	431
3	310	3	4310
4	32	4	432
5	320	5	4320
6	321	6	4321
7	3210	7	43210
8	4	8	5
9	40	9	50
10	41	10	51
11	410	11	510
12	42	12	52
13	420	13	520
14	421	14	521
15	4210	15	5210
16	43	16	53

På slutten er der brukt bokstaver istedet for tall for å unngå tosifrede posisjoner i koden.

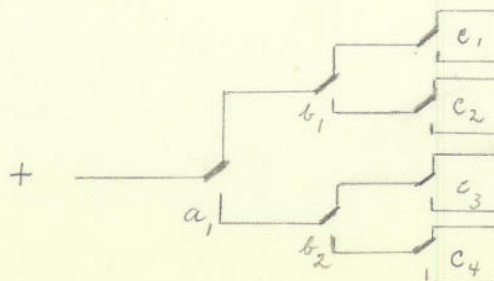
Kodingen for beregning av kvadratrøtter tar seg nå ut slik:

Ut	inn	opp
		edcba98
3	210	0
		20
431	20	750
21	0	0
30	0	1
0	1	210
430	1	1
30	21	0
3	210	0
		f
		21
		730

Ved kodingen av et problem bör man först sette opp koden som vist på sidene 4.-6 dernest skrive den som vist her og tilsist punche den på strimmelen.

Til hvert av de 27 mulige huller i strimmelen er der en metallbörste som gjennom hullene kan danne kontakt med en kobbercylinder. Hvis det er et hull i strimmelen kan börsten få spenning fra kobbercylinderen. Strömmen går til et rele for hver börste. Hvert av disse releer har holdeström slik at kobbercylinderen bare behöver å stå under spenning en kort tid. Resten av tiden går med til fremföring av strimmelen. Avfölingen av koden i strimmelen skjer altså bare et öyeblikk i begynnelsen av hver maskin cykel. Helt i slutten av hver cykel mister de 27 releer sin holdeström og umiddelbart etter settes de opp med neste kode o.s.v.

To av relesettene (ut og inn) har sine kontakter forbundet i kaskade som vist i fig. 5



I gruppen ut kommer der således ut 64 ledninger. 24 ledninger går ingen steds hen, de øvrige går til magnetpolene i alle utreleene.

I inn gruppen kommer der ut 32 ledninger. 8 av dem går ingen sted, men de øvrige 24 går til alle inn-releene.

Operasjons-gruppen er igjen delt i flere underavdelinger. Tømmingsreleene er ikke satt opp i kaskade. Releene som svarer til kodecifrene, 8, 9, a, b, c, d, e, og f går til hvert sitt rele som besørger tømmingen av hver sitt regnverk. Releene med kodecifrene 5, 6 og 7 er kaskadeforbundet, likeledes releene 0, 1, 2, 3 og 4. Skjematisk ser koblingen ut som vist på fig. 6

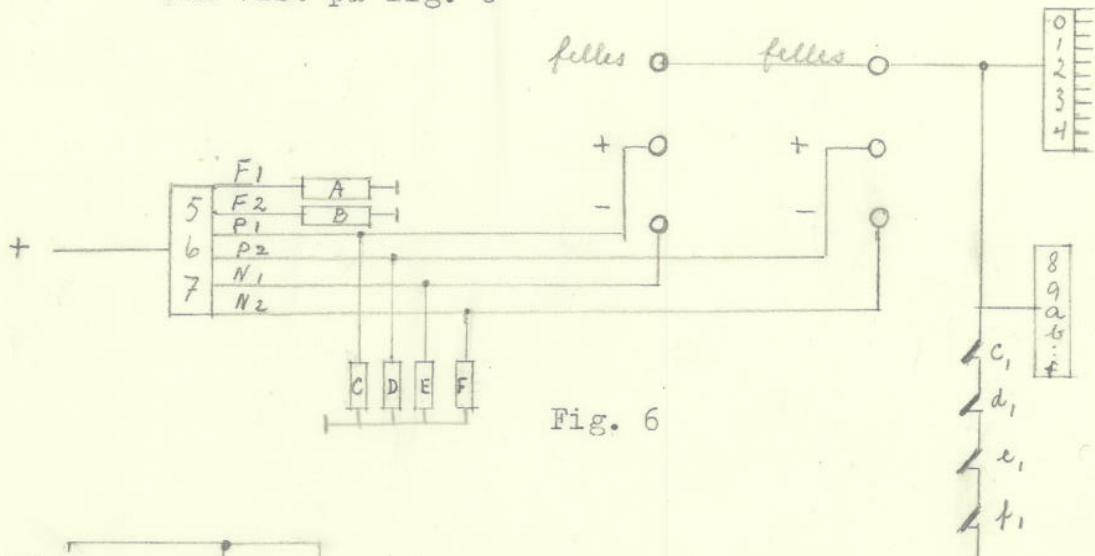
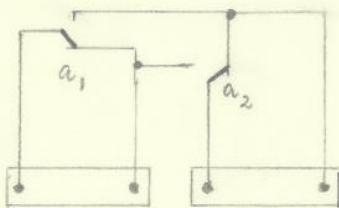


Fig. 6



Tier for RV 5 og 6

Fig. 7

Fig. 7 viser hvorledes sammenkobling av RV 5 og RV 6 foregår mens fig. 6 i hovedtrekkene viser hvorledes kontrollen gjøres avhengig av P1, P2, N1, N2.

Multiplikasjon og divisjon er koblet på vanlig måte og impulsene MU og DI bare starter disse cykler. MF og DF er også ferdigkoblet, forskjellen er bare at nu kobles noen ekstra cykler inn^{foran}. Avslutningen av multiplikasjonen eller divisjonen er den samme i begge tilfeller, for ved bruk av MU og DI kan resultatet aldri

bli omsnudd.

Skiftningen mellom de forskjellige ordrestrimler skjer som vist i fig. 8

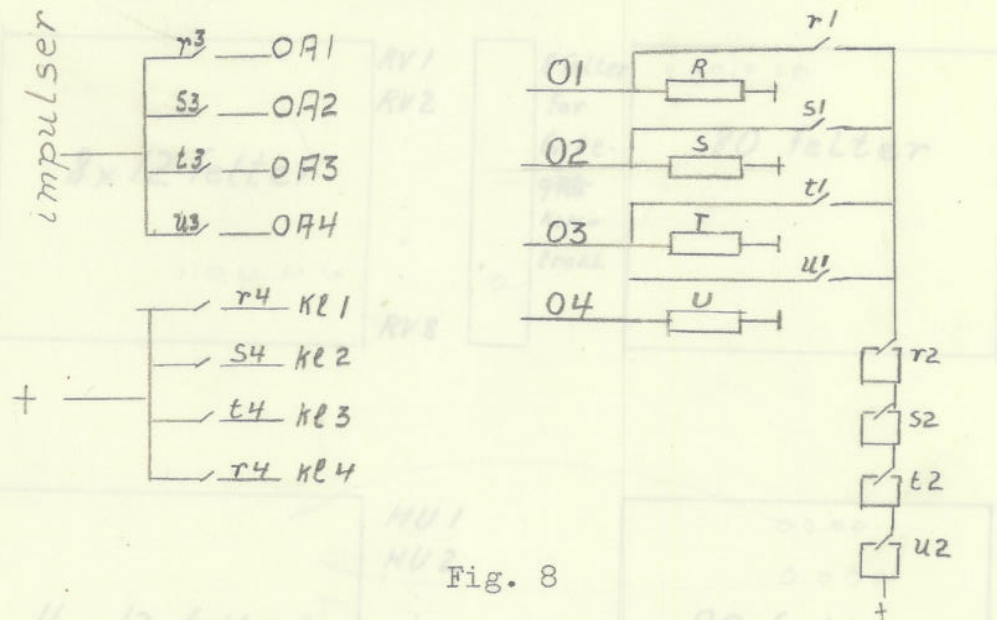
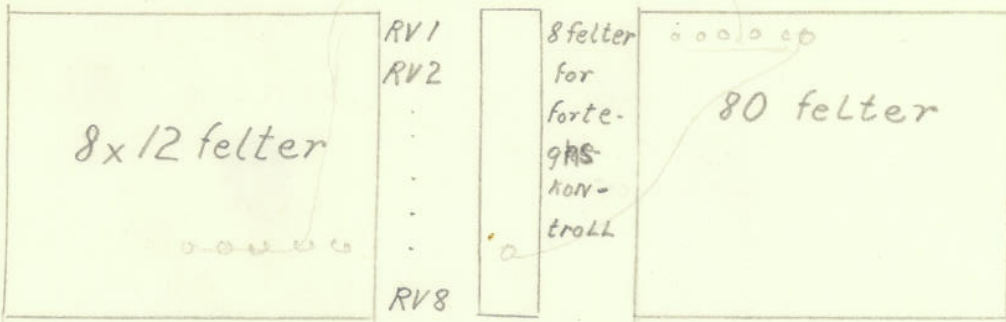


Fig. 8

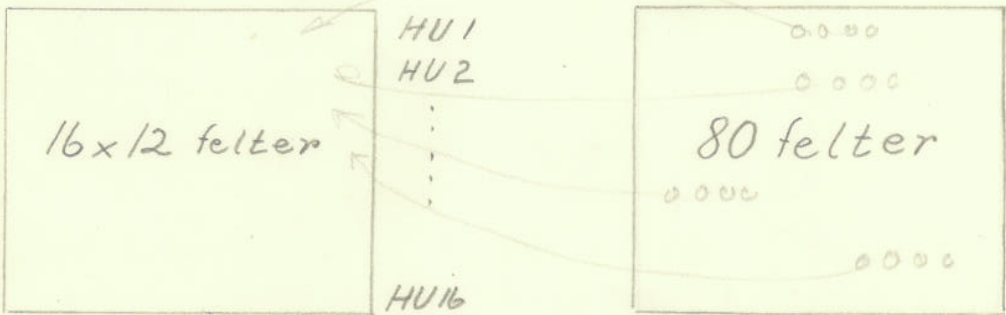
Når man trykker på startknappen lukkes R mekanisk igjen og R får da holdeström over r_1 r_2 s_2 t_2 u_2 . Samtidig er r_3 lukket og kobbervalsens A_1 under strimmel nr. 1 får ström. Kommer nå f.eks. ordren 02, så vil S trekke til. Idet s_2 legges over mister R et öyeblikk sin holdeström og faller ut, mens så får S holdeström. Relekontaktene, r_4 , s_4 , t_4 og u_4 gir ström til de kløtsjer som bringer strimmelen fremover. Disse ledninger brytes ved en annen relekontakt, mens en multiplikasjon, divisjon eller punching pågår.

3.7) Pluggbordet.

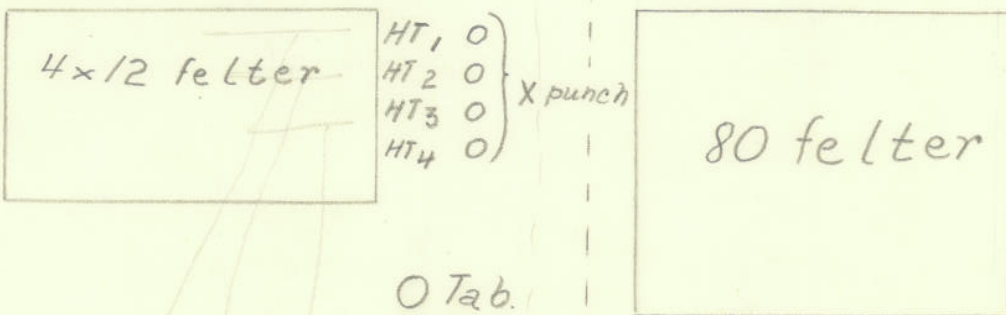
Av kodingen går det fram at det kan forekomme fire forskjellige slags "card-feed" og det kan punches i fire forskjellige felter. Kontrollkabinettet må derfor utstyres med et pluggbord, slik at de önskede forbindelser kan plugges. En mulig måte å lage et slikt pluggbord er vist på fig. 9



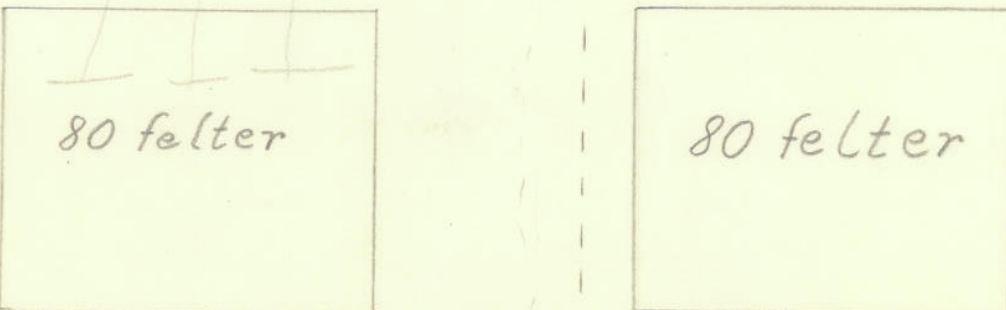
K1



K2



K3



K4

Feltene K₁, K₂, K₃ eller K₄ har bare forbindelse med børstene når de tilsvarende ordrer gis. Tilsvarende har HT₁, HT₂, HT₃ eller HT₄ bare forbindelse med HT når ordren P₁, P₂, P₃ eller P₄ gis.

4.) Planer for en kombinert hukommelse og tabelloppslagningsmaskin med stor kapasitet.

Hukommelsen er magnetisk d.v.s. hvert ciffer består av et antall magnetiske dipoler på overflaten av en cylinder. Vi betrakter i første omgang hvorledes en-cifrede tall skal huskes.

Hvert ciffer noteres i totalssystemet, slik at hvert ciffer består av 4 dipoler. Da dipolene kan ha to forskjellige polariteter, kan vi på denne måte få frem cifrene null og en.

Den magnetiske trommel kan rotere en gang i løpet av ca. 0,3 sek., men det er ikke nødvendig at rotasjonen skjer synkront med resten av maskinen. Trommelen roterer hele tiden uavhengig av resten av maskinen. Hvis vi antar at det lagres 10 000 cifre rundt trommelperiferien vil vi måtte ha 40 000 magnetiske dipoler. Passasjen av hver dipol vil da ta $\frac{0.3}{40000}$ sek. = 7,5 μ S. Denne tid er såvidt lang at det ikke skaffer noen vanskeligheter å behandle den med moderne elektroniske kretser.

Hukommelsens virkemåte er nå som følger:
Et tall som skal innsettes føres først over til en relehukommelse, derfra føres de over en elektronisk "gate" til magnetene som "spiller inn" tallet i det øyeblikk trommelen står i den rette stilling. Avlesningen skjer på en lignende måte. Magneten leser av alle tall på trommelen, men bare i det øyeblikk trommelen står i den rette stilling åpnes "gate"-rørene. De fremkomne impulser føres over på flip-flopper med én stabil stilling. Flip-floppene (det er fire av dem for hvert ^{dipol} ciffer) står forholdsvis lenge i sin ustabile stilling (mellom 0,015 sek. og 0,1 sek) og har da god tid til å sette opp releene i en relehukommelse hvorfra tallet så kan føres videre på vanlig måte.

Bestemmelsen av trommelens stilling for inn- og utlesning av tall skjer ved at det rundt trommelperiferien befinner seg 10 000 merker av en eller annen art. Hver gang et merke passerer et avlesningssted föres en impuls innpå en "scaling" krets. Denne har form av 4 seriekoblede "scale of 10". Den "adresse" man önsker å oppsöke innsettes i dette elektroniske regneverk. När trommelen passerer en bestemt nullstilling begynner de seriekoblede scalingkretser å telle merkene på trommelperiferien. Idet öyeblikk dette regneverk når 10 000 d.v.s., idet öyeblikk det kommer en impuls ut av kretsens annen ende, er man ved den önskede adresse. Man bruker altså den utkommende impuls til å åpne gate-kretsene.

Et forslag til en konkret utformning av elektronikken er angitt senere.

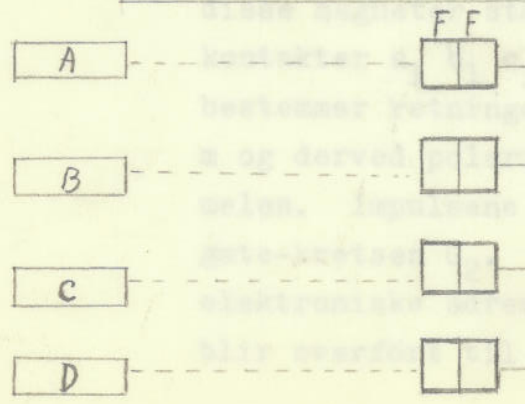
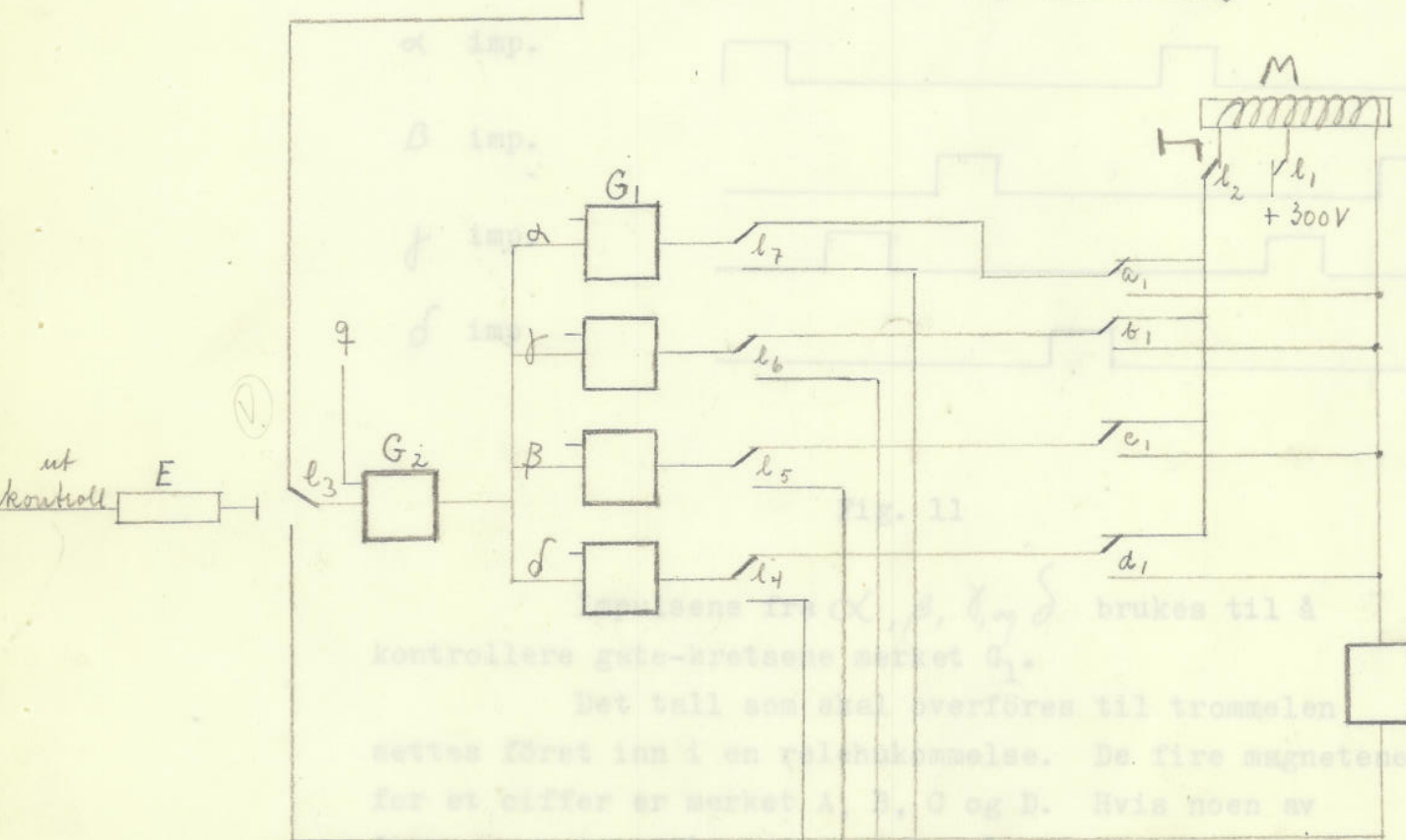
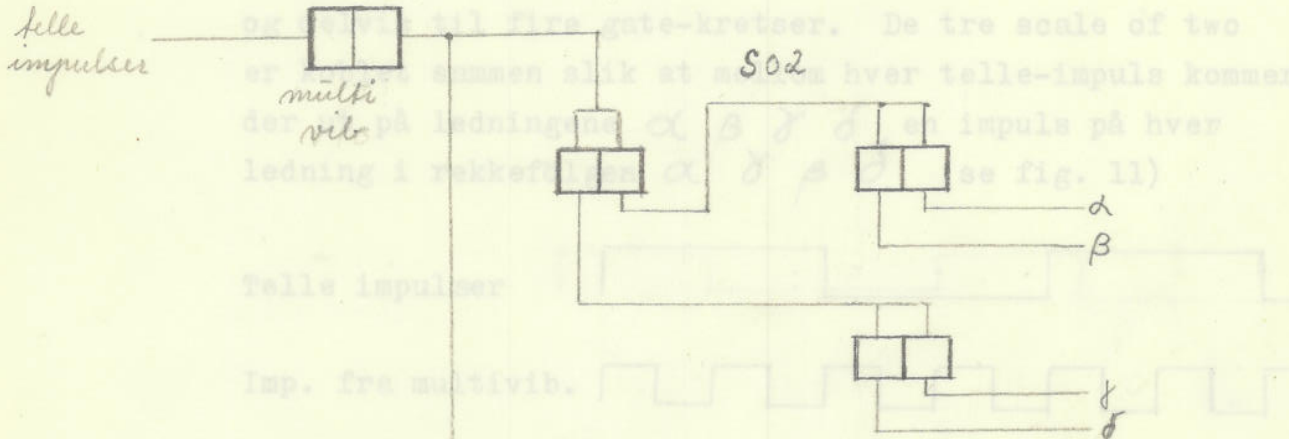
~~For hvert ciffer som skal huskes må man ha en magnet og et sett elektronikk. er angitt senere.~~

For hvert ciffer som skal huskes må man ha en magnet og et sett elektronikk. De elektroniske kretser som er felles for alle cifre er: adresseverket (de seriekoblede scale of 10 med en 4 cifret relehukommelse, hvorfra adresse overføres) og timing-kretser som kan overføre de fire impulser et ciffer består av, til fire forskjellige steder.

Forslagsvis skal maskinen kunne huske 24-cifrede tall, delt opp i to 12-cifrede tall. Dette er for å bruke maskinen som tabell-maskin. Det første 12-cifrede tall inneholder funksjonsverdien, det andre 12-cifrede tall inneholder enten funksjons-differensen eller funksjonens første og annen differens etter hverandre. (Disse kan adskilles ved multiplikasjon med en ener i en passende posisjon. Det ene tall kommer da i RV5, det annet i RV 6. Tallet i RV 5 vil imidlertid stå for langt til venstre i verket og må, etterat RV 6 er tömt overføres til RV 6 ved hjelp av en ny egnet

multiplikasjon med en ener). "Telleimpulsene" inn d.v.s. de 10 000 Et mulig blokkskjema for elektronikken i ut- inn systemet er angitt i fig. 10.

multivibrator som gir 4 impulser for hver telle-impuls. Disse siste (4 inng. per telle inng.) et sett med "Scale of Two" (SO2)



brukes til 4 kontrollere gate-kretsene merket G₁. Det tall som skal overføres til trommelen settes først inn i en rullekønnelse. De fire magnetene for et siffer er merket A, B, C og D. Hvis noen av disse magnetene er innstilt slik at vil de tilsvarende kontakter i FF bli slått on. Disse kontakter bestemmer forbindningen av strømmen gjennom magnetspolen B og derved magnetens tilstand ved den magnetiske dipol på trommelen. Impulsene fra multivibratoren må også gå gjennom gate-kretsene. Det skjedde via ledningen q fra det elektroniske sifferverkt (se senere) slik at tallet blir overført til trommelen bare en gang.

Överst til venstre kommer "telleimpulsene" inn d.v.s. de 10 000 impulser som skriver seg fra merkene på trommelen. Disse impulser synkroniserer en multivibrator som gir 4 impulser for hver telle-impuls. Disse siste impulser går delvis til et sett med "Scale of Two" (S02) og delvis til fire gate-kretser. De tre scale of two er koblet sammen slik at mellom hver telle-impuls kommer der ut på ledningene α β γ δ en impuls på hver ledning i rekkefølgen α γ β δ (se fig. 11)

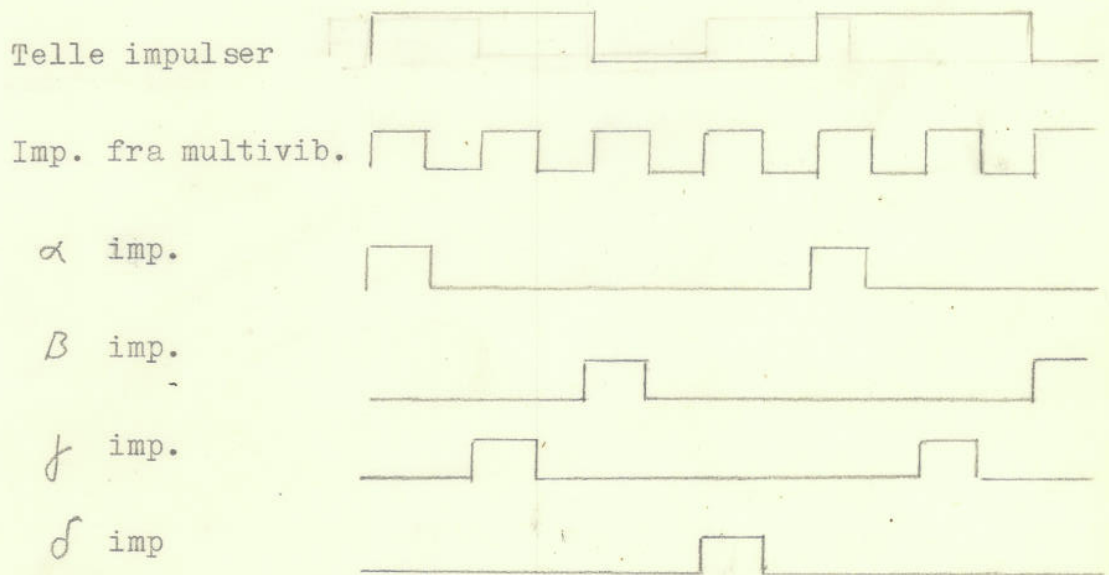


Fig. 11

Impulsene fra $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ brukes til å kontrollere gate-kretsene merket G_1 .

Det tall som skal overføres til trommelen settes først inn i en relehukommelse. De fire magnetene for et ciffer er merket A, B, C og D. Hvis noen av disse magneter står under strøm så vil de tilsvarende kontakter a_1 b_1 c_1 d_1 være lagt om. Disse kontakter bestemmer retningen av strømmen gjennom magnetspolen m og derved polariteten av den magnetiske dipol på trommelen. Impulsene fra multivibratoren må også gå gjennom gate-kretsen G_2 . Den styres via ledningen q fra det elektroniske adresseverk (se senere) slik at tallet blir overført til trommelen bare en gang.

Ved avlesning av et tall, legges alle kontaktene e om. Spenningsimpulsene fra M vil få en form som i fig. 12a eller b



fig. 12

ettersom man har en positiv eller en negativ dipol. Etter å ha passert den integrerende krets har impulsene form som på fig. 13a eller b.



fig. 13

G_1 og G_2 er nå anordnet slik at bare positive impulser kan passere hvorved bare den ene type dipoler kommer frem til G_1 . Ved hjelp av styreimpulsene på α , β , γ og δ sorteres de fire mulige pulser over på hver sin ledning hvor de bringer flip-floppene FF ut av hvilestillingen. Når FF er ute av hvilestillingen (som tidligere omtalt varer dette ganske lenge) kan de sette opp releene ABC og/eller D hvorved tallet er overført fra trommelen til relehukommelsen.

Det elektroniske adresseverk er allerede beskrevet forholdsvis inngående, så jeg skal bare antyde noen ekstra opplysninger her:

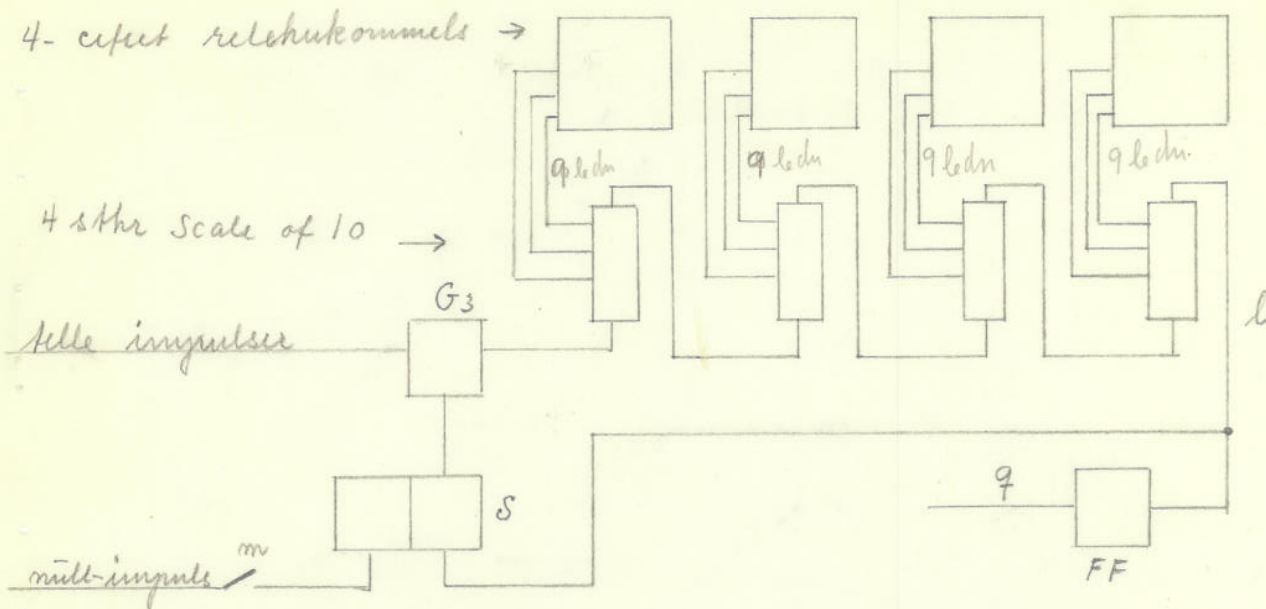


fig. 14

Flip-floppen FF befinner seg i sin ustabile stilling en tid som svarer til tiden mellom to telle-impulser. S er en Scale of two som styrer gate-röret G_3 slik at når det kommer en impuls på ledningen l , så sperres G_3 . Forat G_3 skal åpnes må to ting skje: 1) kontakten m må være lukket og 2) det må komme en "null-impuls" som styres f.eks. av en knast på trommelen. Så snart denne impuls er kommet, åpnes automatisk m . m lukkes både ved inn- og utlesning.

(V)