

(19) DANMARK



(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT (11) 144546 B

DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET



(21) Ansøgning nr. 5829/73

(51) Int.Cl.³ G 06 F 1/04

(22) Indleveringsdag 29. okt. 1973

(24) Løbedag 29. okt. 1973

(41) Alm. tilgængelig 1. maj 1974

(44) Fremlagt 22. mar. 1982

(86) International ansøgning nr. -

(86) International indleveringsdag -

(85) Videreførelsesdag -

(62) Stamansøgning nr. -

(30) Prioritet 30. okt. 1972, 302222, US

(71) Ansøger AMDAHL CORPORATION, Sunnyvale, US.

(72) Opfinder Glenn David Grant, US.

(74) Fuldmægtig Firmaet Chas. Hude.

(54) Databehandlingsapparat.

Opfindelsen angår et databehandlingsapparat med en eller flere data-
veje, idet forsinkelsen i hver af datavejene er mindre end en maksi-
mal datavejsforsinkelse og større end en minimal datavejsforsinkelse,
hvilket apparat indeholder et antal låsekredsløb for lagring af data,
idet hvert af låsekredsløbene har en dataindgang og en dataudgang for
lagring af data på den respektive dataindgang ved klokimpulsstyring

DK 144546 B

og for tilvejebringelse af lagrede data på dataudgangen i en låseforsinkelsesperiode, der er mindre eller lig med den maksimale låseforsinkelse MLD, der er karakteristisk for apparatet, hvilket apparat desuden indeholder et klokimpulsorgan, som er forbundet med hvert af låsekredsløbene, og som genererer klokimpulser med en frekvens og en impulsbredde, hvorhos cyklustiden svarende til frekvensen er større end den maksimale datavejsforsinkelse, og hver af datavejene forløber fra dataudgangen af det første låsekredsløb til dataindgangen af det andet låsekredsløb, og data lagret i det første låsekredsløb ved en klokimpuls transmitteres via datavejen for lagring i det andet låsekredsløb ved næste klokimpuls, hvilket apparat desuden indeholder ledere for tilførsel af klokimpulser fra klokimpulsorganet til hvert af låsekredsløbene med en klokskævhed, der er mindre end eller lig med den maksimale klokskævhed CS, hvorhos den minimale datavejsforsinkelse er større end summen af klokimpulsbredden og klokskævheden.

Der kendes kant-triggede klokimpulsindretninger, som transmitterer information ved hjælp af for- eller bagkanterne af klokimpulserne, og som ofte benævnes AC-klokimpulser. Kant-triggede indretninger er imidlertid ikke helt tilfredsstillende som følge af støjfølsomhed og dårlige frekvenskarakteristiker og som følge af, at det er vanskeligt at styre tidstagningen ud fra for- og bagkanterne.

Der kendes desuden tærskelværdi-triggede klokimpulsindretninger, som transmitterer information på klokimpulsernes DC-niveau. Disse indretninger kaldes ofte DC-indretninger. De nødvendiggør imidlertid, at signalet er til stede i en periode, der er så stor, at der ved indgangsterminalen modtages tilstrækkelig meget energi til at ændre niveauet ved udgangen. Denne mindste periode er typisk den korteste tid, det tager systemet at skifte. Eftersom et låsekredsløb er det kredsløb, som giver den hurtigste oplagring, er den periodetid, som kaldes den maksimale låseforsinkelse MLD, og som er tilknyttet låsekredsløbene, en parameter, der anvendes til karakterisering af impulsindretningens hurtighed. Andre parametre af betydning for hastigheden er klok-skævheden CS, den maksimale datavejsforsinkelse $D_{\max}$, og den minimale datavejsforsinkelse $D_{\min}$.

Den maksimale låseforsinkelse MLD, en klokimpuls kan forsinkes, er defineret som den impulsbredde - dvs. tidsintervallet fra forkanten til bagkanten - af en klokimpuls, som er tilstrækkelig til, at et

låsekredsløb eller et dermed ækvivalent kredsløb kan modtage og op-lagre et indgangssignal og frembringe et pålideligt udgangssignal i afhængighed heraf.

Klok-skævheden er den maksimale forskel i tid imellem forkanten af to klokimpulser, og som skyldes forskelle i elektriske parametre af de forskellige veje, igennem hvilke klokimpulserne transmitteres.

Den maksimale datavejsforsinkelse $D_{\max}$ defineres som det maksimale tidsinterval en datavej kan anvende til aflevering af et svar-udgangssignal efter tilførsel af et indgangssignal til datavejen. Den minimale datavejsforsinkelse $D_{\min}$ defineres som det minimale tidsinterval, datavejen anvender til afgivelse af et svar-udgangssignal efter tilførsel af et indgangssignal til datavejen. Den maksimale og den minimale datavejsforsinkelse er i stor udstrækning bestemt af antallet af logiske kredsløb og af forskellige kredsløbsparametre.

Det er kendt at minimere det nødvendige antal kredsløb ved at lade klokimpulsgeneratoren afgive klokimpulssignaler med en impulsbredde, der er lig med den maksimale låseforsinkelse. Dette nødvendiggør, at den maksimale datavejsforsinkelse mindst er lig med klok-skævheden. Det er imidlertid ikke helt tilfredsstillende, at den lige netop er lig med klok-skævheden. Hvis en datavej har en sådan forsinkelse, kan der nemlig ved en fejltagelse indføres data to gange under en klokimpulsperiode. Selv om de hidtil kendte klokimpulsgeneratorer til store hastigheder har kunnet fremstilles til rimelige priser, så er dette ofte sket på bekostning af, at der ikke er opnået den maksimale klokimpulsfrekvens og derfor ikke opnået den maksimale ydeevne.

Formålet med opfindelsen er at tilvejebringe et databehandlingsapparat med en klokimpulsindretning, som ved passende dimensionering af klokimpulsbredden giver en bedre kombination af ydeevne og pris.

Databehandlingsapparatet ifølge opfindelsen er ejendommeligt ved, at klokimpulsorganet omfatter midler, der bevirker at de genererede klokimpulser har en impulsbredde, der er væsentligt større end den maksimale låseforsinkelse MLD og maksimalt er lig med en værdi, der i hvert fald er større end summen af den maksimale låseforsinkelse og den maksimale klokskævhed CS. Herved opnås den bedst mulige ydeevne - omkostningerne taget i betragtning - ved passende valg af impulsbredden. Hvis man nemlig

vælger en klokimpulsbredde CPW, der er større end MLD (maksimal låseforsinkelse), minimeres omkostningerne, idet der derved kræves et færre antal kredsløb, alt imedens apparatet opnår en stor arbejds-hastighed.

Opfindelsen skal nærmere forklares i det følgende under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1 viser et diagram over et databehandlingsapparat ifølge opfindelsen,

fig. 2 nogle dataveje i forbindelse med en regneenhed i databehandlingsapparatet,

fig. 3 datavejene og klokimpulsvejene for en i regneenheden indgående additionsenhed,

fig. 4 en afbildning af klokimpulsfrekvensen, som funktion af klokimpulsbredden,

fig. 5 repræsentative signaler for det i fig. 3 viste klokimpulssystem,

fig. 6 en klokimpulsgenerator, og

fig. 7 signaler i forbindelse med den i fig. 6 viste klokimpulsgenerator.

Det i fig. 1 viste databehandlingsapparat omfatter et hovedlager 2, en lagerstyringsenhed 4, en styreenhed 8, en regneenhed 10, en kanalenhed 6 og en konsol 12. Databehandlingsapparatet styres af et program. De instruktioner og de data, hvorpå apparatet skal virke, indføres via en indgangs/udgangsenhed i kanalenheden 6 gennem lagerstyringsenheden 4 til hovedlageret 2. Fra hovedlageret 2 afgives der ved hjælp af styreenheden 8 instruktioner gennem lagerstyringsenheden 4. Disse instruktioner dekoderes til styring af regneenheden 10. Regneenheden 10 indfører de ordrer, der dekoderes i styreenheden 8, og virker på de data, som føres til regneenheden 10. Regneenheden 10 omfatter en additionsenhed 32 til udførelse af visse ordrer, såsom ordrer, der nødvendiggør en addition af operander.

Fig. 2 viser datavejene i forbindelse med additionsenheden 32. De data, der skal adderes, føres til additionsenheden 32 via LUCK 20 og et LH-register 24 eller et 2H-register 25.

Selvom LH-registeret 24 og 2H-registeret 25 hver især er på 32 bit med positionerne 0-31 - se fig. 2 - så adderes der kun en halv oktet på 4 bit i et repræsentativt eksempel. Specielt kan LH- og 2H registerene hver især lagre et ord, svarende til fire 8-bit oktetter. Et af de fire oktetter i hver af registerne beskrives i forbindelse med opfindelsen.

Operanden A lagres i LH-registeret 24 i positionerne 4-7, hvilket giver anledning til dannelse af indgangssignalerne a4-a7. På samme måde lagres operanden B i 2H-registeret 25 i positionerne 4-7, hvilket giver anledning til dannelse af indgangssignalerne b4-b7. Til et passende tidspunkt i databehandlingsapparatets cyklus føres operanderne A og B til additionsenheden 32. Differensen A-B fremkommer derved på en 4 bit-bus 99, medens differensen B-A fremkommer på en 4 bitbus 98.

Til et passende tidspunkt afgøres det, om A er større end B eller omvendt. Et signal på leder 92 udvælger derefter den mest relavante af udgangsbusserne 98 eller 99 for indføring af den valgte differens i et SAR-register 38. Signalet på leder 92 udledes i én udførelsesform fra LUCK 20, som foretager logiske sammenligninger. Alternativt kan signalet på leder 92 udledes af en bit af højere orden af bit fra additionsenheden 32, når disse bit anvendes.

Regneenheden 10 omfatter også et kredsløb til forskydning af operanderne A og B's mantissedelev i afhængighed af den valgte differens A-B eller B-A.

Additionsenheden 32 omfatter fem logiske trin I-V og er af mentefremføringstypen. Trin I danner logiske plus- og minusfaser for indgangssignalerne. Bitfremføring og bitgenereringssignaler og gruppefremføring og gruppegenereringssignaler dannes ved trin II. Ved trin III kombineres signaler fra trin II til dannelse af halvsumsignaler og gruppementesignaler. Ved trin IV dannes den fuldstændige sum af signalerne fra trin III. Trin V er et effektniveau for differensen A-B og et effektniveau og inverter for differensen B-A.

I additionsenheden 32 fremkommer datasignalet DA, der føres til LH-registeret 24, kort tid efter klokimpulssignalet C1 og fastlåses i LH-registeret 24 ved hjælp af signalet C1, hverved der fremkommer et udgangssignal DB. Signalet DB føres fra LH-registeret 24 via en bus 55 til additionsenheden 32, hvor signalet føres frem gennem de fem trin I-V.

Efter en datavejsforsinkelse X, som følge af fremføringen gennem de fem trin, danner datasignalet DB et udgangssignal DC på udgangsbussen 98, idet datasignalet DC fastlåses i SAR-registeret 38 ved hjælp af klokimpulssignalet C2. Datasignalet DC, der er fastlåst i registeret 38 ved hjælp af signalet C2, giver anledning til, at der afgives et datasignal DD fra registeret 38. Signalerne C1 og C2 til fastlåsning af datasignalerne genereres af en klokimpulsgenerator 102.

I fig. 3 er et af LH-registeret 24's trin vist som et låsekredsløb 124. Låsekredsløbet 124 har en indgang DA og en udgang DB. Et af registeret 38's trin er tilsvarende vist som et låsekredsløb 138.

Låsekredsløbet 124 omfatter ELLER/NOR-porte 151-154, som foretager fastlåsningen. DB-udgangssignalet tilføres som et indgangssignal til de fem trin af et kredsløb 132, som er en del af den i fig. 2 viste additionsenhed 32. Kredsløbet 132 repræsenterer fem trin af et logisk kredsløb, hvorigennem datasignalet DB fremføres til dannelsen af datasignalet DC.

Datasignalet DC føres som et indgangssignal til låsekredsløbet 138, som er identisk med låsekredsløbet 124, idet tilsvarende ELLER/NOR-porte har tilsvarende referencetal med mærker. Udgangssignalet fra låsekredsløbet 138 er datasignalet DD.

I fig. 6 er en klokimpulsindretning vist i forbindelse med en repræsentativ del af databehandlingsapparatet. I klokimpulsindretningen er en firkantbølgegenerator 104 omfattende en oscillator og et kurveformningskredsløb indrettet til at generere et firkantbølgetudgangssignal. Generatoren 104 danner et udgangssignal i form af et firkantbølgesignal, der typisk har en frekvens F på 50 MHz, og derfor har en periode-tid CT på 20 nanosekunder. Udgangssignalet fra generatoren 104 føres

til et antal NOR-porte 115, 115' og 115", som danner et multichip (MCC) fordelerkredsløb 107. Hver af portene 115 føder et multichip-kredsløb 11, 11' og 11" og en NOR-port 116, 116' og 116".

Det andet indgangssignal til NOR-portene er et signal fra en undertrykningsleder 118, 118' og 118", hvilket signal undertrykker klokimpulssignalet til alle dele af det respektive MCC-kredsløb. Udgangssignalet fra NOR-portene 116 føres direkte til ELLER-portene 120 samt til et forsinkelsesled på fire ELLER/NOR-porte 122, som tilvejebringer det andet indgangssignal til NOR-portene 120. Portene 122 og 120 er indrettet til at ændre periodetiden af firkantbølgesignalet fra portene 116. Firkantbølgesignalet fra ELLER-portene 116 ændres til en rektangelformet firkantbølge fra portene 120. Impulsbredden af signalerne fra portene 120 vælges i én udførelsesform så den svarer til klokskævheden CS plus den maksimale låseforsinkelse MLD. Ved ændring af antallet af porte i rækken af porte 122 kan klokimpulsbredden ændres tilsvarende.

Udgangssignalerne CC1, CC2 og CC3 fra portene 120, 120' og 120" føres til et fordelerkredsløb 123, 123' og 123". Hver af fordelerkredsløbene 123 omfatter et antal ELLER/NOR-porte som ELLER/NOR-portene i fordelerkredsløbet 107. Parameterværdierne for hver af de kredsløbsveje, som danner klokimpulssignalerne CC1, CC2 og CC3, kan afvige i overensstemmelse med normale tolerancer i forbindelse med halvlederteknologi af høj hastighed. Endvidere kan forsinkelsesforskelle med fordel introduceres ved en passende dimensionering af den længde, signalerne må tilbagelægge i fordelerkredsløbene 123. Ved en passende justering og undersøgelse af fordelerkredsløbene 123 kan hver af klokimpulssignalerne afstemmes nøje til opnåelse af den ønskede tidsafhængighed, hvorved det sikres, at den maksimale skævhed CS imellem to klokimpulssignaler ikke overskrides.

Det i fig. 7 viste signal 104 er repræsentativt for udgangssignalet fra firkantbølgegeneratoren 104 og har en periode, der definerer periodetiden CT. Denne periodetid er lig med $1/F$, hvor F er frekvensen af oscillatoren i firkantbølgegeneratoren 104. I fig. 7 har firkantbølgegeneratoren 104 en positiv tilvækst ved $-t_1$, en negativ tilvækst ved t_9 og igen en positiv tilvækst ved t_{19} . Signalet fra 104 inverteres og forsinkes i portene 115 og forsinkes yderligere i portene 116. Hver af portene 115 og 116 har en forsinkelse på t, således at den samlede

forsinkelse af de to porte 115 og 116 er 2t. Det i fig. 7 viste signal 116 svarer til inversionen af signalet 104 forsinket 2t. Signalet 116 har tilsvarende en negativ tilvækst ved t1 efterfulgt af en positiv tilvækst ved t11 og igen efterfulgt af en negativ tilvækst ved t21. Signalet 116, der også er firkantformet føres til portene 122, som inverterer og forsinker signalet 116 4t til dannelse af signalet 122. Signalet 122 har en positiv tilvækst ved t5, en negativ tilvækst ved t15 og en positiv tilvækst ved t25.

ELLER-portene 120 er indrettet til at kombinere signalet 116 og det forsinkede og inverterede signal 122 til dannelse af klokimpulssignaler 120 med den ønskede impulsbredde. Signalet 120 er den logiske ELLER-funktion af signalerne 116 og 122 med en forsinkelse på t, som er den nominale forsinkelse af portene 120. Signalet 120 har tilsvarende en negativ tilvækst ved t2, med en forsinkelse på t i forhold til signalet 116's negative tilvækst ved t1. Signalet 120 har tilsvarende en positiv tilvækst ved t6, med en forsinkelse på t i forhold til signalet 122's positive tilvækst ved t5. Signalet 120's negative tilvækst mellem t2 og t6 definerer en første klokimpuls og en første periode for databehandlingsapparatet, og den negative impuls mellem t22 og t26 definerer den næste periode.

Selv om det er underforstået, at det i fig. 7 viste signal 120, der repræsenterer udgangssignalet af den i fig. 6 viste port 120, også repræsenterer udgangssignalet af den i fig. 6 viste port 120', bevirker forskelle i de forskellige kredsløbsparametre, at der dannes signalbølgeformer, som er skæve i forhold til hinanden. Som før nævnt omfatter fordelerkredsløbene 123, 123' og 123" organer til justering af skævheden, således at det sikres, at klokimpulssignalerne C1, C2 og C3 alle er repræsenteret ved den i fig. 7 viste bølgeform 120 inden for grænserne for maksimal skævhed CS, således som det vil blive beskrevet i forbindelse med de i fig. 5 viste bølgeformer.

Klokimpulssignalerne C1 og C2, - se fig. 5 - fra klokimpulsindretningen i fig. 6, styrer overføringen af indgangsdata til låsekredsløbet 124 via kredsløbet 132 til låsekredsløbet 138. Klokimpulssignalet C1 låser datasignalet DA til frembringelse af et datasignal DB, som via kredsløbet 132 fremføres til dannelse af signalet DC, som låses ved hjælp af klokimpulssignalet C2 til dannelse af udgangssignalet DD.

I fig. 7 har klokimpulssignalet C1 en forkant ved t2 og en bagkant ved t6. Klokimpulsperioden CT er lig med $1/F$, idet forkanten af den anden klokimpuls ved t22 fremkommer 20t senere end den første forkant ved t2. Bagkanten ved t26 af den anden klokimpuls er tilsvarende 20t bagefter bagkanten ved t6 af den første klokimpuls.

Signalet DA ændres fra 0 til 1 ved t2+, der ligger efter t2 og før t3. Med signalet DA ved niveauet 1 og signalet C1 ved niveauet 0 føres DA-signalets 1-niveau igennem kredsløbet 132 til dannelse af signalet DB ved t4+. Låseforsinkelsen LD er tidsintervallet mellem ændringen af datasignalet DA ved t2+ og ændringen af datasignalet DB ved t4+. Låseforsinkelsen LD er en funktion af skiftetiden for NOR-portene 151-154.

Låsekredsløbet 124 virker på konventionel måde. Ved tilførsel af et 0-signal til porten 151 dannes et 1-signal til porten 152 og et 0-signal til porten 154. 0-signalet til porten 154 kombineret med DA-signalet af værdien 1 bevirker, at porten 154 afgiver et 0-signal. Dette 0-signal kombineres med 0-signalet fra porten 152, hvorved der fra porten 153 afgives et 1-signal. De to 1-signaler fra portene 153 og 151, føres til porten 152 og giver anledning til, at sidstnævnte danner et 0-signal. Når klokimpulssignalet C1 ændres til 0 ved t6, inverteres udgangssignalet fra porten 151, hvorved der frembringes et 1-signal til porten 154.

Når klokimpulssignalet C1 ændres fra 0 til 1 ved t6, frembringer porten 151 et 0-signal til porten 152 og et 1-signal til porten 154. Porten 154 fastholder sin 0-værdi som følge af DA-signalets 1-niveau. Porten 152 fastholder sin 0-værdi som følge af en tilbagekobling fra porten 153 til porten 152. Porten 152 opretholder sin 0-værdi, selv om DA-signalet ændres fra 1 til 0 som vist ved t22+. Efter t22+ skifter porten 154 ikke fra 0 til 1, eftersom indgangssignalet fra porten 151 antager værdien 1. Efter t22 skifter klokimpulssignalet C1 fra 1 til 0. Derved skifter udgangssignalet af porten 151 og indgangssignalet til porten 154 til 0, hvorved der fra porten 154 afgives et udgangssignal af værdien 1. Dette udgangssignal kombineres med 0-udgangssignalet fra porten 152 til dannelse af et udgangssignal fra porten 153 med værdien 0 og til registrering af ændringen i signalet DB ved t24+.

Signalet DB, der skifter fra 0 til 1 ved t_4+ , føres frem gennem kredsløbet 132. Kredsløbet 132 har en forsinkelse X på omtrent 19t. Signalet DC skifter fra 0 til 1 ved t_{23} , hvilket er indgangssignalet til låsekredsløbet 138.

Eftersom klokimpulssignalet C2 skifter fra 1 til 0 ved t_{22} og derfor havde værdien 0, da signalet DC blev positivt ved t_{23} , låser låsekredsløbet 138 øjeblikkeligt signalet DC og bevirker derved en ændring fra 0 til 1 i udgangssignalet DD ved t_{24+} . Fastlåsningen af signalet DC til opnåelse af signalet DD er analog med fastlåsningen af signalet DA til opnåelse af signalet DB. Perioden mellem t_{23} og fastlåsningen af signalet DD ved t_{24+} er låseforsinkelsen for låsekredsløbet 138. Låseforsinkelserne af låsekredsløbene 124 og 138 varierer i afhængighed af variationerne i de elektriske parameterverdier. I almindelighed er låseforsinkelsen LD for enhver fastlåsning i databehandlingsapparatet dimensioneret til ikke at overstige en forudbestemt maksimal låseforsinkelse MLD.

Forsinkelsen X i kredsløbet 132 er også variabel ligesom låseforsinkelserne. Datavejsforsinkelsen X er dimensioneret til at være mindre end en maksimal datavejsforsinkelse $D_{\max}$ og større end en minimal datavejsforsinkelse $D_{\min}$.

Til undgåelse af dobbelt fremføring af data gennem et låsekredsløb og en datavej under en enkelt klokimpuls må den minimale datavejsforsinkelse $D_{\min}$ være større end klokimpulsbredden CPW plus klokimpulsskævheden CS. For at sikre, at data overføres gennem et første låsekredsløb og en datavej ved hjælp af en første klokimpuls og fastlåses i et andet låsekredsløb ved hjælp af en anden klokimpuls, må den maksimale datavejsforsinkelse $D_{\max}$ være mindre end klokimpulsperioden CT, hvis $CPW \geq MLD + CS$. Ellers må det gælde, at $D_{\max} \leq CT - CS$.

Ved dimensionering og fremstilling af databehandlingsapparatet er der truffet forholdsregler til at sikre, at ethvert låsekredsløb i systemet kan anvendes med en forsinkelse, som ikke overstiger den maksimale datavejsforsinkelse $D_{\max}$. En vigtig faktor til styring af datavejsforsinkelsen er antallet af logiske trin i datavejen. For at tilfredsstille kravet om, at den minimale datavejsforsinkelse $D_{\min}$ overstiger den maksimale låseforsinkelse MLD, er der ofte tilføjet ekstra kredsløb, som introducerer en ekstra forsinkelse i datavejen. Selvom disse ek-

stra kredsløb tilfredsstiller kravene om minimal forsinkelse, så øger de også omkostningerne. Forholdsvist lange forsinkelser mellem to klokimpulser kan opnås ved hjælp af låsekredsløb, som låses ved hjælp af tidlige eller sene klokimpulser, som ikke er i fase med de primære klokimpulser C1 og C2, der styre dataoverføringen.

I forbindelse med fig. 5 blev det antaget, at klokimpulssignalerne C1 og C2 var i fase, og at kredsløbsparametrene fra de i forbindelse med fig. 6 og 7 beskrevne klokimpulssignaler derfor var i fase og ingen skævhed havde.

Det klokimpulssignal C1', der er tilført til den i fig. 3 viste C1-terminal, er skæv i forhold til det klokimpulssignal C2, der er tilført til C2-terminalen - se fig. 7. Signalet C1' har en negativ tilvækst ved t_4 , som ligger $2t$ senere end signalet C1. For forklaringens skyld er skævheden mellem signalet C1 og signalet C1' blevet valgt som den maksimale værdi CS. Klokskævheden styres af databehandlingsapparatet for at sikre, at to klokimpulssignaler, som afføles ved indgangen af et låsekredsløb eller ækvivalente punkter i systemet, tidsmæssigt har en adskillelse, der er større end den maksimale klokskævhed CS.

For samme indgangssignal DA har klokimpulssignalet C1' en tilvækst ved t_4 , som giver anledning til, at datasignalet DB' fastlåses på værdien 1 ved t_6 . I dette eksempel antages det, at datavejsforsinkelsen X er lige så stor som i det foregående eksempel, således at ændringen af signalet DC' finder sted ved t_{24+} . Klokimpulssignalet C2 bevirker derefter, at datasignalet DD' fastlåses ved t_{26} .

Impulsbredden af hver af klokimpulssignalerne C1, C1' og C2 er omtrent lig med $4t$. Den maksimale klokskævhed CS og den maksimale låseforsinkelse MLD er også hver især omtrent lig med $2t$. Under disse omstændigheder fastlåses og fremføres datasignalet DA på passende måde til dannelse af udgangssignaler DD og DD' med eller uden klokskævhed. I begge disse eksempler er klokimpulsbredden CPW i hovedsagen lig med den maksimale låseforsinkelse MLD plus den maksimale klokskævhed CS.

I et tredje eksempel, stadig under henvisning til fig. 5, antages det at klokimpulssignalerne C1" og C2" har samme periode CT som i de to første eksempler, og en impulsbredde, som er lig med den maksimale låseforsinkelse MLD, der som før nævnt omtrent er 2t. Klokimpulssignalet C1" har en negativ tilvækst ved t3 og en positiv tilvækst ved t5. For samme indgangssignal DA som før fastlåses datasignalet DB" ved t5.

Datasignalet DB", der er fastlåst ved t5, transmitteres med samme datavejsforsinkelse X til opnåelse af en tilvækst af datasignalet DC" ved t23+. Klokimpulssignalet C2" har samme starttilvækst ved t22 som det første klokimpulssignal C2, men er kun 2t i bredde, således at det slutter ved t24. Eftersom datasignalet DC" har en tilvækst ved t23+, så er tiden fra t23+ til t24 ikke lig den maksimale låseforsinkelse MLD, hvorved det ikke kan sikres, at enhver fastlåsning i databehandlingsapparatet muliggør en fastlåsning af datasignalet DC". Tilsvarende er datasignalet DC" ikke vist med en begyndelsesforskydning imod fastlåsning ved t23+; det ville være en fejl at fastlåse efter t24+ som vist ved hjælp af signalet.

Klokimpulssignalerne C1" og C2" er gjort skæve med den maksimalt tilladelige værdi CS for databehandlingsapparatet. Under disse omstændigheder fastlåses og fremføres datasignalet DA ikke korrekt til dannelsen af det ønskede fastlåste niveau i udgangssignalet DD". For at sikre, at udgangssignalet DD" fastlåses rigtigt efter t25+, medens der endnu opretholdes en klokimpuls på omkring 2t (som er lig med den maksimale låseforsinkelse MLD), må klokperioden CT øges således, at forkanten af klokimpulssignalet C2" fremkommer til et senere tidspunkt, f.eks. et stykke tid efter t24. En forøgelse af klokimpulsperioden CT giver imidlertid anledning til et fald i frekvensen F af klokimpulserne, hvorved frekvensen for databehandlingsapparatet reduceres. En lavere frekvens for databehandlingsapparatet reducerer anvendeligheden på uønsket måde.

Selv om valget af klokimpulsbredden i dobbeltstarteksemplet er ugunstigt derved, at det kræver en øget klokimpulsfrekvens, er det fordelagtigt derved, at det muliggør en kortere minimal datavejsforsinkelse $D_{\min}$.

Som før nævnt må den minimale datavejsforsinkelse overskride klokimpulsbredden, svarende til at jo smallere impulsen bliver, jo lavere bliver værdien af den mindst mulige datavejsforsinkelse. Eftersom en mindre minimal forsinkelse kan udelukke eller reducere behovet for ekstra forsinkelseskredsløb, har en reduktion af klokimpulsbredden tendens til at reducere antallet af kredsløb i databehandlingsapparatet.

Fig. 4 viser frekvensen F som funktion af klokimpulsbredden CPW. Jo højere frekvensen er, jo større er systemets anvendelighed. Jo større klokimpulsbredden er, jo større er den minimale datavejsforsinkelse, som i almindelighed øger antallet af kredsløb og derigennem fremstillingsprisen. Afbildningen starter med en klokimpulsbredde, som er lig med den maksimale låseforsinkelse MLD, eftersom smallere impulser ikke virker tilfredsstillende som følge af væddeløbstilstande og dobbeltindføring af data. Den maksimalt tilladelige frekvens vokser til en værdi, hvor impulsbredden er lig med den maksimale låseforsinkelse plus den maksimale klokskævhed, $MLD + CS$. En forøgelse af impulsbredden ud over $MLD + CS$ giver ikke en tilsvarende forøgelse i frekvensen, eftersom der er en forøgelse i den minimale datavejsforsinkelse D_{min} . Hvis klokimpulsbredden vælges til i hovedsagen at være lig med $MLD + CS$, kan databehandlingsapparatet drives ved den størst mulige frekvens og med det mindst mulige antal kredsløb. Ved at drive databehandlingsapparatet med en impulsbredde, som er større end den maksimale låseforsinkelse MLD, men mindre end $MLD + CS$, kan man øge frekvensen. Ved at styre databehandlingsapparatet med en impulsbredde, som er større end $MLD + CS$, sikres også, at apparatet altid arbejder ved en maksimal frekvens. F.eks. giver en styring af apparatet ved en impulsbredde CPW, som er 10% større end $MLD + CS$, en 10%'s sikkerhedsmargin, som sikrer, at databehandlingsapparatet ikke kommer til at arbejde under den maksimalt tilladelige frekvens.

P a t e n t k r a v .

Databehandlingsapparat med en eller flere dataveje (132), idet forsinkelsen i hver af datavejene er mindre end en maksimal datavejsforsin-

kelse ($D_{\max.}$) og større end en minimal datavejsforsinkelse ($D_{\min.}$), hvilket apparat indeholder et antal låsekredsløb (124, 138) for lagring af data, idet hvert af låsekredsløbene har en dataindgang (DA-124, DC-138) og en dataudgang (DB-124, DD-138) for lagring af data på den respektive dataindgang ved klokimpulsstyring og for tilvejebringelse af lagrede data på dataudgangen i en låse-forsinkelsesperiode, der er mindre end eller lig med den maksimale låseforsinkelse (MLD), der er karakteristisk for apparatet, hvilket apparat desuden indeholder et klokimpulsorgan (102), som er forbundet med hvert af låsekredsløbene (124, 138), og som genererer klokimpulser med en frekvens (F) og en impulsbredde (CPW), hvorhos cyklustiden svarende til frekvensen (F) er større end den maksimale datavejsforsinkelse ($D_{\max.}$), og hver af datavejene (132) forløber fra dataudgangen (DB) af det første låsekredsløb (124) til dataindgangen (DC) af det andet låsekredsløb (138), og data lagret i det første låsekredsløb (124) ved en klokimpuls transmitteres via datavejen for lagring i det andet låsekredsløb (138) ved næste klokimpuls, hvilket apparat desuden indeholder ledere (C1-124, C2-138) for tilførsel af klokimpulser fra klokimpulsorganet (102) til hvert af låsekredsløbene med en klokskævhed, der er mindre end eller lig med den maksimale klokskævhed (CS), hvorhos den minimale datavejsforsinkelse ($D_{\min.}$) er større end summen af klokimpulsbredden (CPW) og klokskævheden (CS), k e n d e t e g n e t ved, at klokimpulsorganet omfatter midler (104, 111) der bevirker, at de genererede klokimpulser har en impulsbredde (CPW), der er væsentlig større end den maksimale låseforsinkelse (MLD) og maksimalt er lig med en værdi, der i hvert fald er større end summen af den maksimale låseforsinkelse (MLD) og den maksimale klokskævhed (CS).

Fremdragne publikationer:

US patent nr. 3028552.

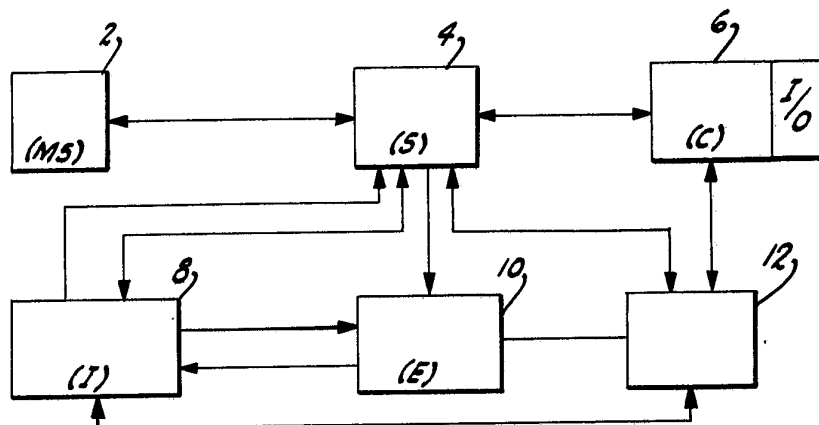


FIG. 1

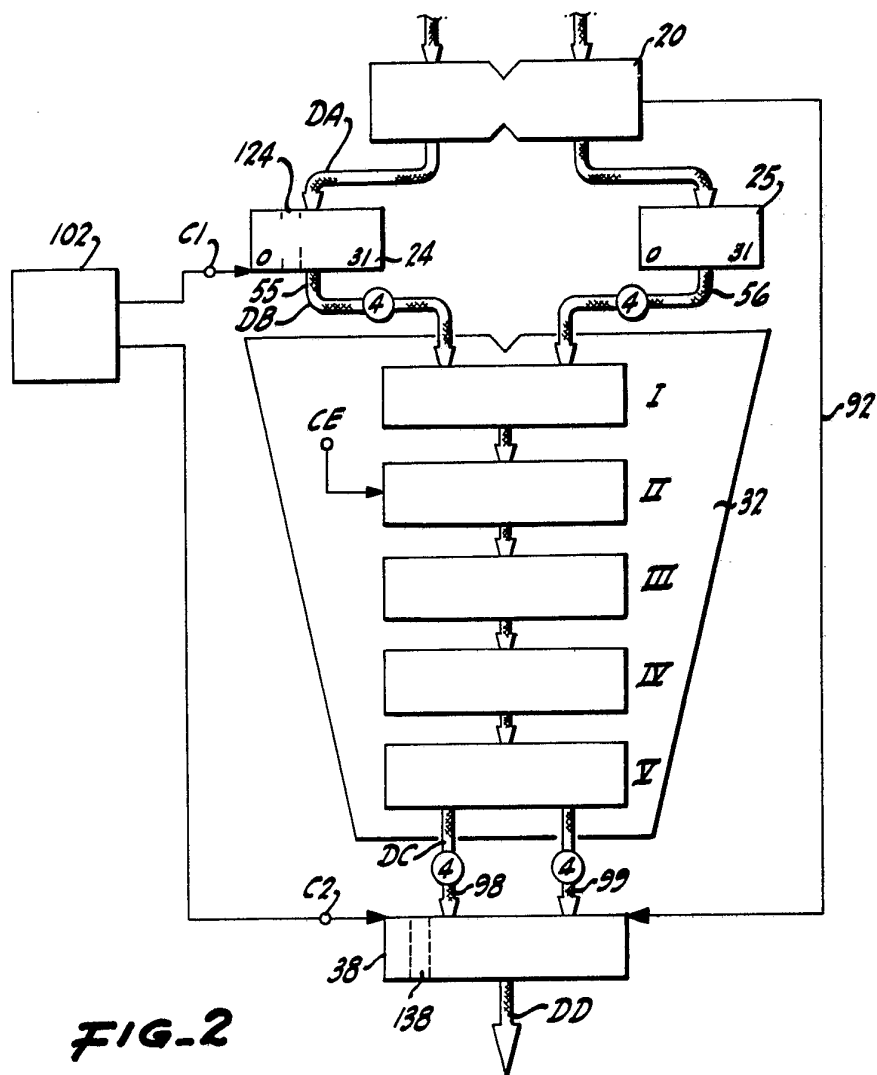


FIG. 2

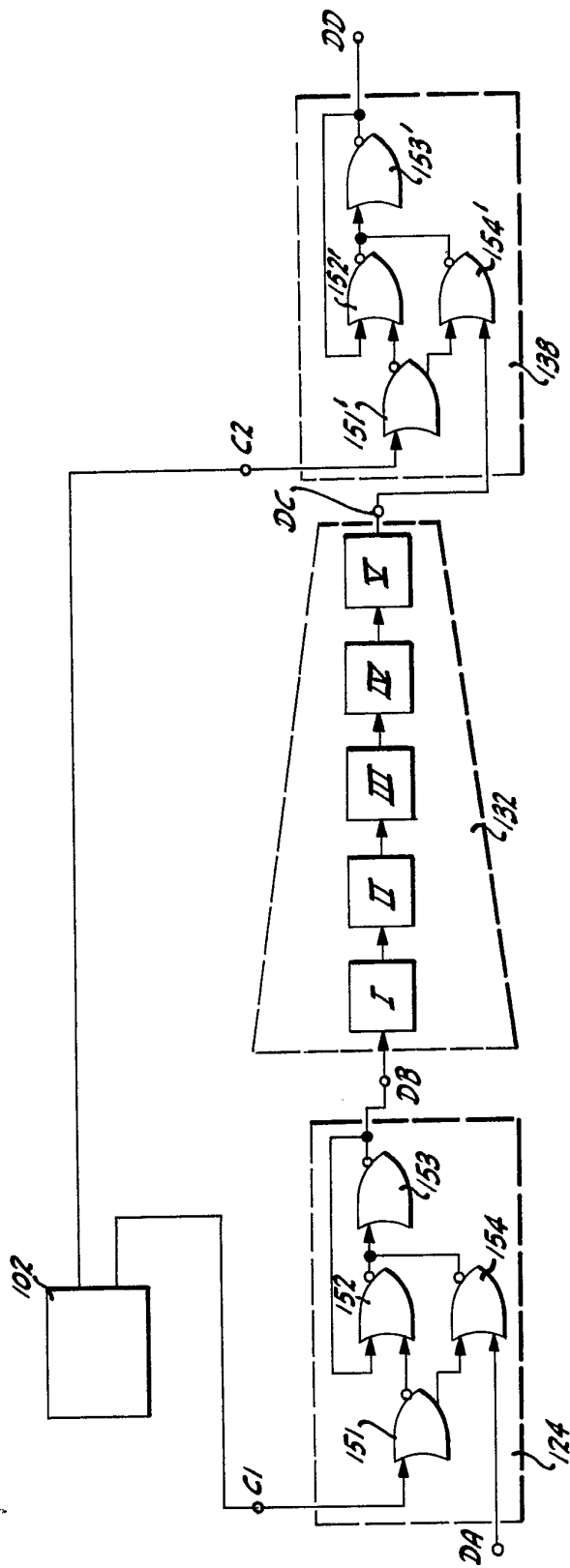


FIG-3

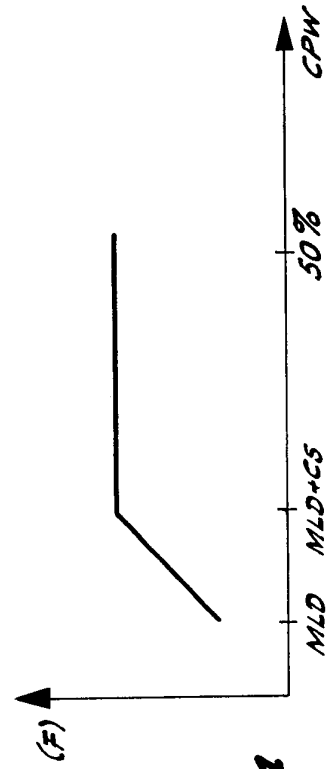


FIG-4

