(19) Octrooiraad
Nederland

(11) 194839

(12) C OCTROOI

(21) Aanvrage om octrooi: 9301502

(22) Ingediend: 01.09.1993

(51) Int.Cl.[7]
G01R13/34

(30) Voorrang:
22.02.1993 US 0000020474

(43) Ter inzage gelegd:
16.09.1994 I.E. 1994/18

(44) Openbaargemaakt:
02.12.2002 I.E. 2002/12

(47) Dagtekening:
03.04.2003

(45) Uitgegeven:
02.06.2003 I.E. 2003/06

(73) Octrooihouder(s):
Agilent Technologies, Inc a Delaware Corporation te Palo Alto, California, Verenigde Staten van Amerika (US).

(72) Uitvinder(s):
Steven Douglas Draving te Colorado Springs, Colorado (US)

(74) Gemachtigde:
Ir. J.M.G. Dohmen c.s. te 5600 AP Eindhoven.

(54) Schakeling voor een pseudo-willekeurige herhaalde bemonstering van een signaal.

NL C 194839

Schakeling voor een pseudo-willekeurige herhaalde bemonstering van een signaal

De uitvinding heeft betrekking op een schakeling voor het zenden van een bemonsteringssignaal, waarbij het bemonsteringssignaal wordt gebruikt om analoog-naar-digitaal-omzetting van een ingangssignaal te veroorzaken in reactie op een triggersignaal, welke schakeling middelen omvat voor het op een willekeurig tijdstip voor het optreden van het triggersignaal zenden van een bemonsteringssignaal.

Een schakeling van deze soort is op zichzelf bekend uit de Europese octrooiaanvrage 0.234.883 A2. De betreffende schakeling wordt toegepast in een digitale oscilloscoop.

In een digitale oscilloscoop wordt een ingangssignaal eerst gedigitaliseerd door het op discrete tijdsintervallen bemonsteren van een signaal om in elk tijdsinterval een digitale waarde van het signaal te verkrijgen. Elk van deze monsters wordt dan op de elektronenstraalbuis van de oscilloscoop weergegeven. Er bestaan drie werkwijzen volgens de stand van de techniek die gewoonlijk voor het bemonsteren van het signaal worden gebruikt, namelijk tijdsgetrouwe bemonstering, sequentiële herhaalde bemonstering en willekeurige herhaalde bemonstering.

Bij tijdsgetrouwe bemonstering wordt het signaal tijdsgetrouw, in vlucht gedigitaliseerd. Er is een eenvoudige één op één overeenstemming tussen de monsters en de tijdstippen waarop ze werden genomen. Dat wil zeggen, dat alle monsters gedurende een enkele ingangsgolfvormperiode worden genomen. Het voordeel van tijdsgetrouwe bemonstering is dat zij al haar metingen gedurende een periode van het ingangssignaal neemt en zij daarvoor een enkelstapspuls met hoge doorvoercapaciteit kan bemonsteren. Het nadeel van tijdsgetrouwe bemonstering is dat het onmogelijk is zeer snelle signalen of signalen met grote bandbreedte te verwerken, omdat het bemonsteringskloksignaal ten minste tweemaal sneller dan de hoogste frequentiecomponent van het ingangssignaal moet zijn.

Bij sequentiële bemonstering, zoals op zichzelf bekend uit de Europese octrooiaanvrage 0.224.052 A2, worden één of meer monsters van het signaal voor elke periode van de ingangsgolfvorm gedigitaliseerd. Daarom moet het ingangssignaal herhalend zijn, en moet de oscilloscoop een triggerpunt binnen de herhaalde golfvorm lokaliseren. Bij elke achtereenvolgende triggering van de oscilloscoop worden nieuwe monsters genomen. Elk nieuw bemonsteringspunt wordt verder van het triggerpunt vertraagd dan het voorafgaande monster, en de vertraging na elke trigger wordt met een vaste hoeveelheid vanaf de vertraging van de voorafgaande trigger verhoogd. Deze werkwijze garandeert dat met elke trigger ten minste één monster wordt genomen, waardoor zij sneller is bij het verzamelen van de golfvorm dan willekeurige herhaalde bemonstering en dus een hogere doorvoercapaciteit heeft. Het nadeel van sequentiële bemonstering is dat zij slechts positieve tijd kan bemonsteren, dat wil zeggen dat zij slechts monsters na de trigger kan nemen.

Willekeurige herhaalde bemonstering, zoals bekend uit EP 0.234.883 A2, is gelijksoortig aan sequentiële bemonstering, behalve dat het signaal constant wordt bemonsterd en gedigitaliseerd in een mate die wordt bepaald door het bemonsteringskloksignaal van de oscilloscoop en niet door het ingangssignaal. Nadat elk monster is genomen, wordt de tijdsbetrekking tussen het tijdstip van het monster en de trigger van de golfvorm vastgesteld. Nadat een aantal monsters is genomen, wordt het signaal gereconstrueerd en op het beeldscherm van de oscilloscoop weergegeven. Het voordeel van willekeurige herhaalde bemonstering is dat de golfvorm vóór en na de triggerplaats kan worden bemonsterd, maar deze bemonsteringswerkwijze is traag bij het verzamelen van het signaal over tijdsbereiken die veel korter zijn dan de bemonsteringskloksignaalperiode en heeft aldus een lage doorvoercapaciteit. Voor verzamelingstijdbereiken die kleiner zijn dan de bemonsteringskloksignaalperioden wordt geen geldig (binnen het tijdtraject) monster met elke triggergebeurtenis gegarandeeerd. In feite is de waarschijnlijkheid van een monsterlanding binnen het verzamelingstijdbereik na welke gegeven trigger dan ook gelijk aan (verzamelingstijdbereik)/(bemonsteringskloksignaalperiode).

Aldus is er een tekortkoming in de bemonsteringswerkwijzen volgens de stand van de techniek. Tijdsgetrouwe bemonstering heeft een hoge doorvoercapaciteit en kan negatieve en positieve tijd rond de triggergebeurtenis bemonsteren, maar is ten gevolge van schakelingssnelheidsbeperkingen slechts bruikbaar met signalen met een kleine of middelmatige bandbreedte. Sequentiële bemonstering heeft een hoge bandbreedte en hoge doorvoercapaciteit, maar kan slechts positieve tijd na de triggergebeurtenis bemonsteren. Willekeurige herhaalde bemonstering heeft een grote bandbreedte en kan negatieve en positieve tijd bemonsteren, maar heeft een lage doorvoercapaciteit, in het bijzonder bij hoge tijdbasissnelheden.

Aldus bestaat er in de techniek de behoefte aan een systeem dat gegevens in zowel negatieve als positieve tijd rond de triggergebeurtenis verzamelt, zeer snelle signalen kan verzamelen en snel het signaal voor weergave kan verzamelen om hoge doorvoercapaciteit op te leveren. Er bestaat in de techniek verder

behoefte aan een bemonsteringssysteem dat de hoge doorvoercapaciteit van sequentiële bemonstering heeft en de negatieve tijdbemonsteringsmogelijkheden van willekeurige herhaalde bemonstering. De onderhavige uitvinding voldoet aan deze en andere behoeften.

Het is een aspect van de onderhavige uitvinding om ingangssignalen met grote bandbreedte te bemonsteren.

Het is een ander aspect van de uitvinding om ingangssignalen zowel vóór als na een triggergebeurtenis te bemonsteren.

Het is nog een ander aspect van de uitvinding om dergelijke signalen te bemonsteren, terwijl wordt voorzien in hoge doorvoercapaciteit.

De bovenstaande en andere doeleinden en aspecten van de uitvinding worden verschaft doordat de schakeling, middelen omvat voor het tot stand brengen van een negatief tijdsignaal, waarbij het negatieve tijdsignaal op een waarde één wordt ingesteld, wanneer bemonsteringssignalen voor het optreden van een triggersignaal worden gezonden, en waarbij het negatieve tijdsignaal op een waarde nul wordt ingesteld, wanneer bemonsteringssignalen na het optreden van het triggersignaal worden gezonden, middelen voor het ten minste eenmaal na het optreden van het triggersignaal zenden van het bemonsteringssignaal, wanneer het negatieve tijdsignaal nul is, triggerkwalificeerschakelingsmiddelen voor het tot stand brengen van een triggerkwalificeersignaal dat een eerste hoeveelheid tijd, nadat elk bemonsteringssignaal is gezonden, start, en een tweede hoeveelheid tijd, nadat elk bemonsteringssignaal is gezonden, eindigt, en waarbij de middelen voor het op een willekeurig tijdstip voor het optreden van het triggersignaal zenden van een bemonsteringssignaal zijn ingericht voor het vasthouden van door het bemonsteringssignaal veroorzaakte digitale omzetting verkregen gegevens, wanneer het negatieve tijdsignaal één is, en verder wanneer het triggersignaal gelijktijdig met het triggerkwalificeersignaal optreedt.

De schakeling volgens de uitvinding kan snelle signalen bemonsteren, kan negatieve en positieve tijd rond de triggergebeurtenis bemonsteren en snel de golfvorm voor weergave opbouwen. De schakeling volbrengt dit door negatieve en positieve tijd op twee verschillende manieren te verzamelen. Positieve tijdinformatie wordt verzameld onder gebruikmaking van een gemodificeerde vorm van sequentiële bemonstering, aangezien sequentiële bemonstering snel het signaal kan opbouwen voor monsters die na de triggergebeurtenis optreden.

Voor monsters die voorafgaand aan de triggergebeurtenis optreden, gebruikt het systeem een gemodificeerde vorm van willekeurige herhaalde bemonstering. De modificatie omvat bemonstering van de golfvorm voorafgaand aan het toestaan dat welke triggergebeurtenissen dan ook kunnen optreden, en het zo kwalificeren van elke triggergebeurtenis dat een triggergebeurtenis slechts wordt herkend, wanneer deze in een programmeerbaar tijdvenster na een monster optreedt.

De uitvinding heeft tevens betrekking op een digitale oscilloscoop omvattende op werkzame wijze aangesloten een op werkzame wijze aangesloten schakeling zoals boven beschreven.

De bovenstaande en andere aspecten, kenmerken en voordelen van de uitvinding zullen beter worden begrepen door het lezen van de volgende gedetailleerdere beschrijving die in combinatie met de volgende tekening wordt geboden. Hierin toont:

figuur 1 een blokschema van een de onderhavige schakeling omvattende oscilloscoop;

figuur 2 een blokschema van de onderhavige schakeling;

figuur 3 een tijddiagram van bemonstering na een triggergebeurtenis en figuur 4 een tijddiagram van bemonstering vóór een triggergebeurtenis.

Figuur 1 laat een blokschema van een digitale oscilloscoop zien, waarin de pseudo-willekeurige herhaalde bemonsteringsschakeling volgens de onderhavige inzichten is opgenomen. Verwijzend nu naar figuur 1, bevat de digitale oscilloscoop 102 een centrale verwerkingseenheid (CPU) 104 die is voorzien van een processor en geheugen voor programma- en gegevensopslag. De CPU 104 communiceert met een bemonsteringsschakeling 108 en de pseudo-willekeurige herhaalde tijdbasisschakeling 110 van de onderhavige uitvinding over een systeembus 106. De CPU 104 communiceert eveneens met een weergeefinrichting 112 voor het weergeven van signalen aan een gebruiker van het systeem.

De triggerschakeling 116 ontvangt een ingangssignaal 114 en bepaalt een triggerpunt binnen het signaal. De bemonsteringsschakeling 108 ontvangt een bemonsteringskloksignaal 124 en bemonstert het ingangssignaal 114, waarbij digitale waarden tot stand worden gebracht. De digitale waarden worden over de bus 106 aan de CPU 104 gezonden, alwaar ze worden verzameld en opgebouwd in een weergave van het op ingangssignaal 114 ontvangen signaal. Het signaal, dat in geheugen van de CPU 104 is gebouwd, wordt dan aan de weergeefinrichting 112 gezonden.

De pseudo-willekeurige herhaalde tijdbasisschakeling 110 wekt een triggervrijmaaksignaal 120 op, dat de triggerschakeling 116 zegt of triggergebeurtenissen moeten worden herkend. Indien triggergebeurtenissen worden herkend, onderzoekt de triggerschakeling 116 het op ingangssignaal 114 ontvangen signaal en bepaalt wanneer een triggergebeurtenis optreedt. Wanneer een triggergebeurtenis optreedt, zendt de triggerschakeling 116 een triggersignaal 122 aan de pseudo-willekeurige herhaalde tijdbasisschakeling 110. De pseudowillekeurige herhaalde tijdbasisschakeling 110 zendt eveneens een bemonsteringskloksignaal 124 aan de bemonsteringsschakeling 108, dat de bemonsteringsschakeling 108 zegt wanneer monsters van het ingangssignaal 114 moeten worden genomen. De CPU 104, de weergeefinrichting 112, triggerschakeling 116 en bemonsteringsschakeling 108 zijn goed bekend in de digitale oscilloscooptechniek en zullen niet verder worden beschreven.

Figuur 2 laat een gedetailleerd blokschema van de pseudo-willekeurige herhaalde tijdbasisschakeling 110 van figuur 1 zien. Verwijzend nu naar figuur 2, bevat de schakeling 110 een bemonsteringskloksignaalgenerator 204 die wordt gebruikt om het bemonsteringskloksignaal 124 op te wekken. De bemonsteringskloksignaalgenerator 204 is een door N delende afteller die over de systeembus 106 parallel kan worden geladen. Een tijdbasiskloksignaal (TB-kloksignaal) 240 vanaf een stabiele oscillator is verbonden met de kloksignaalingang van de bemonsteringskloksignaalgenerator 204 alsmede andere schakelingen. Monsters worden opgewekt door het laden van een beginnummer in de bemonsteringskloksignaalgenerator 204, waarbij het wordt toegestaan dat het tijdbasiskloksignaal 240 de bemonsteringskloksignaalgenerator verlaagt totdat dit nummer nul bereikt, op welk tijdstip een eindtelwaarde wordt opgewekt, die het bemonsteringskloksignaal 124 tot stand brengt. De bemonsteringskloksignaalgenerator 204 wordt dan opnieuw geladen met hetzelfde of een nieuw nummer en het proces herhaalt zich.

Een aanvullende schakelingsinrichting zou kunnen worden gebruikt om het opnieuw laden uit te voeren en de CPU 104 (figuur 1) te ontlasten van de last van het opnieuw laden.

Een interpolatieschakeling wordt gebruikt om de tijd tussen het optreden van een trigger en het eerstvolgende optreden van een bemonsteringskloksignaal te meten. De interpolatieschakeling omvat een grof interpolatie-orgaan 206, dat een tellerschakeling is, een D-flip-flop 212, een tweede D-flip-flop 214, EN-poortschakelingen 228 en 230 en een fijne interpolatieschakeling 216. De fijne interpolatieschakeling 216 meet de tijd tussen het optreden van een triggersignaal en de eerstvolgende stijgende flank van het tijdbasiskloksignaal 240. Het grove interpolatieorgaan 206 telt dan perioden van de tijdbasiskloksignalen tussen de eerste stijgende flank van het tijdbasiskloksignaal na het optreden van een trigger en het optreden van het eerstvolgende bemonsteringskloksignaal 124.

Het fijne interpolatie-orgaan 216 voert analoge tijdmeting uit en gebruikt een tijdverlengingsschakeling. Het fijne interpolatie-orgaan 216 zou bijvoorbeeld een condensator met een hoge snelheid kunnen opladen, en dan deze met een lage snelheid kunnen ontladen, terwijl kloksignaalperioden worden geteld om te bepalen hoeveel tijd is verstreken tussen het optreden van de trigger en het optreden van de eerste stijgende flank van het tijdbasiskloksignaal na de trigger. Andere goed bekende fijne interpolatieschakelingen zouden eveneens kunnen worden gebruikt.

Wanneer een triggersignaal (TRIG) 122 wordt ontvangen, doet het signaal de uitgang van EN-poort 228, FIC-signaal 252, hoog gaan, hetgeen het fijne interpolatie-orgaan 216 start. EN-poort 228 wordt geactiveerd, omdat de andere ingang ervan, die is geïnverteerd, is verbonden met de Q-uitgang 248 van D-flip-flop 212, en deze uitgang zal voorafgaand aan de ontvangst van een trigger laag zijn. Het fijne interpolatie-orgaan 216 begint dan met het meten van de tijd en zal verder gaan met het meten van de tijd totdat het FIC-signaal 252 laag gaat. Bij de eerstvolgende stijgende flank van tijdbasiskloksignaal 240 zal D-flip-flop 212 worden gezet. Dit zal de uitgang van EN-poort 228 laag doen gaan, waardoor het fijne interpolatie-orgaan 216 wordt gestopt. Aldus meet het fijne interpolatie-orgaan tijd tussen het optreden van het triggersignaal 122 en de eerste stijgende flank van het tijdbasiskloksignaal 240.

Wanneer het Q-uitgangssignaal van D-flip-flop 212, dat het SYNC TRIG-signaal 248 is, hoog gaat, gaat het uitgangssignaal van EN-poort 230, CIC-signaal 250, hoog om het grove interpolatie-orgaan 206 vrij te maken. Het grove interpolatie-orgaan telt dan perioden van het tijdbasiskloksignaal 240 totdat een bemonsteringskloksignaal 124 optreedt. Wanneer het bemonsteringskloksignaal 124 optreedt, zet dit D-flip-flop 214 en doet het uitgangssignaal van deze flip-flop het uitgangssignaal van EN-poort 230 laag gaan, waardoor grof interpolatie-orgaan 206 wordt geblokkeerd. De CPU 104 (figuur 1) kan de waarden vanaf het fijne interpolatie-orgaan 216 en het grof interpolatie-orgaan 206 over de bus 106 lezen en de hoeveelheid tijd bepalen, die optrad tussen het triggersignaal 122 en het optreden van het bemonsteringskloksignaal 124.

Het bedrijf van de overblijvende delen van figuur 2 zal in combinatie met de beschrijving van figuren 3 en

4 hieronder worden beschreven. Figuur 3 laat een tijddiagram van de signalen van figuur 2 zien, terwijl de schakeling monsters na een triggergebeurtenis, dat wil zeggen gedurende positieve tijd, verzamelt, Het tijddiagram van figuur 4 laat de signalen van figuur 2 zien, terwijl de schakeling monsters voorafgaand aan een trigger, dat wil zeggen gedurende negatieve tijd, verzamelt,

Wanneer in positieve tijd wordt bemonsterd, maakt de CPU 104 het NEG/POS-signaal 246 laag om te voorkomen dat EN-poort 224 de bemonsteringskloksignaalgenerator 204 activeert. Daarom zal de bemonsteringskloksignaalgenerator niet worden geactiveerd, totdat een triggersignaal 122 wordt ontvangen. Wanneer het triggersignaal 122 wordt ontvangen, doet dit OF-poort 226 de bemonsteringskloksignaalgenerator 204 vrijmaken. Eenmaal vrijgemaakt, brengt bemonsteringskloksignaalgenerator 204 het bemonsteringskloksignaal voort, zoals hierboven is besproken. Terwijl elk bemonsteringskloksignaal optreedt, wordt posttriggermonsterteller 210 verlaagd. De posttriggermonsterteller 210 wordt vanaf de CPU 104 over de bus 106 geladen en de geladen waarde bepaalt het aantal monsters dat voor elke triggergebeurtenis wordt genomen. Aldus kan, wanneer in positieve tijd wordt bemonsterd, de schakeling meer dan een monster per triggergebeurtenis nemen, maar posttriggermonsterteller 210 zou op een waarde één kunnen zijn ingesteld, zodat slechts een enkel monster per triggergebeurtenis wordt genomen. Nadat het gewenste aantal monsters is genomen, gaat de eindtelwaarde-uitgang 258 van posttriggermonsterteller 210 hoog, hetgeen aangeeft dat verzameling is voltooid.

Een (niet getoond) aanvullend schakelingssysteem zou kunnen worden toegevoegd aan de parallelle laadingang van bemonsteringskloksignaalgenerator 204 om een posttriggerbemonsteringsvertragingswaarde in de bemonsteringskloksignaalgenerator te laden om de bemonsteringskloksignaalgenerator een hoeveelheid tijd na de triggergebeurtenis voor het opwekken van het eerste bemonsteringskloksignaal 124 te vertragen. Dit brengt de verschillende vertraging na elke trigger tot stand, die wordt gebruikt voor sequentiële bemonstering. Daarna zou een tweede waarde in de bemonsteringskloksignaalgenerator 204 kunnen worden geladen om het tijdsinterval tussen achtereenvolgende bemonsteringskloksignalen in te stellen. Voor tragere signalen zouden deze twee verschillende waarden vanaf de CPU 104 kunnen worden geladen, maar voor snellere signalen zou het aanvullende schakelingssysteem wenselijk zijn. Dit aanvullende schakelingssysteem omvat een register om de tweede waarde vast te houden, aangezien de eerste waarde direct vanaf de CPU 104 kan worden geladen.

Figuur 3 laat een tijddiagram van de signalen gedurende positieve tijdverzameling zien. Verwijzend nu naar figuur 3, is het tijdbasiskloksignaal 240 een continu lopend kloksignaal. Wanneer een trigger 122 optreedt, wordt FIC-signaal 252 geactiveerd om het fijne interpolatieorgaan 216 te starten. Bij de eerstvolgende stijgende flank van het tijdbasiskloksignaal 240 na de triggergebeurtenis, wordt de bemonsteringskloksignaalgenerator 204 vrijgemaakt en telt deze af tot het optreden van het eerste bemonsteringskloksignaal 124. Op hetzelfde moment gaat FIC-signaal 252 laag om het fijne interpolatie-orgaan te deactiveren.

De bemonsteringskloksignaalgenerator 204 blijft lopen totdat de posttriggermonsterteller 210 tot nul verlaagd en zet dan het ACQ VOLTOOID-signaal 258.

Voor negatieve tijdverzameling werkt de schakeling op een andere manier. De CPU 104 stelt het NEG/POS-signaal 246 in om negatieve tijdverzameling aan te geven, hetgeen het toestaat dat het uitgangssignaal van EN-poort 224 hoog gaat, wanneer het verzamelingsbeginsignaal 244 hoog gaat. Wanneer het uitgangssignaal van EN-poort 224 hoog gaat, maakt dit OF-poort 226 vrij, die op de beurt de bemonsteringskloksignaalgenerator 204 vrijmaakt. Daarna zal de bemonsteringskloksignaalgenerator 204 bemonsteringskloksignalen 124 opwekken, zoals hierboven is beschreven.

Bij negatieve tijdverzameling is het wenselijk om enige monsters voorafgaand aan het toelaten van een triggergebeurtenis te nemen. Dit wordt volbracht door het laden van een waarde in pre-triggermonsterteller 208. Zodra een waarde in de pre-triggermonsterteller 208 is geladen, en verzamelingsbeginsignaal 244 is geactiveerd, zal de pre-triggermonsterteller 208 met elk optreden van het bemonsteringskloksignaal 124 verlagen. Wanneer de pre-triggermonsterteller 208 nul bereikt, maakt het eindtelwaarde-uitgangssignaal 254 een ingang van EN-poort 232 vrij. EN-poort 209 houdt dan het eindtelwaarde-uitgangssignaal 254 hoog tot de eerstvolgende verzamelingscyclus

Het andere ingangssignaal voor EN-poort 232 komt vanaf de triggerkwalificeerschakeling. De triggerkwalificeerschakeling omvat starttriggerkwalificeerteller 218 en stoptriggerkwalificeerteller 220 alsmede zet/terugzetflip-flop 222. De triggerkwalificeerschakeling is ontworpen om het toe te staan dat een trigger binnen een vast tijdvenster optreedt, dat een gedefinieerde tijd voor elk bemonsteringskloksignaal begint. De vertraging tussen dit triggerkwalificeervenster en het eerstvolgende bemonsteringskloksignaal is programmeerbaar door het laden van een beginwaarde in de starttriggerkwalificeerteller 218 die de hoeveelheid vertraging bepaalt nadat START ACQ 244 hoog gaat, voor het begin van het eerste kwalificeervenster. Een tweede waarde wordt in de stoptriggerkwalificeerteller 220 geladen, die de hoeveelheid tijd

bepaalt, nadat START ACQ 244 hoog gaat, voordat het eerste triggerkwalificeervenster eindigt. Deze twee waarden worden door de CPU 104 over de bus 106 geladen. Nadat de waarden zijn geladen, maakt het optreden van START ACQ 244 beide tellers vrij en beginnen ze te verlagen. Nadat pre-triggermonsterteller 208 hoog gaat, verlaagt starttriggerkwalificeerteller 218 naar nul, en zet het eindtelwaarde-uitgangssignaal 268 ervan de zet/terugzetflip-flop 222 die EN-poort 232 vrijmaakt en eveneens triggervrijmaaksignaal 120 hoog doet gaan. De in de stoptriggerkwalificeerteller 220 geladen waarde is groter dan de starttriggerkwalificeertellerwaarde, waardoor de stopkwalificeerteller blijft verlagen om een triggervrijmaakvenster tot stand te brengen. Wanneer de stoptriggerkwalificeerteller 220 bereikt, zet het eindtelwaarde-uitgangssignaal 270 zet/terugzetflip-flop 222 terug, hetgeen het triggervrijmaaksignaal 120 laag doet gaan. Net zoals de bemonsteringskloksignaalgenerator 204 wordt, wanneer elke triggerkwalificeerteller de eindtelwaarde bereikt, deze geladen met de bemonsteringskloksignaalperiodewaarde. Dit garandeert dat het triggerkwalificeervenster zich met dezelfde periodieke snelheid herhaalt als het bemonsteringskloksignaal en met dezelfde fasebetrekking.

De hierboven beschreven interpolatieschakeling werkt op dezelfde manier als voor positieve tijdverzameling.

Figuur 4 laat een tijddiagram van negatieve tijdverzameling zien. Verwijzend nu naar figuur 4, is tijdbasiskloksignaal 240 een vrij lopend kloksignaal. Wanneer startverzamelingssignaal 244 optreedt, wordt de bemonsteringskloksignaalgenerator 204 vrijgemaakt en begint bemonsteringsklok 124 met het afgeven van periodieke signalen. Ook wordt starttriggerkwalificeerteller 218 vrijgemaakt en deze verlaagd gedurende een tijdsperiode; in het voorbeeld van figuur 4 wordt starttriggerkwalificeerteller 218 geladen met een waarde, teneinde deze gedurende twee bemonsteringskloksignaaltijden te doen verlagen. Na verlaging tot nul, wordt het starttriggerkwalificeersignaal 268 op één gezet.

In het voorbeeld van figuur 4 wordt stoptriggerkwalificeerteller 220 geladen met een waarde om deze gedurende een tijd van vier tijdbasisklokperioden te doen verlagen. Daardoor bereikt na verlaging tot nul de stoptriggerkwalificeerteller 220 nul en wordt stoptriggerkwalificeersignaal 270 hoog ingesteld. De bemonsteringskloksignaalgenerator 204, starttriggerkwalificeerteller 218 en stoptriggerkwalificeerteller 220 worden alle aanvankelijk geladen met andere waarden om ze op verschillende tijdstippen de eindtelwaarde te doen bereiken. Van dan af aan worden ze echter alle met dezelfde waarde geladen, zodat ze elk met dezelfde periodieke snelheid de eindtelwaarde bereiken. In het voorbeeld van figuur 4 wordt pre-triggermonsterteller 208 met een waarde twee geladen, zodat deze nog niet tot nul is verlaagd op het moment van het eerste optreden van de start- en stoptriggerkwalificeersignalen. Daardoor is het triggervrijmaaksignaal niet actief gedurende deze start- en stopkwalificeertijden. Nadat de pre-triggerteller tot nul is verlaagd, zal het eerstvolgende optreden van het tweede bemonsteringskloksignaal 124 de uitgang ervan vrijmaken, en zal daarna het optreden van het starttriggerkwalificeersignaal 268 het triggervrijmaaksignaal 120 activeren.

Zodra het triggervrijmaaksignaal 120 actief is, zal de schakeling triggergebeurtenissen herkennen. Indien een triggergebeurtenis optreedt, terwijl het triggervrijmaaksignaal 120 actief is, zal de interpolatieschakeling worden geactiveerd ten gevolge van het optreden van de trigger 122. Op dit moment zal FIC-signaal 252 actief worden, waardoor het fijne interpolatie-orgaan wordt vrijgemaakt en bij de stijgende flank van het eerstvolgende tijdbasiskloksignaal 240 CIC-signaal 250 actief zal worden, waardoor het grove interpolatieorgaan 206 wordt vrijgemaakt. Op deze manier zal de interpolatieschakeling de tijd tussen de triggergebeurtenis en het optreden van het eerstvolgende bemonsteringskloksignaal meten. Dit maakt het de CPU 104 mogelijk om het optreden van de triggergebeurtenis te gebruiken bij het opbouwen van het uitgangssignaal.

Bij sommige tijdbereiken kunnen zowel negatieve als positieve tijdgegevens gedurende een enkele trigger worden verzameld. Dit geval werkt als het negatieve geval, behalve dat eveneens de posttriggermonsteller wordt gebruikt.

Zoals hierboven is beschreven, gebruikt de pseudo-willekeurige herhaalde bemonsteringsschakeling van de onderhavige schakeling een gemodificeerde vorm van sequentiële bemonstering om monsters gedurende positieve tijd te verzamelen. De doorvoercapaciteit is hoger dan bij willekeurige herhaalde bemonstering, omdat de waarschijnlijkheid van een monsterlanding in het verzamelingstijdbereik (verzamelingstijdbereik)/(tijdbasiskloksignaalperiode) is, en de tijdbasiskloksignaalperiode veel kleiner kan zijn dan de bemonsteringskloksignaalperiode. De schakeling gebruikt eveneens een vorm van willekeurige herhaalde bemonstering om signalen gedurende negatieve tijd te verzamelen, maar de schakeling kwalificeert de willekeurige herhaalde bemonstering met de triggerkwalificeerschakeling en met de pre-triggermonsterteller, waarbij aldus de verzamelingsdoorvoercapaciteit wordt verbeterd.

Conclusies

1. Schakeling voor het zenden van een bemonsteringssignaal, waarbij het bemonsteringssignaal wordt gebruikt om analoog-naar-digitaalomzetting van een ingangssignaal te veroorzaken in reactie op een triggersignaal, welke schakeling middelen omvat voor het op een willekeurig tijdstip voor het optreden van het triggersignaal zenden van een bemonsteringssignaal, met het kenmerk, dat de schakeling middelen omvat voor het tot stand brengen van een negatief tijdsignaal, waarbij het negatieve tijdsignaal op een waarde één wordt ingesteld, wanneer bemonsteringssignalen voor het optreden van een triggersignaal worden gezonden, en waarbij het negatieve tijdsignaal op een waarde nul wordt ingesteld, wanneer bemonsteringssignalen na het optreden van het triggersignaal worden gezonden, middelen voor het ten minste eenmaal na het optreden van het triggersignaal zenden van het bemonsteringssignaal, wanneer het negatieve tijdsignaal nul is, triggerkwalificeerschakelingsmiddelen voor het tot stand brengen van een triggerkwalificeersignaal dat een eerste hoeveelheid tijd, nadat elk bemonsteringssignaal is gezonden, start, en een tweede hoeveelheid tijd, nadat elk bemonsteringssignaal is gezonden, eindigt, en waarbij de middelen voor het op een willekeurig tijdstip voor het optreden van het triggersignaal zenden van een bemonsteringssignaal zijn ingericht voor het vasthouden van door door het bemonsteringssignaal veroorzaakte digitale omzetting verkregen gegevens, wanneer het negatieve tijdsignaal één is, en verder wanneer het triggersignaal gelijktijdig met het triggerkwalificeersignaal optreedt.

2. Schakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat deze verder middelen omvat voor het tellen van een aantal keren dat het bemonsteringssignaal na elk optreden van het triggersignaal is gezonden.

3. Schakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat deze verder middelen omvat, voor het meten van een hoeveelheid tijd tussen het optreden van het triggersignaal en een tijdstip, waarop het bemonsteringssignaal wordt gezonden.

4. Schakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat deze verder middelen omvat voor het blokkeren van het triggersignaal totdat een programmeerbaar aantal bemonsteringssignalen is gezonden, wanneer het negatieve tijdsignaal één is.

5. Schakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de triggerkwalificeerschakeling programmeerbare middelen omvat voor het bepalen van de eerste hoeveelheid tijd en de tweede hoeveelheid tijd.

6. Schakeling volgens één of meer van de conclusies 1-5, met het kenmerk, dat deze verder middelen omvat voor het meten van een hoeveelheid tijd tussen het willekeurige tijdstip en een tijdstip, waarop het triggersignaal wordt ontvangen.

7. Een digitale oscilloscoop omvattende een op werkzame wijze aangesloten schakeling volgens één of meer van de conclusies 1-6.

Hierbij 4 bladen tekening

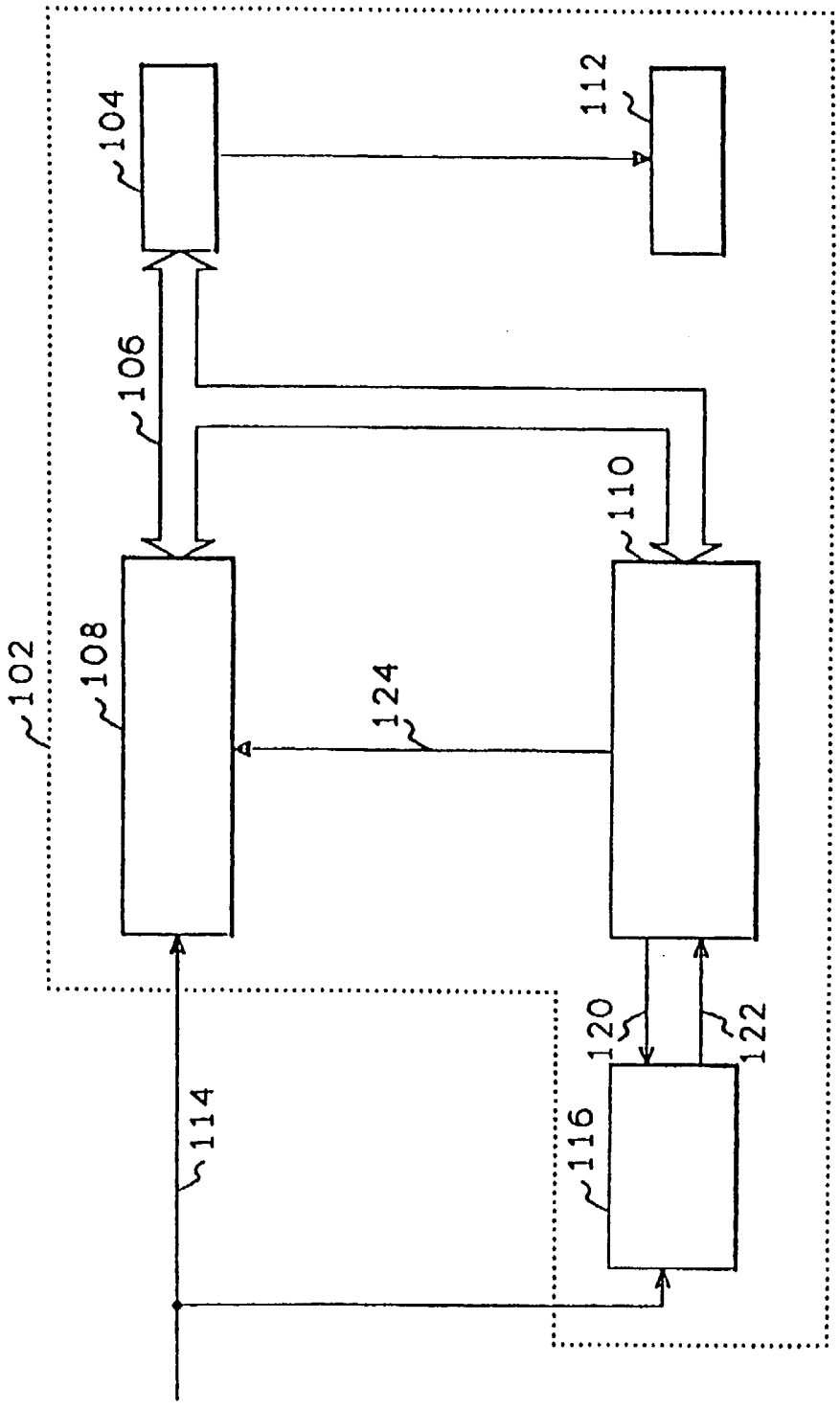


FIG. 1

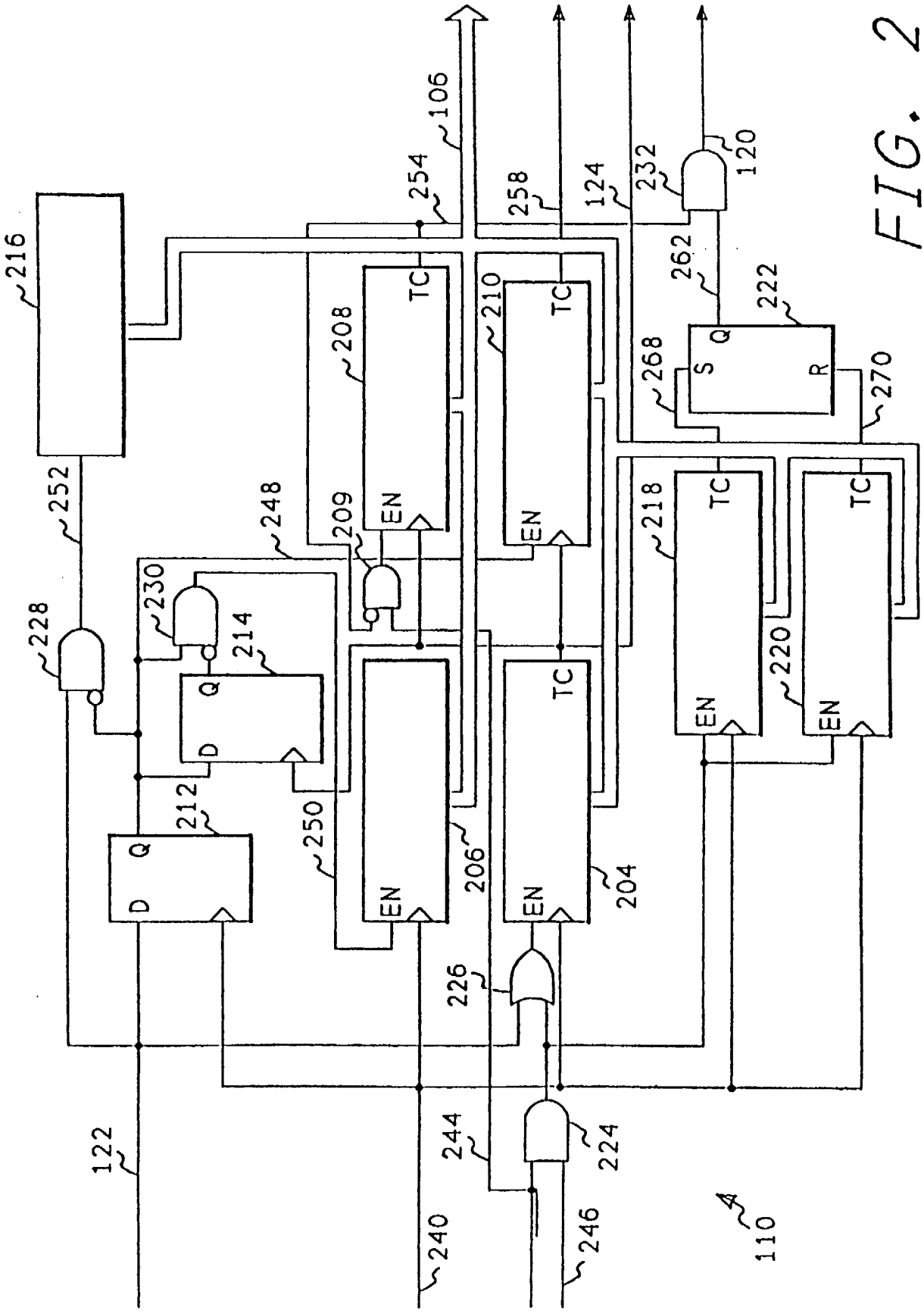

216
252
228
230
214
212
248
209
208
210
254
106
258
124
232
120
262
222
268
270
218
220
206
204
250
226
244
224
240
246
122
110
TC
EN
D
Q
S
R

FIG. 2

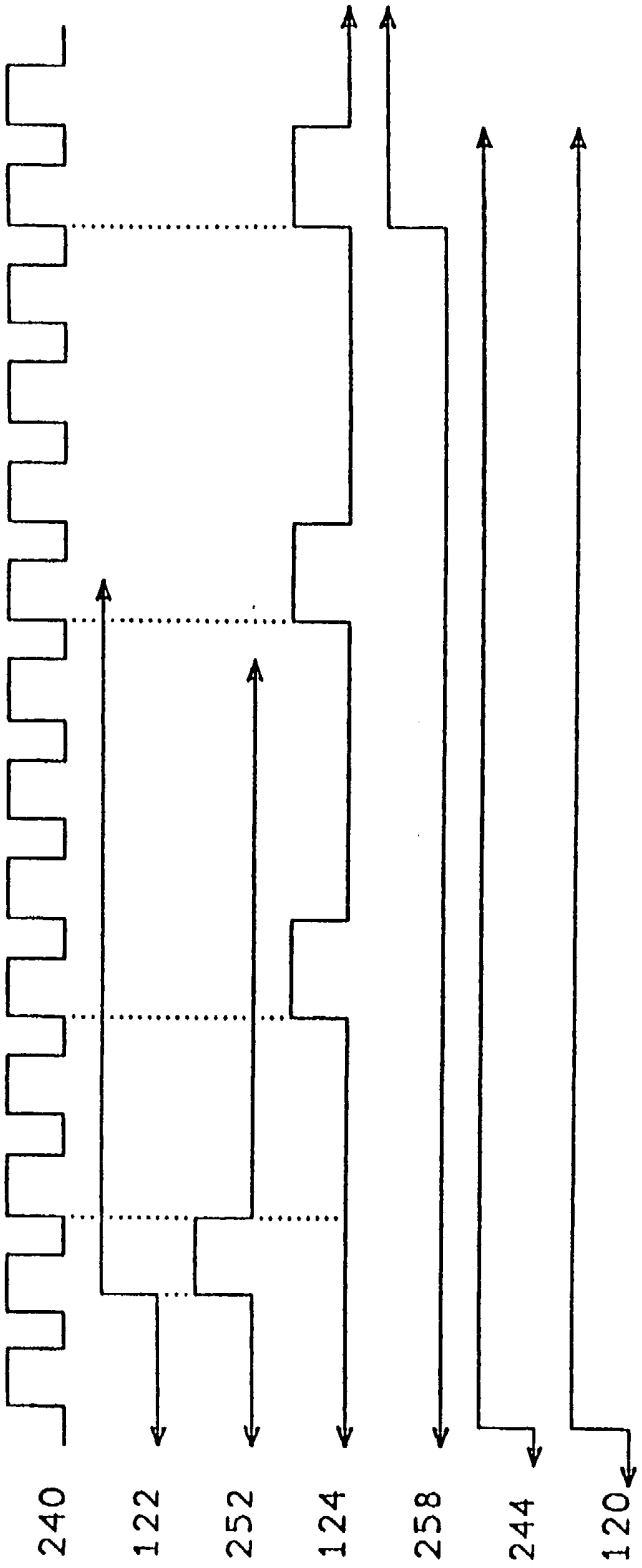


FIG. 3

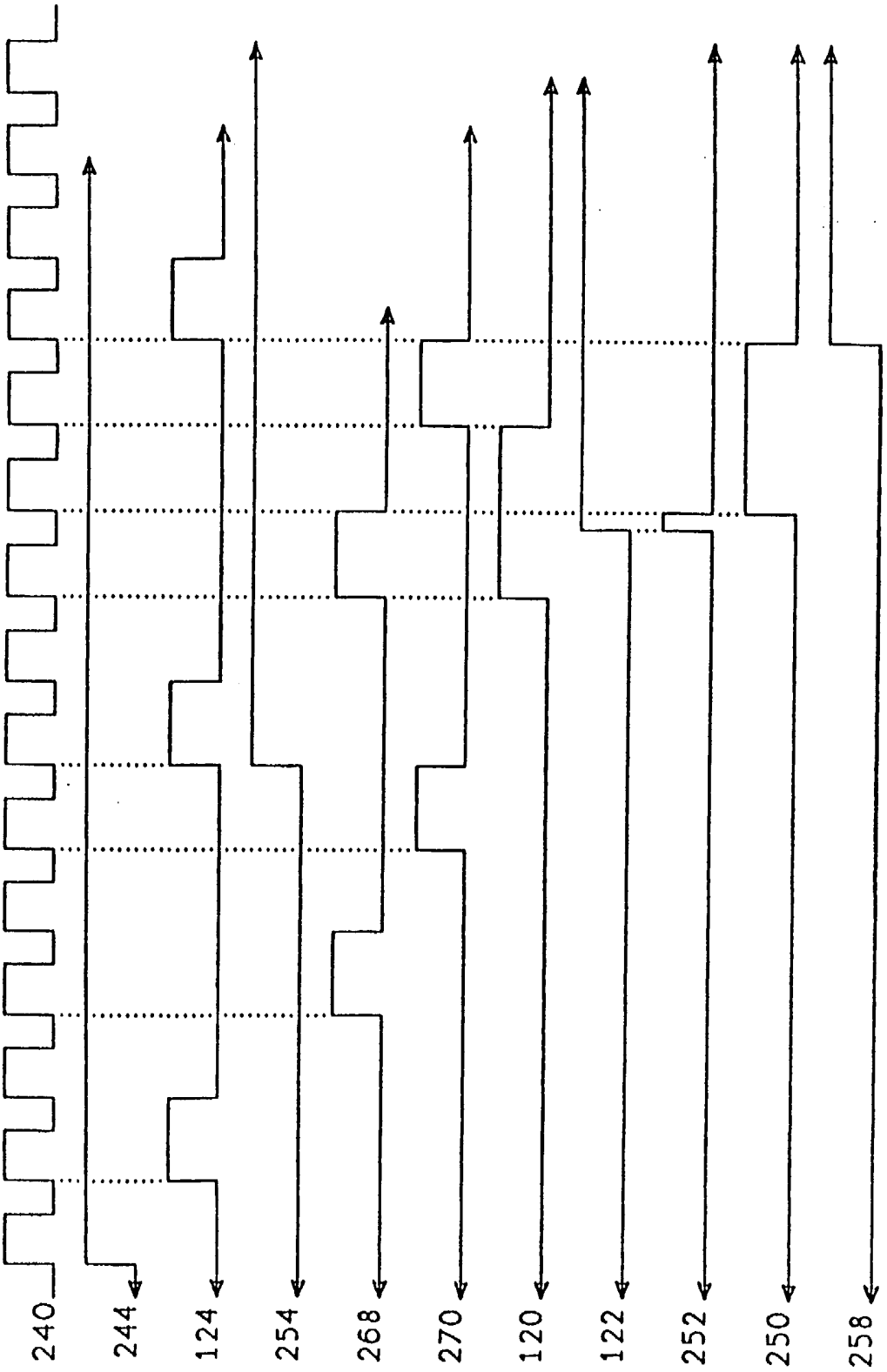


FIG. 4