



NORGE

(19) [NO]

[B] (12) UTLEGNINGSSKRIFT (11) Nr. 166386

STYRET FOR DET  
INDUSTRIELLE RETTSVERN

(51) Int. Cl. G 07 D 7/00

(21) Patentsøknad nr. 885703  
(22) Inngivelsesdag 22.12.88  
(24) Lopedag 22.12.88  
(62) Avdelt/utskilt fra søknad nr

(83)

(86) Int. inngivelsesdag og int. søknads nr ---

(85) Videretoringsdag ---

(41) Alment tilgjengelig fra 25.06.90

(44) Utlegningsdag 02.04.91

(72) Oppfinner Einar Gotaa, Oslo, NO.

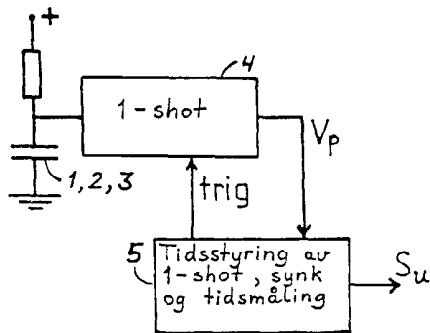
(71)(73) Søker/Patenthaver INTER MARKETING OY AB,  
SF-Helsinki, FI

(74) Fullmektig Bryn & Aarflot AS, Oslo.

(30) Prioritet begjært Ingen.

(54) Oppfinnelsens benevnelse Fremgangsmåte og system for undersøkelse  
av mengde eller type av dielektrikum i en  
luftgaps-kondensator.

(57) Sammendrag En kapasitiv undersøkelsesmetode for et dielektrikum  
(1), særlig pengesedler som behandles hurtig og maskinelt,  
er beskrevet. Dielektrikum-mengden, dvs. oftest tykkelsen,  
eller eventuelt -kvaliteten, dvs. oftest konsentrasjonen  
av særskilte tilsatstoffer i papiret, kan bestemmes svært  
raskt ved at løpende hurtigkalibrering foretas som en  
integreert del av selve måleprosessen, idet en analog eller  
digital prosessor (5) hele tiden tar hensyn til målinger som  
utføres også når kondensatoren (2) er tom. Det benyttes en  
"oneshot"-multivibrator-teknikk.



(56) Anførte publikasjoner Ingen.

Foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte og et system for undersøkelse eller bestemmelse av mengden eller typen av innført dielektrikum mellom platene i en luftgaps-kondensator.

En slik måling er av særlig betydning i forbindelse med testing av pengesedler på maskinell måte. Eksempelvis ved kontroll av seddeltykkelse eller for deteksjon av dobbelt- eller flerdobbeltinnmatninger vil foreliggende oppfinnelse være aktuell.

Videre er det aktuelt å foreta ekthetstesting av pengesedler, ut fra den erkjennelse at ekte pengesedler kan inneholde særskilte tilsatsstoffer med utpreget mye høyere permittivitet enn den normale for vanlig papir, slik at seddelpapir vil oppvise en markant forhøyet permittivitet dersom det sammenlignes med vanlig papir med samme tykkelse.

Et spesielt problem som foreligger ved maskinell seddeltesting av kapasitiv type, hvilket i og for seg er en velkjent teknikk, er at av og til må kondensatoren åpnes, dvs. minst en av platene i luftgaps-kondensatoren må løftes opp for å gi adgang for rengjøring, service eller fjerning av fastkjørte sedler. Når så platen legges på plass igjen, vil den generelt innta en annen posisjon enn tidligere. P.g.a. selve denne bevegbare mekaniske konstruksjonen vil luftgapet også kunne variere noe også utenom slike åpningsoperasjoner, dvs. i større grad enn om konstruksjonen var av en type som aldri skulle åpnes. Bittesmå endringer i luftgaps-avstanden vil ha en katastrofal innvirkning på målinger som angår det innførte papiret, for de signifikante endringene i papirtykkelse eller -kvalitet, hvor det med papirkvalitet primært skal forstås papirets innhold av spesielle tilsatsstoffer som øker papirets permittivitet, gir generelt ørsmå endringer i den totale kapasitansen, som er den størrelsen som vanligvis måles.

Således gir den mekaniske konstruksjonen opphav til mulige alvorlige målefeil. Feil av tilsvarende type oppstår også ved temperaturvariasjoner som medfører endringer av dimensjoner i apparatene, deriblant luftgaps-avstanden.

I et tidligere kjent kapasitivt målesystem fra britisk patentsøknad 2.020.816 finnes beskrevet en kalibreringsmetode

166386

2

for målesystemet. Dette systemet er spesiallaget for kontinuerlig overvåkning av tykkelsen av en tråd, hvor da tråden for dette formål passerer gjennom to kondensatorer i en vekselstrøms wheatstone-bro. Kalibrering foretas en gang iblant ved å fjerne tråden fra kondensatorene og deretter å simulere en spesiell trådtykkelse ved potensial-skjevstilling av broen ved å kople et bestemt punkt til jord via en motstand. Lagrede digitale referanseverdier for nullstilling og forsterkningsverdi fremhentes så. M.a.o. er dette et ganske komplisert arrangement, som allikevel bare er egnet til å benyttes med en ganske begrenset hastighet.

En annen kjent kompensasjons-teknikk er å benytte differansen mellom de primære målesignalene med og uten prøve innført i kondensatorens luftgap.

Det er også vanlig at det med jevne mellomrom blir tilføyd en fast kapasitans parallelt med sensoren. Systemets forsterkning kan så justeres slik at utslaget hver gang blir det samme. Det forutsettes da at systemet endrer seg svært lite mellom hver gang denne kalibreringen foretas.

For å oppnå den høye nøyaktighet som kreves eksempelvis ved seddeltykkelsesmåling, dvs. ned til 2 %, og med typisk maskinell bearbeidelseshastighet, kreves imidlertid en ganske annerledes hurtig og korrekt kalibrering.

Måleteknisk står man overfor en relativt vanskelig oppgave ved en måling av den angitte typen. Et av problemene er at selve kapasitansbidraget fra det innførte dielektrikum typisk bare utgjør en meget liten del av den totale kapasitans som "ses" av målekretsens inngangstrinn, idet egentlig uønskede bidrag som inngangskapasitans og "strø-kapasitanser" er vesentlig større. Typisk vil totalkapasitansen som inngangstrinnet ser, bare endre seg ca. 10 % ved en fullstendig frakopling av hele luftgaps-kondensatoren, og innføring av dielektrikum (eller papirseddel med normal tykkelse og kvalitet), gir typisk bare 3 % endring av totalkapasitansen.

Av grunnleggende årsaker er man interessert i å måle dielektrikum-mengde (eller seddeltykkelse/kvalitet), med en nøyaktighet på ca. 2-5 %. (Dobbeltmating vil selvfølgelig da være lett målbar som 100 % endring.)

166386

3

M.a.o. kreves en nøyaktighet/stabilitet i målingen av totalkapasitansen som er av størrelsesorden

$$3 \% \cdot 2 \% = \underline{60/100}$$

Dette er meget vanskelig å oppnå i praksis, for selv de minste endringer i de store kapasitansbidragene vil da maskere de egentlig interessante variasjonene som skyldes endringer i dielektrikum-mengde eller -type.

Det er således en viktig oppgave å finne en effektiv måte å omgå disse måleproblemene på, slik at man kan oppnå et nøyaktig mål for den egentlig interessante parameteren, nemlig dielektrikum-mengden eller -typen som er innført i luftgapet, og på en slik måte at alle andre forstyrrende effekter kompenseres for hurtig og automatisk.

Ifølge oppfinnelsen løses denne oppgaven ved å benytte en fremgangsmåte og et målesystem av den type som er definert i de etterfølgende patentkravene.

Oppfinnelsen skal nå beskrives nærmere ved hjelp av et ikke begrensende eksempel, og med henvisning til de vedføyde tegningene, hvor

fig. 1 viser et blokkskjema over et prinsipielt målesystem hvor oppfinnelsen tas i bruk,

fig. 2 viser den aktuelle målekretsen skjematisk og forenklet,

fig. 3 viser tidsforløp av primært målesignal for forskjellige dielektrikum-mengder inne i sensoren, og

fig. 4 viser skjematisk blokker som inngår i en seddel-ekthetstester ifølge en utførelse av oppfinnelsen.

Med henvisning til fig. 1 omtales nå målesystemet/fremgangsmåten i prinsipielle termer: En viss dielektrikum-mengde, eksempelvis gitt av tykkelsen av en papirseddel, er representert ved 1, og er den interessante størrelsen. Denne størrelsen påvirker sensorens kapasitans 2 fordi dielektrikumet befinner seg mellom kondensatorens plater. Sensorens kapasitans 2 omfatter imidlertid også andre bestemmende størrelser, som det øvrige dielektrikum mellom platene (vanligvis luft), plateavstand og platestørrelse. I tillegg, som representert av blokken 3, innvirker uønskede tilleggs- eller "strø"-kapasitanser samt inngangskapasitansen i målekretsens inngangstrinn, slik at

166386

4

variasjonene i dielektrikum-mengde, som tidligere nevnt, i realiteten utgjør bare en liten brøkdel av den samlede kapasitans som påvirker målekretsen. Neste blokk 4 representerer målekretsens inngangstrinn. Dette trinnet som typisk kan være funksjonen til en såkalt "oneshot"-multivibrator som omsetter kapasitansverdi til "brenntid" for en firkantpuls (eller en rekke av firkantpulser), kan i seg selv være beheftet med tidsvariable operasjons-parametere, dvs. fenomenet drift, som over noe tid gir feilaktige målinger, og derved behov for kalibrering.

I blokk 5, kalt "ideell måleforsterker", er innbefattet operasjoner på det primære målesignalet  $V_p$  fra blokk 4, som tar hensyn til/kompenserer for de forannevnte feilkildene, og sørger for at fortløpende kalibrering foretas i henhold til en algoritme som medfører at måleproblemene omgås. Denne algoritmen skal forklares nærmere i forbindelse med omtalen av figurene 2 og 3.

Fig. 2 viser i forenklet form den aktuelle målekretsen som hovedsakelig består av blokkene 4 og 5, som på tilsvarende måte som i fig. 1 henholdsvis står for en "oneshot"-multivibrator og en mer omfattende måleforsterker/styrekrets. Fra multivibratoren 4 kommer et pulstog  $V_p$  (se fig. 3) av firkantpulser hvor pulsbredden avhenger av den totale kapasitansen tilkopleet multivibratorens inngang, dvs. en kapasitansverdi som består av "blokkene" 1, 2 og 3 i fig. 1 i kombinasjon. Signalet  $V_p$  er altså "utsatt for" alle de typer feilkilder som er nevnt foran.

I fig. 2 er vist tidsforløpet for typiske signaler  $V_p$  fra "oneshot"-multivibratoren. Den først viste pulsen representerer en måling uten noe dielektrikum (annet enn luft) mellom platene i kondensatoren. Varigheten eller brenntiden for en puls er da  $T_0$ . "Oneshot"-multivibratoren 4 startes av en tidsstyreenhet i kretsen 5. Etter et mellomrom på typisk ca.  $10-100T_0$  kommer en ny  $T_0$ -puls dersom intet spesielt har skjedd, og denne pulsen vil bli repetert så lenge kondensatoren er tom, bortsett fra de endringer i brenntid som skjer p.g.a. blokkene 2, 3 og 4, dvs. endringer i 2 og 3 p.g.a. f.eks. temperaturvariasjoner. og i 4 p.g.a. drift. Typiske tidsvarigheter er  $T_0 = 1 - 10\mu s$ , mellomrommet =  $0.1 - 1ms$ .

Når et typisk dielektrikum, eksempelvis en papirseddel, entrer mellomrommet mellom platene i kondensatoren, endres kapasitansen og dermed multivibratorens brenntid. I fig. 3 vises en andre pulslengde  $T_S$  hvor  $T_S$  kan være eksempelvis  $T_S \approx 1.03T_0$  når en papirseddel er ført inn. Den tredje pulslengden  $T_d$  som er vist, representerer en dobbeltmatning av sedler, og kan typisk være  $T_d \approx 1.06T_0$ .

Det skal bemerkes at ved den først avmerkede pulsen med lengde  $T_0$  er også antydnet en typisk pulslengde når blokkene 1 og 2 er koplet fra inngangstrinnet, slik at bare "strø"-kapasitanser og inngangskapasitans "måles". Typisk er da brenntiden  $T_u = 0.85-0.90T_0$ , dvs. det er faktisk slik at disse "ekstra"-kapasitansene utgjør det største kapasitansbidraget til pulsene.

Som nevnt ovenfor, er det tidligere kjent å kalibrere eller utføre kompensasjon ved å måle  $T_0$ , dvs. verdien uten dielektrikum innført i kondensatoren, og så trekke denne verdien fra den aktuelle måleverdien  $T$  når dielektrikum er innført. Det er allikevel et spørsmål om en slik type kompensasjon tidligere er utført ved slike hastigheter som det her er tale om, nemlig for hver seddel/hvert mellomrom mellom innmatninger, som foregår eksempelvis med en fart på 25 sedler pr. sekund.

Dessuten er det ønskelig med en svært nøyaktig måling av dielektrikum-mengden, dvs. papirtykkelsen. Det er faktisk nødvendig å oppløse "oneshot"-multivibratorens brenntid (som altså er typisk på 1 - 10  $\mu$ s) i ca. 1600 deler for å måle med tilstrekkelig nøyaktighet. Dette stiller da svært store krav til nøyaktig kalibrering.

Dersom målesystemet kalibreres mot forsterkningsendringer slik som tidligere kjent, overses en meget viktig faktor: Hvis luftgapet i platekondensatoren eksempelvis er blitt mindre, så vil den absolutte kapasitans-økningen en seddel i kondensatoren forårsaker, øke. Dette betyr altså at det å kalibrere f.eks. mot en fast tilleggs kapasitans heller ikke kompenserer for nettopp den størrelsen som er av interesse, nemlig mengden av dielektrikum (papir) innført i sensoren.

Det essensielle trekket som sørger for en tilstrekkelig nøyaktig og hurtig kalibrering, er at måleforsterker/styre-

166386

6

kretsen 5 omfatter lager- og prosessorkretser som er i stand til å holde på sist målte  $T_0$ -verdi, målt mellom foregående seddel-innmating og den som nå forekommer, og beregne et utgangs-signal

$$S_u = A \cdot (T - T_0) / T_0$$

når verdien  $T$  for brenntiden med innført dielektrikum fremkommer, registrert av en klokke-enhet som også inngår i kretsen 5.  $A$  er her en forsterkningsfaktor som kan velges. Størrelsen  $S_u$  er da et mål på mengden av dielektrisk materiale i sensoren, og dette målesignalet er altså skalert etter  $T_0$ , som også inneholder informasjon om størrelsen av sensorens luftgap.

Det skal her understrekes at utgangssignalet  $S_u$  ikke angir kondensatorens kapasitans, men gir direkte mål for mengde (f.eks. papirtykkelse) av innført dielektrikum, som er den størrelse man egentlig er ute etter. Kapasitans-verdiene blir m.a.a.o. "kalibrert bort", slik at et direkte mål for dielektrikum-mengde oppnås som en konsekvens av hurtigkalibrerings-proseduren.

En god ekthets-test for papirsedler kan oppnås på den måte som fremgår skjematisk av fig. 4. Sedlene kjøres her i en retning som indikert ved pilene 8, dvs. i serie gjennom en konvensjonell, f.eks. mekanisk tykkelsesmåler 6 og en kapasitiv måleanordning 4, 5 av den type som fremgår av foreliggende oppfinnelse. Rekkefølgen er her ikke viktig, men ved en slik prosess må det ene utgangssignalet, her  $S_t$  fra tykkelsesmåleren 6, forsinkes i en mellomlagringsenhet 9 på grunn av tidsforskjellen mellom målingene. De respektive utgangssignalene  $S_u$  (fra kapasitiv anordning) og  $S_t$  (fra tykkelsesmåler) kan så settes i relasjon til hverandre i en signal-sammenligningsenhet 7, f.eks. en divisjonskrets, for å tilveiebringe et nytt signal  $S_e$ , som er et signal som er indikativt for seddelens material-egenskaper. Særskilt tenkes det her på spesielle tilsatsstoffer i seddelpapir som forhøyer papirets permittivitet i detekterbar grad, f.eks. titandioksyd.

Kombinasjonen med en konvensjonell tykkelsesmåler kan også utføres i en "parallell" utførelse (ikke vist), med samtidig gjennomføring av de to målingene, men på to forskjellige områder av seddelen. Apparaturen kan da holdes mer kompakt, og

166386

7

noen forsinkelsesanordning som omtalt ovenfor blir da ikke nødvendig, for signal-sammenligningsenheten 7 mottar i dette tilfelle samtidige signaler på "naturlig" vis.

Den konvensjonelle tykkelsesmåleren kan eksempelvis være en mekanisk/kapasitiv avstandsmåler, hvor avstanden fra en anleggsfjær mot papiret og ned til underlaget fastlegges med en kapasitiv teknikk.

Det vil også være mulig å kombinere to parallelt utførte kapasitive målinger av den generelle type som fremgår av foreliggende oppfinnelse, ved hensiktsmessig tilpasning av enkelte av de fysiske parameterne.

## P A T E N T K R A V

1. Fremgangsmåte for undersøkelse av mengden eller typen av innført dielektrikum (1) mellom platene i en luftgaps-kondensator (2), eksempelvis for seddel-ekthetstesting, seddeltykkelsesmåling eller deteksjon av dobbelt- eller flerdobbelt-innmålinger, hvor separate prøver av nevnte dielektrikum innføres maskinelt i luftgapet, prinsipielt en etter en, med et tidsrom uten prøve mellom to etter hverandre følgende prøver, og hvor kondensatorens kapasitans styrer brenntiden for en "oneshot"-multivibrator (4) i målekretsen,

k a r a k t e r i s e r t v e d at måling foretas både for hver prøve og for hvert mellomliggende tidsrom uten prøve, og at løpende hurtigkalibrering foretas som en integrert del av selve måleprosessen ved at størrelsen

$$S_u = A \cdot (T - T_0) / T_0$$

frembringes ved hjelp av en analog eller digital prosessor (5) for hver prøve som representativt mål for mengden av dielektrikum, hvor

A er en valgbar forsterkningskonstant,

$T_0$  er brenntiden for "oneshot"-multivibratoren (4) som representerer momentan måling uten annet i kondensatoren (2) enn luft, dvs. i det foregående mellomliggende tidsrom, og

T er tilsvarende brenntid når det aktuelle dielektrikum (1) er innført i kondensatorens (2) gap.

2. Fremgangsmåte som angitt i krav 1, idet dielektrikumet (1) er en seddel eller sedler som skal ekthetstestes, k a r a k t e r i s e r t v e d at en separat seddeltykkelsesmåling av i og for seg konvensjonell type utføres i tillegg til den kapasitive undersøkelsen, hvorved en ekthets-analyse basert på seddelens materialeegenskaper, eksempelvis mengde av spesielle tilsatzstoffer, oppnås ved en kombinasjon av de to uavhengige måleresultater.

3. Fremgangsmåte som angitt i krav 1 eller 2,

k a r a k t e r i s e r t v e d at de to kondensatorplatene kortsluttes i hvert nevnte mellomliggende tidsrom ved at "oneshot"-multivibratorens inngangsterminaler kortsluttes.

4. Målesystem for bestemmelse av mengden eller typen av innført dielektrikum (1) mellom platene i en luftgaps-kondensator (2), eksempelvis for ekthetstesting, seddel-tykkelsesmåling eller deteksjon av dobbelt- eller flerdobbeltinnmatninger, hvor separate prøver av nevnte dielektrikum innføres maskinelt i luftgapet, prinsipielt en etter en, med et tidsrom uten prøve mellom to etter hverandre følgende prøver, og som omfatter en "oneshot"-multivibrator (4) som er koplet til kondensatoren (2) slik at kondensatorens kapasitans styrer multivibratorens brenntid,

k a r a k t e r i s e r t v e d en analog eller digital prosessor (5) som er innrettet for å foreta løpende hurtigkalibrering som en integrert del av selve måleprosessen ved å beregne størrelsen

$$S_u = A \cdot (T - T_0) / T_0$$

for hver prøve som representativt mål for mengden av dielektrikum, idet prosessoren (5) også er innrettet til å trigge start av "oneshot"-multivibratoren (4) slik at måling foretas både for hver prøve og for hvert mellomliggende tidsrom uten prøve, og idet

A er en valgbar forsterkningskonstant,

$T_0$  er brenntid for "oneshot"-multivibratoren (4) som representerer momentan måling uten annet i kondensatoren (2) enn luft, dvs. i det foregående mellomliggende tidsrom, og

T er tilsvarende brenntid når det aktuelle dielektrikum (1) er innført i kondensatorens (2) gap.

5. Målesystem som angitt i krav 4, idet dielektrikumet (1) er en seddel eller sedler som ekthetstestes,

k a r a k t e r i s e r t v e d at målesystemet videre omfatter en kombinasjons-oppstilling med en separat seddel-tykkelsesmåler (6) av i og for seg konvensjonell type, samt en signal-sammenligningsenhet (7) innrettet for å relatere utgangssignaler ( $S_u$ ,  $S_t$ ) fra henholdsvis den separate seddel-tykkelsesmåleren (6) og prosessoren (5) for å tilveiebringe et ekthets-signal ( $S_e$ ) som bare avhenger av seddelens material-

166386

10

egenskaper, eksempelvis til undersøkelse av inneholdt mengde av særskilte tillsatsstoffer.

6. Målesystem som angitt i krav 4 eller 5, karakterisert ved at "oneshot"-multivibratorens (4) inngangsterminaler som er forbundet med hver sin av de to kondensatorplatene, er innrettet for å kortsluttes i hvert nevnte mellomliggende tidsrom.

FIG. 1

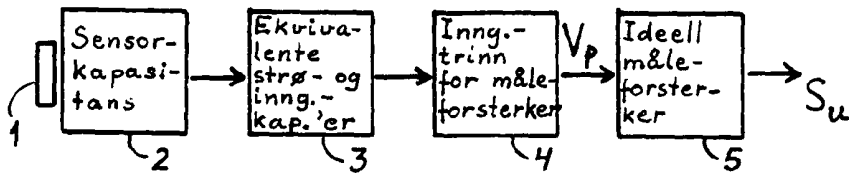


FIG. 2

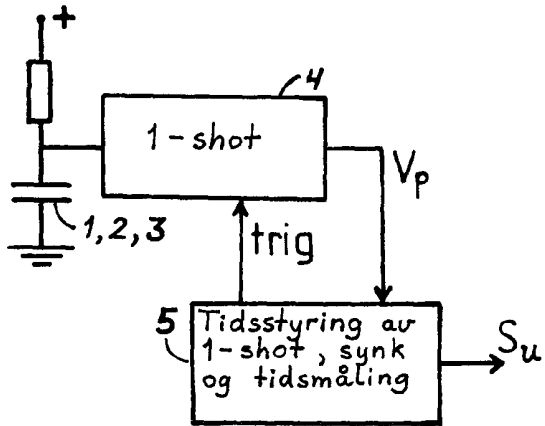


FIG. 4

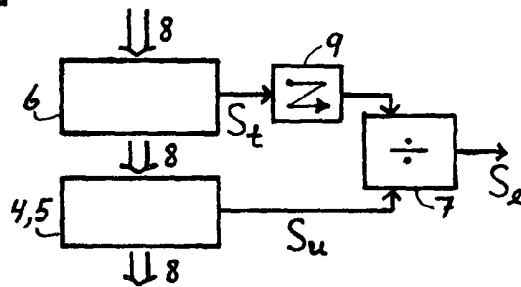


FIG. 3

