

(19) DANMARK



Patentdirektoratet
TAASTRUP

(12) PATENTSKRIFT

(11) 167823 B1

(21) Patentansøgning nr.: 1184/91

(51) Int.Cl.5

G 01 N 27/22

(22) Indleveringsdag: 18 jun 1991

(41) Alm. tilgængelig: 19 dec 1992

(45) Patentets meddelelse bkg. den: 20 dec 1993

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: -

(73) Patenthaver: Asger *Gramkow; Gammelgård 27; 6440 Augustenborg, DK

(72) Opfinder: Asger *Gramkow; DK, Jeppe Christian *Bastholm; DK

(74) Fuldmægtig: Lehmann & Ree A/S

(54) Apparat til registrering af et kølemiddels fugtigheds- og syreindhold

(56) Fremdragne publikationer

GB off.g.skrift nr. 2045442

SE freml.skrift nr. 370801

(57) Sammendrag:

1 1 8 4 - 9 1

I et apparat til registrering af et kølemiddels eller anden upolær væskes fugtigheds- og syreindhold med et i kølemidlet eller væsken placeret kapacitivt føleelement (1), som er sluttet til et elektrisk evalueringskredsløb (4-8), består det kapacitive føleelements (1) elektroder af to forskellige metaller med forskellige normalpotentialer, og det elektriske kredsløb omfatter organer (4-7) til bestemmelse af det resistive tab i det kapacitive føleelement samt organer (5,8) til bestemmelse af den af føleelementet afgivne strøm.

DK 167823 B1

Den foreliggende opfindelse angår et apparat til registrering eller måling af et kølemiddels fugtigheds- og syreindhold omfattende et kapacitivt føleelement til placering i kontakt med kølemidlet, hvilket føleelement har elektroder, der består af to forskellige metaller med forskellige normalpotentialer, og i hvilket apparat 5 fugtighedsbestemmelsen sker ved måling af et resistivt tab i føleelementet.

I kølemidler, såsom freon, CFC, R12, R22, R502, R134a m.fl., der 10 anvendes i køle- og klimakredsløb, kan der forekomme eller oparbejdes en uønsket koncentration ikke blot af fugtighed, men også af syre. Såfremt der er en væsentlig koncentration af fugtighed, vil denne direkte forhindre, at kølekredsløbet fungerer, idet ventiler og kapillarrør blokeres af is, som dannes ved de lave temperaturer. 15 Såfremt der er et væsentligt syreindhold, virker dette nedbrydende på kølekredsløbets komponenter, såsom kompressor osv.

Den stigende bevidsthed om visse kølemidlers skadelige virkning på ozonlaget i atmosfæren betyder, at rensning (regenerering) af brugt 20 kølemiddel er ønskelig og i visse lande påbudt ved lov. Ved denne rensning ønsker man bl.a. at fjerne vand og syre for at bringe kølemidlet op til den standard, der gælder for nyt kølemiddel.

Der er følgelig et behov for, at der foretages en registrering, 25 overvågning eller måling af fugtigheds- og syreindholdet i kølemidler for at sikre mod den nævnte nedbrydning eller blokering af kølekredsløbet eller for under rensning af kølemiddel at sikre, at de angivne krav, der stilles til kølemidlers renhed, overholdes.

30 Det er kendt at overvåge fugtighedsindholdet i kølekredsløb ved hjælp af en fugtindikator, der består af et hus med skueglas samt nogle krystaller, som er placeret under dette skueglas. Disse krystaller skifter farve fra gult til grønt afhængigt af fugtindholdet i kølemidlet. Dette farveskift kan betragtes gennem skueglasset og er et udtryk for fugtighedsindholdet. 35 Metoden er velkendt og robust, men særdeles usikker og ganske uegnet i forbindelse med rensning af kølemiddel, idet et krav om maksimalt f.eks. 10-15 ppm fugt ikke kan registreres ved temperaturer over 30°C på grund af krystallernes temperaturafhængighed.

Til registrering af syreindholdet i kølekredsløb kendes der en metode, ved hvilken der udtages en prøve af kompressorvæsken, hvis pH-værdi derefter kontrolleres ved en simpel lakmusprøve.

- 5 Der kendes ligeledes en metode til test af såvel fugtighed som syre ved hjælp af et såkaldt Drägerrør. Denne metode er kemisk, og der sker her en farveændring som udtryk for en ændring i koncentrationen af fugtighed og syre.
- 10 De to sidstnævnte metoder kan ikke anvendes til kontinuert overvågning, og de er desuden besværlige og usikre.

Der kendes desuden laboratoriemetoder, som gør brug af gaskromatografi og massespektrometri, men disse metoder er selvsagt
15 meget omkostningskrævende og i den foreliggende forbindelse irrelevante.

Apparater af den indledningsvis angivne art, men som alene er bestemt til måling af fugtighedsindhold i væsker, luft eller faste
20 stoffer, såsom korn, er kendt, se eksempelvis GB 2.149.117A, GB 2.045.442A og DK 129.603. Impedansen af det kapacitive føleelement varierer i afhængighed af fugtighedsindholdet af materialet, som føleelementet er i kontakt med, og måles eller registreres af det elektriske kredsløb, der kan antage forskellige former for at afgive
25 et elektrisk udgangssignal eller udføre en regulering i afhængighed af den målte fugtighed.

Fra SE patent nr. 370.801 kendes et apparat til fugtighedsmåling af den i krav 1's indledning angivne art. To elektroder af forskellige
30 materialer med forskellige normalpotentialer er her fødet af en jævnspændingskilde og forbundet med en detektor til afføling af potentialforskellen mellem elektroderne. Indikatoren er i form af en differentialforstærker, der eksempelvis kan være koblet således, at der på dens udgang afgives forskellige jævnspændingsniveauer afhængigt af, om der er fugt eller ikke mellem elektroderne, eller om
35 disse er kortsluttet. Dette kendte apparat er alene bestemt til indikation af fugtighedstilstanden mellem elektroderne.

Formålet med den foreliggende opfindelse er at afhjælpe ulemperne

ved de kendte metoder og tilvejebringe et apparat, hvor såvel fugtigheds- som syreindholdet i kølemidler kan registreres eller overvåges kontinuerligt under disses anvendelse i kølekredsløb eller under rensning (regenerering), og ifølge opfindelsen opnås dette ved

5 et apparat af den indledningsvis angivne art, som er ejendommeligt ved, at det kapacitive føleelement er forbundet med en vekselspændingskilde, og at føleelementet er sluttet til et elektrisk kredsløb, der omfatter organer til omsætning af det resistive vekselstrømstab i det kapacitive føleelement til en absolut jævnspænding

10 ved måling af fugt samt organer til bestemmelse af den af føleelementet absolutte afgivne jævnstrøm ved måling af syre.

Herved opnås, at der på simpel måde med et og samme kapacitive føleelement på samme tid kan foretages en måling af både fugtighed

15 og syre i kølemidlet og uafhængigt af hinanden, idet det af det kapacitive føleelement under tilstedeværelse af syre dannede galvaniske element vil afgive en jævnstrøm ved konstant spænding bestemt af de i elementet indgående metaller, hvilken jævnstrøms størrelse afhænger af koncentrationen af syre og er nul, når der ingen syre

20 findes i kølemidlet. Det resistive vekselstrømstab i det kapacitive føleelement ved tilstedeværelse af vand kan måles uafhængigt deraf ved hjælp af vekselstrømmen.

Ved en fordelagtig udførelsesform for apparatet ifølge opfindelsen

25 omfatter kredsløbsorganerne til bestemmelse af det resistive tab i det kapacitive føleelement en integrator, hvori det kapacitive føleelement indgår, en til integratoren sluttet fasesynkron ensretter samt et dertil sluttet fugtighedsdetektorkredsløb. Den fasesynkron ensretning af integratorens udgangssignal sikrer, at en

30 eventuel jævnspænding dannet i føleelementet ikke påvirker fugtighedsmålingen.

Opfindelsen skal herefter forklares nærmere under henvisning til tegningen, hvor

35

fig. 1 viser en udførelsesform for en målekondensator ifølge opfindelsen,

fig. 2 et blokdiagram over et målekredsløb ifølge opfindelsen,

fig. 3 et mere detaljeret diagram over målekredsløbet i fig. 2,

- fig. 4 kurver over signalforløbet på udgangen af en i kredsløbet i fig. 3 indgående integrator,
 fig. 5 kurver over signalforløbet på tre forskellige steder i kredsløbet i fig. 3 og
 5 fig. 6 en yderligere kurve over signalforløbet efter en i kredsløbet i fig. 3 indgående fasesynkron ensretter.

På tegningen viser fig. 1 en målekondensator 1, som består af to elektroder eller kondensatorplader 2 og 3, der er udført som to i
 10 hinanden indgribende kamme af to forskellige metaller med forskellige normalpotentialer, f.eks. Cu og Al eller Ni. Kondensatoren 1 udføres hensigtsmæssigt på en sædvanlig trykt kredsløbsplade, idet der på dele af pladens overflade borttættes Cu og pålægges Al, Ni osv. Kondensatoren 1 er vist med otte-kantet form for at passe med
 15 tilnærmelse i et rørformet legeme, hvori kølemidlet/væsken strømmer, men andre former er naturligvis også mulige.

I fig. 2 og 3 er ved 4 vist en firkantoscillator bestående af en operationsforstærker 9 med tilhørende koblingsmodstande. Oscillatoren er opbygget således, at den svinger symmetrisk med hensyn til
 20 både spænding og tid ved en frekvens, der kan vælges f.eks. fra 10 til 100 kHz.

Signalet, der optræder på udgangen af oscillatoren 4 ved punkt A, er vist øverst i fig. 5. Dette firkantsignal bliver ført til en integrator 5 via en spændingsdeler 10 til at tilpasse strømmen til integratorens operationsforstærker 11. Mellem dennes udgang og ene indgang er indkoblet målekondensatoren 1 samt et DC-modkoblingsled 12 i form af en spændingsdeler, der bl.a. tjener til at opretholde
 30 integratorens DC-stabilitet, idet dens udgangssignal i modsat fald ville kunne lægge sig helt ubestemt.

Signalet på integratorens udgang er vist ved kurve B i fig. 5, og det vil ses, at firkantspændingen er blevet ændret til en symmetrisk svingende trekantspænding, dvs. den er symmetrisk omkring nul volt, og dette gælder, uanset om der er et stort eller lille resistivt tab i kondensatoren 1. Det gælder ligeledes ved en ændring i selve kapaciteten af målekondensatoren 1.

Integratorens udgangssignal føres til en fasesynkron ensretter 6, der består af to analoge omskifttere 13, som styres af oscillatoren 4's firkantsignal ved hjælp af to NAND porte 14. Ensretterens udgangssignal ved C er vist ved den tredje kurve i fig. 5. Dette signal føres over et RC-led 15 til den ene indgang på en operationsforstærker 16 i en fugtdetektor 7, som på sin udgang er forsynet med et relæ 17, der aktiveres, når udgangssignalet overstiger et fastlagt niveau af en spænding, der er et udtryk for fugtindholdet. I stedet for et relæ kan der på detektorudgangen tilsluttes f.eks. et analogt indikator- eller displayorgan. For at sikre en korrekt detektering er der i fugtdetektoren 7 hensigtsmæssigt indlagt hysteresese.

Da målekondensatoren 1 er opbygget af to forskellige metaller med forskellige normalpotentialer, vil dens plader 2 og 3 virke som elektroder i et galvanisk element ved tilstedeværelse af syre og give anledning til en strøm, der afhænger af syre-ion-koncentrationen. Den opståede DC-spænding er derimod konstant og alene bestemt af de to anvendte metaller i kondensatoren/elementet.

Den af elementet frembragte strøm giver anledning til en forskydning af DC-spændingsarbejds punktet for integratoren 5. Dette påvirker imidlertid ikke fugtmålingen, da spændingen ved B på integratorudgangen bliver fasesynkront ensrettet i kredsløbet 6, således at denne DC-spænding vil give bidraget nul volt.

DC-spændingen på integratoren 5 forårsager, at det af syre-ion-koncentrationen afhængige signal kan udtages i integratorens foranvænte DC-modkoblingskredsløb 12. Det udtagne spændingssignal tilføres to komparator kredse 18 i en syredetektor 8, som på sin udgang er forsynet med et relæ 19, der aktiveres, når udgangssignalet overstiger et fastlagt niveau. Ligesom det er tilfældet for fugtdetektorens vedkommende, kan der naturligvis også på syredetektorens udgang i stedet tilsluttes f.eks. et analogt indikator- eller displayorgan.

Det skal bemærkes, at kurverne B og C i fig. 5 viser signalerne de pågældende steder i kredsløbet, når der ikke er syre til stede i kølemidlet, som målekondensatoren 1 er i kontakt med.

Ved syreindhold i kølemidlet vil kurveforløbet ved punkt B blive forskudt som vist ved B' i fig. 5, og efter fasesynkron ensretning fås da kurveforløbet ved C' i fig. 5.

- 5 Registreringen af fugt i kølemidlet baserer sig på en ændring i kurveformen af den nævnte af integratoren 5 dannede trekantsspænding, idet denne fra at være retliniet, således som vist punkteret på kurverne B og C i fig. 5, når der ingen fugt findes, går over til at blive krum ved tilstedeværelsen af fugt. Denne krumning registreres
- 10 i den fasesynkron ensretter 6, som tillige udfører en elektrisk integration af krumningen, der er proportional med fugtindholdet. Det ses umiddelbart af kurven C i fig. 5, at arealerne over og under nullinien er lige store, når der ingen fugt findes, men at kurvens krumning ved tilstedeværelse af fugt formindsker arealet under
- 15 nullinien og forøger arealet over nullinien for at give en stadig større integrationsværdi, jo mere kurven krummer, dvs. jo større fugtindholdet er.

- Fig. 4 på tegningen viser kurveformer af signalet ved punkt B
- 20 umiddelbart efter integratoren 5 ved fire forskellige resistive tab i målekondensatoren 1 udtrykt ved ækvivalente tabsmodstande på 100 kohm, 1 Mohm, 10 Mohm og 1 Gohm. Det vil ses, at spændingen falder i hovedsagen lineært ved modstande på f.eks. 10 Mohm og derover. Ved 1 Mohm er der en vis krumning af kurven, fordi kondensatoren optager
- 25 energi under opladningsforløbet, hvorfor spændingen over den stiger langsommere. Samtidig forrykkes nulpunktet mod venstre. Ved den efterfølgende fasesynkron ensretning fremkommer forskellen mellem arealerne over og under kurven henholdsvis til højre og venstre for nulpunktet i form af en spænding, som integreres over lavpasfiltret
- 30 15. Ved en så lav modstand som 100 kohm går spændingen over i en konstant lav værdi, fordi strømmen ikke er i stand til at bringe spændingen til at vokse yderligere over kondensatoren.

- Den i fig. 6 viste kurve udtrykker spændingen umiddelbart efter den
- 35 fasesynkron ensretter 6 som funktion af det resistive tab i kondensatoren. Kurven viser den teoretiske beregning på en matematisk model af kredsløbet baseret på følgende integrale:

$$U(r) = \int_0^{100 \cdot 10^{-6}} \frac{1}{100 \cdot 10^{-6}} \cdot \left(i \cdot r - i \cdot r \cdot e^{\frac{-t}{r \cdot c}} - \frac{i \cdot r \cdot e^{\frac{-100 \cdot 10^{-6}}{r \cdot c}}}{2} \right) dt$$

10

hvor der i regneeksemplet er benyttet følgende størrelser og værdier:

- 15 konstant tilført strøm $i = 10 \times 10^{-6} \text{ A}$,
 ækvivalent tabsmodstand i kondensator $r = 10^5 - 10^{10} \text{ ohm}$,
 integrationstid $t = 0 - 100 \times 10^{-6} \text{ s}$,
 kondensators kapacitet $c = 50 \times 10^{-12} \text{ F}$.

- 20 For at sikre en korrekt detektering af det resistive tab i kondensatoren og dermed af fugtindholdet i kølemidlet skal måleområdet fortrinsvis vælges således, at spændingen registreres på det lineære stykke af kurven i fig. 6, dvs. ved tabsmodstande over 2-3 Mohm i det viste eksempel.

25

- Det skal bemærkes, at det ovenfor beskrevne kredsløb er opbygget således, at der arbejdes med absolutte værdier ved registreringen af det resistive tab i målekondensatoren 1. Dette er i modsætning til eksempelvis det ovenfor nævnte GB 2.045.442A, hvor resultatet fremkommer som en relativ størrelse. Der er således med opfindelsen opnået sikkerhed for, at kredsløbet er langtidsstabil, så at en ældning og dermed ændring af komponentværdierne ikke vil medføre, at måleområdet forrykkes. Dette betyder samtidigt, at indjustering af kredsløbet og kondensatoren ved produktionen kan foretages ved en separat test. Det er dermed ikke nødvendigt at kalibrere målekondensatoren og kredsløbet sammen og heller ikke nødvendigt at foretage en senere justering, således som det ofte er tilfældet ved andre typer af fugtmålere.
- 30
- 35

P A T E N T K R A V.

1. Apparat til registrering af et kølemiddels eller anden upolær væskes fugtigheds- og syreindhold omfattende et kapacitivt føleelement (1) til placering i kontakt med kølemidlet eller væsken, hvilket føleelement har elektroder (2,3), der består af to forskellige metaller med forskellige normalpotentialer, og i hvilket apparat fugtighedsbestemmelsen sker ved måling af et resistivt tab i føleelementet, k e n d e t e g n e t ved, at føleelementet (1) er forbundet med en vekselspændingskilde (4), og at føleelementet (1) er sluttet til et elektrisk kredsløb, der omfatter organer (5,6,7) til omsætning af det resistive vekselstrømstab i det kapacitive føleelement (1) til en absolut jævnspænding ved måling af fugt samt organer (5,8,12) til bestemmelse af den af føleelementet (1) absolute afgivne jævnstrøm ved måling af syre.
2. Apparat ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at det kapacitive føleelements (1) elektroder (2,3) er udformet som to indbyrdes indgribende kamformede plader.
3. Apparat ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at elektroderne (2,3) er dannet som belægninger på en trykt kredsløbsplade.
4. Apparat ifølge krav 1,2 eller 3, k e n d e t e g n e t ved, at elektroderne (2,3) er af Cu og et andet metal, såsom Ni eller Al.
5. Apparat ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at kredsløbsorganerne (5-7) til bestemmelse af det resistive vekselstrømstab i det kapacitive føleelement (1) omfatter en integrator (5), hvori det kapacitive føleelement (1) indgår, en til integratoren (5) sluttet fasesynkron ensretter (6) samt et dertil sluttet fugtighedsdetektorkredsløb (7).
6. Apparat ifølge krav 5, k e n d e t e g n e t ved, at integratoren (5) omfatter en operationsforstærker (11), over hvis udgang og ene indgang det kapacitive føleelement (1) er indkoblet.
7. Apparat ifølge krav 5 eller 6, k e n d e t e g n e t ved, at

kredsløbsorganerne (5,8) til bestemmelse af den af det kapacitive føleelement (1) afgivne jævnstrøm omfatter en over føleelementet (1) indkoblet spændingsdeler (12) i detektoren (5) og et til denne sluttet syredetektorkredsløb (8).

5

8. Apparat ifølge krav 5 eller 6, k e n d e t e g n e t ved, at vekselspændingskilden (4) er en firkantoscillator.

9. Apparat ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at detektorkredsløbet (7 eller 8) på udgangen er sluttet til et relæ (17 henholdsvis 19), og at kredsløbet er indrettet til at aktivere relæet ved overskridelse af en fastlagt tærskelværdi.

15

20

25

30

35

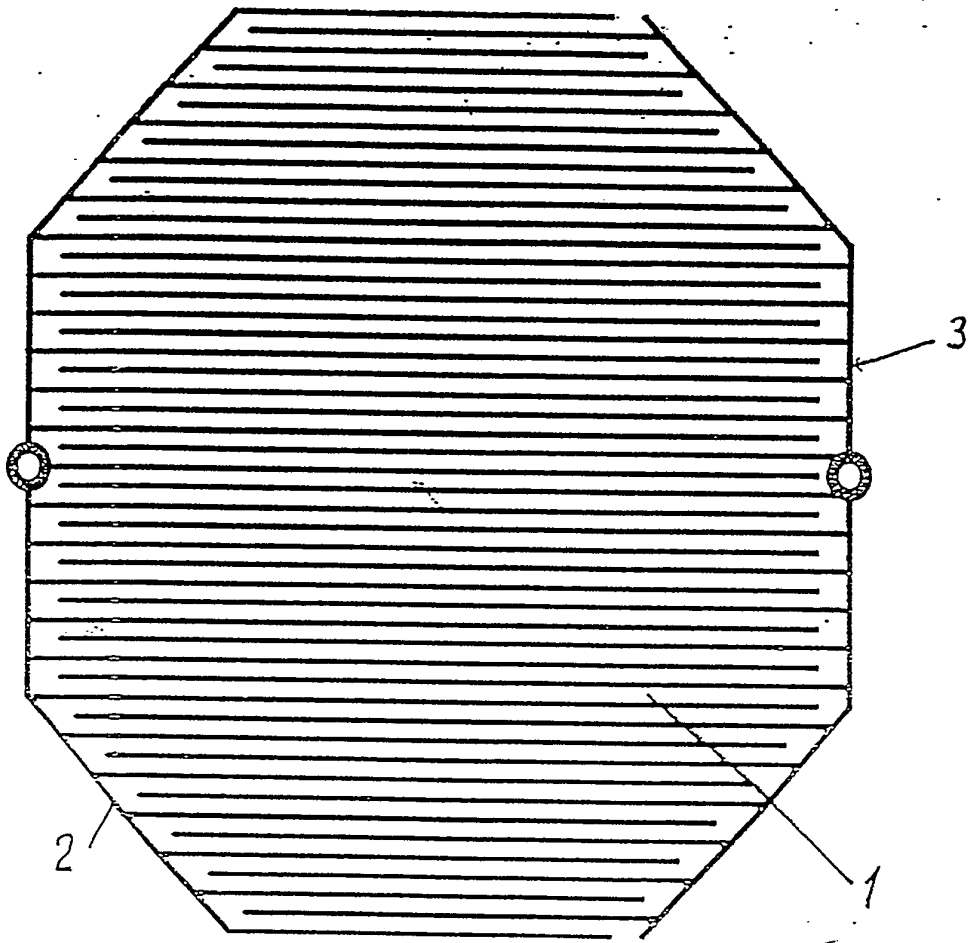


Fig. 1

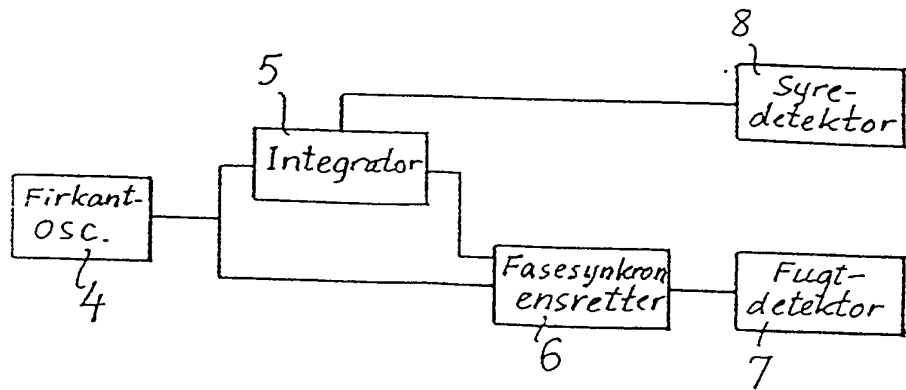


Fig. 2

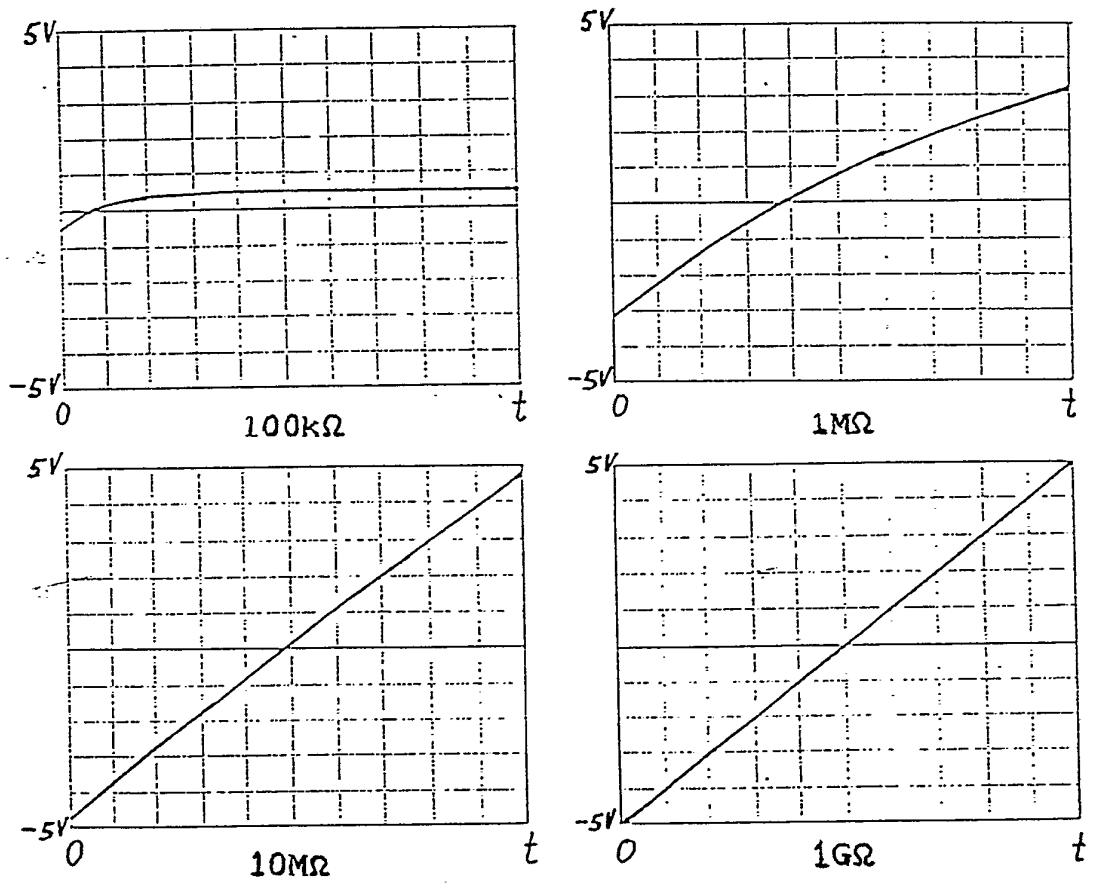


Fig. 4

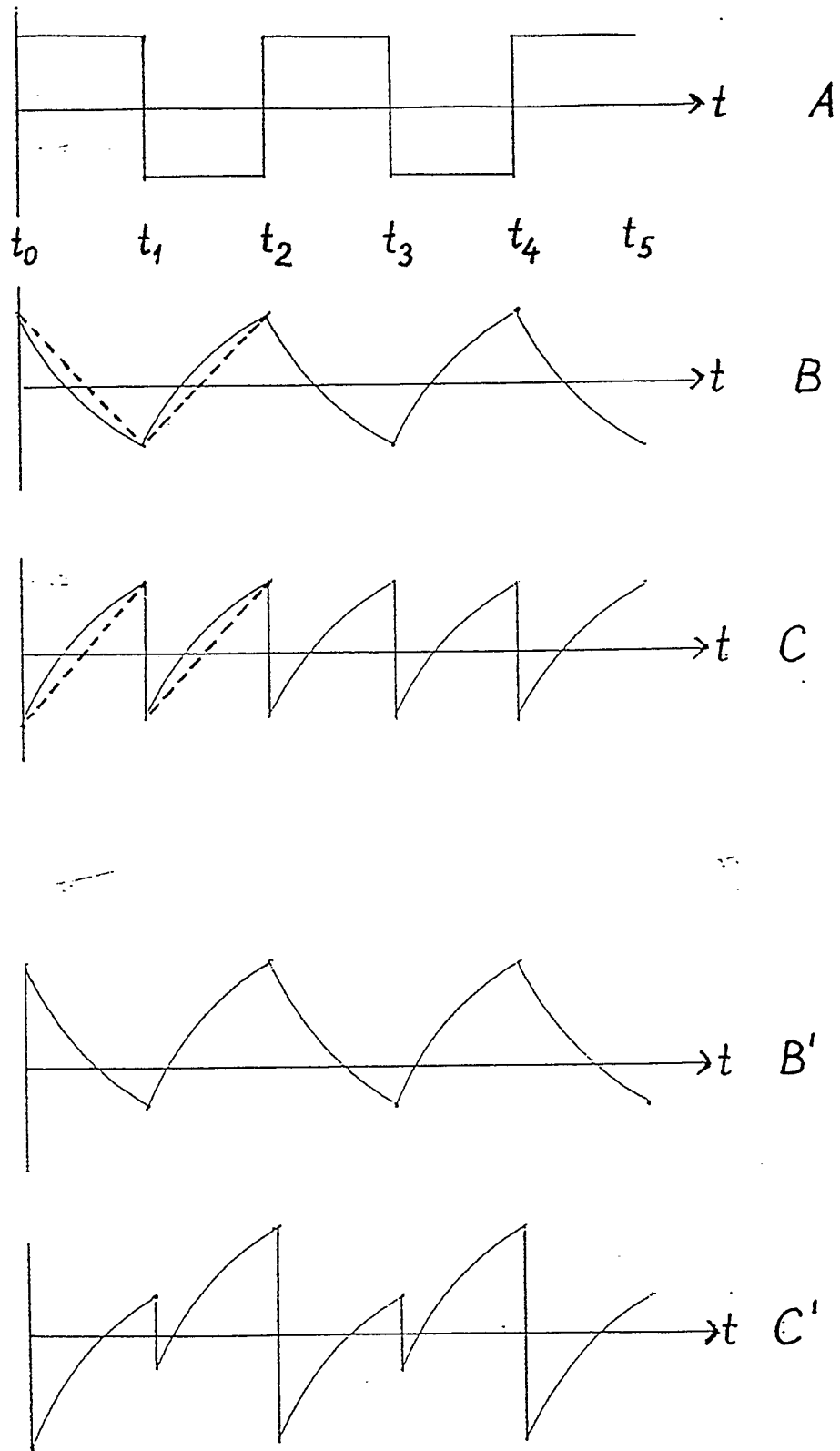


Fig. 5

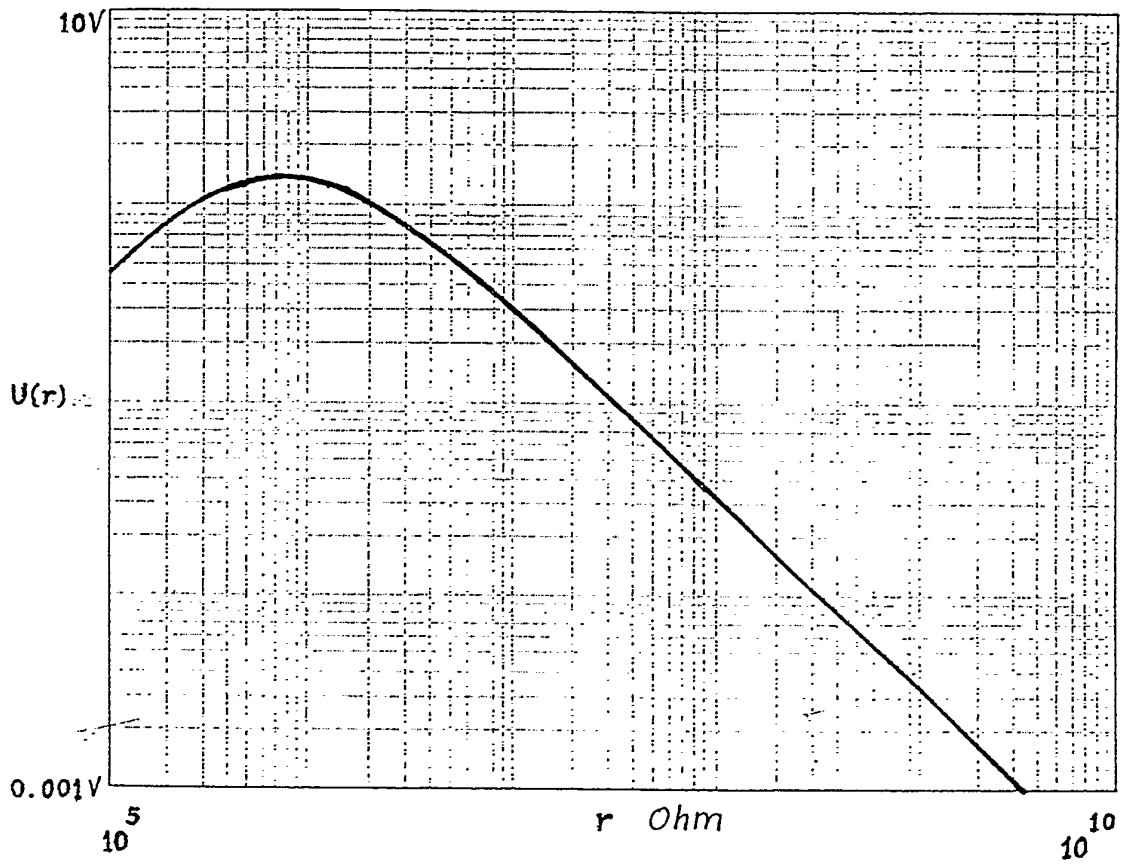


Fig. 6