



NORGE

(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) NO

(11) **170179**

(13) B

(51) Int Cl⁵ H 01 F 40/06

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr 874064
(22) Inng. dag 28.09.87
(24) Løpedag 28.09.87
(41) Alm. tilgj. 30.03.88
(44) Utlegningsdato 09.06.92

(86) Int. inng. dag og søknadsnummer
(85) Videreføringsdag
(30) Prioritet 29.09.86, CH, 3899/86

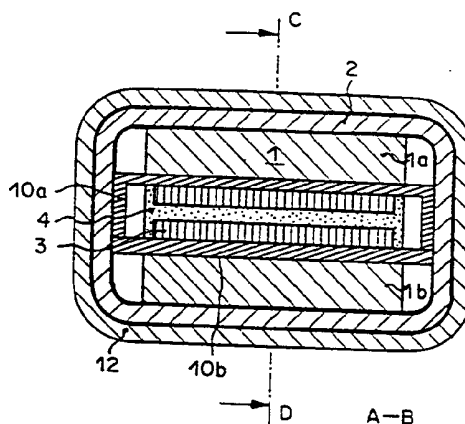
(71) Patentsøker Landis & Gyr Betriebs AG, CH-6301 Zug, CH
(72) Oppfinner Urs Brandenburg, Zug, CH
Thomas Seitz, Zug, CH
(74) Fullmektig Onsagers Patentkontor AS, Oslo

(54) **Benevnelse** Måleomformer til måling av strømmen i en elektrisk leder

(56) **Anførte publikasjoner** Europeisk (EP) patentsøknad, publ. nr. 82082, BRD (DE) patent nr. 1133817.

(57) **Sammendrag**

En måleomformer omfatter en ferromagnetisk avskjerming (2) og en luftspole (3, 4) som består av en spolevikling (3) som er viklet på et spolelegeme (4). Luftspolen (3, 4) er anordnet mellom og nær parallelt til hverandre forløpende til- og returledere (1a, 1b) i en leder (1) gjennom hvilken det går den strøm (i) som skal måles. Lederne er anordnet på en slik måte at luftspolens (3, 4) akse strekker seg tilnærmet parallelt i retning av magnetfeltene ($\vec{H}_a + \vec{H}_b$), som genereres av den i til- og returlederen (1a, 1b) gående strøm (i). Denne utførelse sikrer en enkel og overfor mekaniske toleranser ukritisk montasje av måleomformer, idet denne blir ufølsom ovenfor fremmedmagnetfelt, samt presis, enkel og pålitelig.



Oppfinnelsen angår en måleomformer til måling av den elektriske strøm som går i en leder, og som er av den art som er angitt i innledningen av krav 1.

Slike måleomformere blir f.eks. benyttet i elektrisitetsmålere for å finne en momentaneffekt som leveres til en forbruker. I et slikt tilfelle blir momentanverdien av en elektrisk strøm målt med anordningen og deretter multiplisert med momentanverdien av en forsyningsspenning.

En måleomformer i henhold til innledningen av krav 1 er kjent fra EP 0 00820A1, som viser en U-formig bøyet strømleder hvori det går en strøm som skal måles. I den forbindelse er en luftspole anordnet i en med et deksel forsynt elektrisk isolerende beholder som er plassert i nærheten av den U-formede del av strømlederen mellom dennes til- og returledere. Lengdeaksen av luftspolen strekker seg parallelt til magnetfeltene som genereres av den i en til- og returleder av strømlederen gående strøm. Den U-formede del av strømlederen med den tilhørende luftspole og dens beholder er anbragt i en med et bunnstykke forsynt bokslignende avskjerming, slik at luftspolen også utsettes for det magnetfelt som genereres av den i den U-formede del av strømlederen gående strøm. Det siste magnetfeltet blir således alt etter strømretning delvis målt sammen med strømmen og påvirker således, da bare delvis målt, på uoversiktelige måte totalmåleresultatet negativt. Montasjen av måleanordningen blir relativt komplisert, da dets enkelte komponenter er mekanisk uavhengig av hverandre og må tidsmessig enkeltvis innskyves etter hverandre i en til seg tilordnet ytre anordning. Dette betinger blant annet at luftspolen først må skyves inn i sin beholder, deretter må dens posisjon inne i denne beholder for å kalibrere måleanordningen innstilles relativt komplisert med en skrue og først deretter kan dekselet på beholderen lukkes.

Fra DE-AS 1 133 817 er det dessuten kjent en strømomformer med båndringkjerne til måling av pulserende likestrømmer. Konstruksjonen av strømomformeren gjør det mulig å føre to i samme høyde ved siden av hverandre førte strømskinner som tjener som

primærvikling, i motsatt retning gjennom vinduet av båndringkjernen og vende polariteten til annenhver likestrømpuls i tid og således generere en firkantformet vekselstrøm som ved hjelp av en på båndringkjernen viklet sekundærvikling kan måles.

Hensikten med oppfinnelsen er å forbedre konstruksjonen, montasjen og effektiviteten av den kjente måleomformer i henhold til EP-A0 082 082 på en slik måte at montasjen av måleomformeren på den ene side blir meget enkel og på den annen side ukritisk overfor mekaniske toleranser, og å sikre at måleomformeren under bibeholdelse av sin ufølsomhet overfor fremmede magnetfelt er særlig nøyaktig, enkel, billig og pålitelig samt har et stort utgangssignal.

Denne hensikt løses i henhold til oppfinnelsen ved de i karakteristikken til krav 1 angitte trekk.

Utførelseseksempler på oppfinnelsen er vist på tegningen og skal beskrives nærmere i det følgende.

Fig. 1 viser et første skjematisk snitt A-B av en utførelse av en første variant av en måleomformer.

Fig. 2 viser et annet snitt C-D av utførelsen i henhold til den første variant.

Fig. 3 viser en utførelse av en andre variant av måleomformeren.

Fig. 4 viser en utførelse av en tredje variant av en måleomformer.

Like henvisningstall betegner på alle figurer de samme deler.

Den på figurene 1 og 2 viste måleomformer til måling av strømmen som går i en elektrisk leder 1 inneholder minst en ferromagnetisk avskjerming 2 og minst en fra den elektriske leder 1 isolert luftspole 3, 4 som består av en spolevikling 3 som er viklet på et spolelegeme 4. En luftspole er helt generelt

definert som en spole som ikke har noen ferromagnetisk kjerne. Luftspolen 3, 4 som på tegningen ikke er gjengitt i korrekt målestokk, befinner seg mellom og nær, dvs. med en avstand på høyst noen millimeter fra luftspolens 3, 4 mantelflate og er bygget opp av parallelt til hverandre gående til- og returledere la og lb i den elektriske ledningen, anordnet på en slik måte at dens lengdeakse strekker seg tilnærmet parallelt i retningen av magnetfeltene $\vec{H}_a$ og $\vec{H}_b$. Magnetfeltet $\vec{H}_a$ blir generert av den i tillederen la gående strøm i , mens magnetfeltet $\vec{H}_b$ genereres av den i returlederen lb gående strøm. I rommet mellom tillederen la og den til denne parallelle returleder lb er magnetfeltene $\vec{H}_a$ og $\vec{H}_b$ ved stedet for luftspolen 3, 4 innbyrdes parallelle og forløper i samme retning. Luftspolen 3, 4 er fortrinnsvis en flatspole og avstanden mellom luftspolens 3, 4 mantelflate og til- og returlederne la og lb er i hvert tilfelle den minimale, av en påkrevet isolasjonsspenning gitt størrelse på høyst en millimeter. Betinget av dette er den magnetiske kobling mellom lederen 1 og luftspolen 3, 4 maksimalt meget stor, da den magnetiske fluks av de av strømmen i genererte magnetfelt $\vec{H}_a$ og $\vec{H}_b$ mest mulig fullstendig registreres av luftspolen 3, 4 og denne strekker seg i aksialretningen over en minst mulig dellengde av de av strømmen i genererte magnetfeltlinjer.

Luftspolen 3, 4 er fortrinnsvis anordnet i et hus 10 av elektrisk isolerende materiale hvis vegger på sin side danner en elektrisk isolasjon av luftspolen 3, 4 mellom til- og returledningene la og lb . Huset 10 består fordelaktig av keramikk og har fortrinnsvis et bunnstykke 10b og et deksel 10a. Luftspolen 3, 4 er på fordelaktig måte anordnet på en bærer av isolasjonsmateriale, på hvilken det dessuten finnes f.eks. elektroniske komponenter, idet bunnstykket 10b av huset 10 fortrinnsvis er en bærer. Dette gir en enkel, presis, pålitelig og for mekaniske toleranser ukritisk montasje av huset 10 og luftspolen 3, 4 som tilsammen danner en komponent. Som materiale for en ferromagnetisk avskjerming egner seg på grunn av den høye permeabilitet fortrinnsvis en ferronikkellegering, som f.eks. Permenorm, Vacoperm, Trafoperm, Permax, Ultraperm

eller Mumetall. Den ferromagnetiske avskjerming 2 består fortrinnsvis av en ring som er dannet av minst en ringformig, bøyet plate, noe som sterkt forenkler fremstillingen, hvilken plate elektrisk isolerende omgir såvel til- som returlederne 1a og 1b. Lengden L av ringen er større enn den største innvendige diameter, slik at den avskjærmer luftspolen 3, 4 meget godt mot virkningen av utvendige fremmedmagnetfelt. Den elektriske leder 1 har f.eks. et firkantformet tverrsnitt og ringen er således også på foretrukket måte firkantformet. Den elektriske leder 1 danner fortrinnsvis en U-formet sløyfe 11, hvis til- og returleder er de innbyrdes parallelt gående til- og returledere 1a og 1b av den elektriske leder 1. Det firkantformede tverrsnitt av den elektriske leder 1 utgjør f.eks. 2 mm · 10 mm for en strøm på 100A. På bæreren kan det inne i eller utenpå huset 10 dessuten være anordnet elektroniske, ikke viste komponenter, som f.eks. utgjør en del av koblingselektronikken for måleomformereren.

På fig. 1 ble det antatt at bredden av huset 10 er større enn bredden av den elektriske leder 1. I dette tilfelle fyller huset 10 i tverrsnitt A-B f.eks. rommet mellom til- og returlederne 1a og 1b til sløyfen 11 fullstendig. Bredden på huset 10 kan også være større eller mindre enn bredden av den elektriske leder 1. I det siste tilfellet fyller huset 10 i tverrsnittet A-B rommet mellom til- og returlederne 1a og 1b til sløyfen 11 bare delvis. I alle tilfeller omgir ringen med lengden L til- og returlederne 1a og 1b i sløyfen 11 samt huset 10. Til- og returlederne 1a og 1b i sløyfen 11 går gjennom hulrommet mellom huset 10 og ringen, f.eks. på en slik måte at de om mulig både har romlig kontakt med huset 10 såvel som elektrisk isolert romlig kontakt med ringen. Mellom ringen på den ene side og til- og returlederne 1a og 1b på den annen side foreligger det således et isolasjonssjikt 13a (se fig. 1 og fig. 2).

Fortrinnsvis er ringen på sin mantelflate fullstendig omgitt av en tilnærmet, parallell ringformet og bredere utvendig avskjerming 12. Mellom ringen og den utvendige avskjerming 12 befinner det seg f.eks. et isolasjonssjikt 13b. Den utvendige avskjerming 12 har en bredde Z som er større enn ringens lengde L , slik at dennes endeflater også delvis avskjermes. Bredden Z utgjør f.eks. 30 mm. Den utvendige avskjerming 12 består fortrinnsvis av et dyptrukket stål eller av en ferromikkellegering. Isolasjonssjiktet 13b mellom ringene og den utvendige avskjerming 12 tjener her til å forstørre den romlige avstand mellom de to, noe som forbedrer skjermingseffekten til den utvendige avskjerming 12. Den romlige avstand utgjør f.eks. 0,05 mm. Oppgaven til den utvendige avskjerming 12 er å avlaste den høypermeable, men lett mettbare ring som jo også virker som skjerming, ved sterke ytre fremmedmagnetfelt. Ringen og den utvendige avskjerming 12 virker således som dobbeltskjerm. Uten den utvendige avskjerming 12 forblir den av ringen dannede skjerm umettet til en verdi av det ytre fremmedmagnetfelt på omtrent 50A/cm. Ved bruk av dobbeltskjermen blir derimot den av ringen dannede skjerm umettet til en verdi av det ytre fremmedmagnetfelt på omtrent 200A/cm. Den i luftspolen 3, 4 induserte spenning er proporsjonal med $d(\vec{H}_a + \vec{H}_b)/dt$, dvs. ved sinusformede magnetfelt $\vec{H}_a$ og $\vec{H}_b$ proporsjonal med summen $(\vec{H}_a + \vec{H}_b) = 2\vec{H}_a$, da de to magnetfelt $\vec{H}_a$ og $\vec{H}_b$ er like store og har samme retning. Ved ikke-sinusformede magnetfelt $\vec{H}_a$ og $\vec{H}_b$ må de to tilkoblingene på luftspolen 3,4 forbindes med en topolet inngang for en på tegningen ikke vist integrator. Utgangssignalet fra denne integrator er da i hvert tilfelle proporsjonal med $(\vec{H}_a + \vec{H}_b) = 2\vec{H}_a$. Integratoren er f.eks. en miller-integrator hvilken som kjent består av en operasjonsforsterker hvis utgang over en kondensator er tilbakekoblet til den inverterende inngang på operasjonsforsterkeren. De to poler på integratorens innganger er derved hver innenfor denne forbundet over en motstand med hhv. den inverterende og den ikke-inverterende operasjonsfor-

sterkerinnngang.

På grunn av den spesielt snevre magnetiske kobling mellom til- og returlederne 1a og 1b i lederen 1 og luftspolen 3, 4 er måleomformerens særlig presis og pålitelig. Avskjermingen 2 samt, når den finnes, den utvendige avskjerming 12 gjør den ufølsom ovenfor magnetfelt.

Den andre og tredje variant skiller seg fra den første variant bare ved formen på den elektriske leder 1 .

Ved den på fig. 3 viste anordning danner den elektriske leder 1 minst to U-formede sløyfer 11a og 11b, som er anordnet parallelt ved siden av hverandre og koblet elektrisk i serie. I den forbindelse er de to ledere 16 og 17 resp. 18 og 19 tilordnet respektive sløyfer 11a og 11b slik at de dekker hverandre parallelt. De to tilledere 16 og 18 på den ene side og de to returledere 17 og 19 på den annen side av de to sløyfer 11a og 11b er anordnet innbyrdes i samme plan ved siden av hverandre. Huset 10 og dermed også luftspolene 3, 4 er på den ene side anordnet mellom de to tilledere 16 og 18 og på den annen side mellom de to returledere 17 og 19, idet alle disse til- og returledere går i nærheten av huset 10. Ringen og, om den forekommer, den utvendige avskjerming 12 omgir de to U-formede sløyfer 11a og 11b på siden og elektrisk isolert fra disse. Anordningen muliggjør magnetisering av måleomformerens med halv strøm, f.eks. 50A, uten å forandre konfigurasjonen av den ferromagnetiske avskjerming 2 og huset 10. Denne halve strøm genererer med to sløyfer 11a og 11b et like stort magnetfelt som strømmen i med en eneste sløyfe 11.

Selvfølgelig kan de U-formede sløyfer 11a og 11b også være anordnet skjøvet dekkende inn i hverandre. I dette tilfelle er de to tilledere 16 og 18 på den ene side og de to returledere 17 og 19 på den annen side anordnet dekkende over hverandre i stedet for ved siden av hverandre. Til- og returlederne 16 til 19 kan dermed være tilnærmet dobbelt så brede og halvparten så tykke.

Ved den på fig. 4 viste tredje variant består den elektriske leder 1 av to ledere 20 og 21, som er parallelle i hvertfall innenfor ringen og som i det minste en gang er anordnet på en slik måte at de går gjennom ringen først i en retning og deretter krysser hverandre elektrisk isolert og så på ny går gjennom ringen i omvendt retning. Dermed er huset 10 og dermed også luftspolen 3,4 for begge retninger anordnet mellom de to ledere 20 og 21. De to ledere 20 og 21 er f.eks. anordnet parallelt dekkende over hverandre. En utvendig avskjerming 12 omgir også her på fordelaktig måte ringen på siden. Denne anordning blir f.eks. benyttet i elektrisitetsmålere i USA og muliggjør magnetisering av måleomformerer med to uavhengige énfasede strømmen i_1 og i_2 på f.eks. hver 200A uten å forandre konfigurasjonen av huset 10 og den ferromagnetiske avskjerming 2, idet en av de to strømmen i_1 resp. i_2 i ekstreme tilfeller kan være null. En slik totalutførelse av lederne 20 og 21 sikrer at overføringskonstantene til de to strømmen i_1 og i_2 blir nøyaktig like store.

PATENTKRAV

1. Måleomformer til måling av en i en elektrisk leder gående strøm (i), med minst en luftspole (3;4), et hus (10) av elektrisk isolerende materiale og minst en ferromagnetisk avskjerming (2), hvor luftspolen (3;4) er slik anordnet i huset (10) og mellom innbyrdes parallelt gående til- og returledere (1a,1b) i den elektriske leder (1) at luftspolens (3;4) lengdeakse (3;4) strekker seg parallelt til retningen av magnetfeltet ($\vec{H}_a, \vec{H}_b$) som genereres av den i til- og returlederne (1a,1b) gående strøm (i), og hvor den ferromagnetiske avskjerming (2) elektrisk isolerende omgir til- og returlederne (1a;1b), k a r a k t e r i s e r t v e d at den ferromagnetiske avskjerming har form av en rørformet ring, at avstanden mellom mantelflaten av luftspolen (3;4) og til- og returlederne (1a,1b) i hvert tilfelle høyst er 1 mm og luftspolen (3;4) en flatspole, slik at på den ene side magnetfluksene og magnetfeltene ($\vec{H}_a, \vec{H}_b$) mest mulig fullstendig detekteres av luftspolen (3;4) og på den annen side strekker luftspolen (3;4) seg i aksialretning bare over en minst mulig dellengde av de av strømmen i genererte magnetfeltlinjer, og at luftspolen (3;4) og huset (10) tilsammen utgjør en komponent som sikrer en enkel og overfor mekaniske toleranser ukritisk montasje av luftspolen (3;4) mellom til- og returlederne (1a,1b).

2. Måleomformer i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at den ferromagnetiske avskjerming (2) består av minst en ringformig bøyet plate.

3. Måleomformer i henhold til krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at lengden av den rørformede ring er større enn dens største innvendige diameter.

4. Måleomformer i henhold til krav 2 eller 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at når den elektriske leder (1) har et firkantformet tverrsnitt, er det til lengdeak-

sen perpendikulære tverrsnitt av den rørformede ring likeledes firkantformet.

5. Måleomformer i henhold til et av kravene 1-4, karakterisert ved at veggene av huset (10) danner den elektriske isolasjon av luftspolen (3;4) overfor til- og returlederne (1a,1b).

6. Måleomformer i henhold til et av kravene 1-5, karakterisert ved at den elektriske leder (1) danner en U-formet sløyfe (11) og at dennes til- og returledere er de innbyrdes parallelt gående til- og returledere (1a,1b) i den elektriske leder (1).

7. Måleomformer i henhold til et av kravene 1-5, karakterisert ved at den elektriske leder (1) danner minst to U-formede sløyfer (11a,11b), som er anordnet parallelt ved siden av hverandre og koblet elektrisk i serie, idet de to ledere (16,17 resp. 18,19) i hver sløyfe (11a resp. 11b) er anordnet innbyrdes parallelt overlagrende, at på den ene side de to tilledere (16,18) og på den annen side de to returledere (17,19) i de to sløyfer (11a,11b) hver anordnet ved siden av hverandre i samme plan, og at luftspolen (3;4) på den ene side er anordnet mellom de to tilledere (16,18) og på den annen side mellom de to returledere (17,19).

8. Måleomformer i henhold til et av kravene 1-5, karakterisert ved at den elektriske leder (1) danner minst to U-formede sløyfer (11a,11b) som er anordnet overlagrende innskjøvet i hverandre og koblet elektrisk i serie, idet lederne (16,17,18,19) i alle sløyfer (11a,11b) er anordnet innbyrdes parallelt overlagrende, og at luftspolen (3;4) på den ene side er anordnet mellom de to tilledere (16,18) og på den annen side mellom de to returledere (17,19).

9. Måleomformer i henhold til et av kravene 2-5,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den elektriske leder (1) i det minste innenfor den rørformede ring består av to parallelle ledere (20,21), som i det minste en gang er anordnet slik at de først går gjennom den rørformede ring i én retning og deretter krysser hverandre elektrisk isolert for så påny å gå gjennom den rørformede ring i omvendt retning, idet luftspolen (3;4) for begge retninger er anordnet mellom de to ledere (20,21).

10. Måleomformer i henhold til et av kravene 5-9,
k a r a k t e r i s e r t v e d at luftspolen (3;4) er anordnet på en bærer av isolasjonsmateriale.

11. Måleomformer i henhold til krav 10,
k a r a k t e r i s e r t v e d at bæreren er et bunnstykke (10b) i huset (10).

12. Måleomformer i henhold til krav 11,
k a r a k t e r i s e r t v e d at huset (10) består av keramikk.

13. Måleomformer i henhold til et av kravene 10-12,
k a r a k t e r i s e r t v e d at det på bæreren dessuten er anordnet elektroniske komponenter.

14. Måleomformer i henhold til et av kravene 2-13,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den rørformede ring består av en ferronikkellegering.

15. Måleomformer i henhold til et av kravene 2-14,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den rørformede ring på sin mantelflate er omgitt av en tilnærmet parallell, ringformet og bredere utvendige avskjerming (12).

16. Måleomformer i henhold til krav 15,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den utvendige avskjerming består av dyptrukket stål.

17. Måleomformer i henhold til krav 15,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den utvendige avskjer-
ming (12) består av en ferronikkellegering.

18. Måleomformer i henhold til et av kravene 15-17,
k a r a k t e r i s e r t v e d at det er en romlig
avstand mellom den rørformede ring og den utvendige avskjerming
(12).

Fig.3

