

MAGYAR
NÉPKÖZTÁRSASÁG



ORSZAGOS
TALÁLMÁNYI
HIVATAL

SZABADALMI LEÍRÁS

176262

Bejelentés napja: 1977. IV. 08. (II-248)

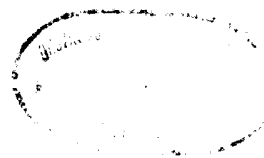
Romániai elsőbbsége: 1976. IV. 08. (85446)

Közzététel napja: 1980. VII. 28.

Megjelent: 1981. VI. 30.

Nemzetközi osztályozás:

G 01 R 19/32



Feltaláló:

Cristescu Virgil mérnök, Bukarest, Románia

Szabadalmas:

Institutul de Cercetari pentru Industria
Elektrotehnika, Bukarest, Románia

Elrendezés nagyterősségű egyenáram mérésére

1

A találmány tárgya elrendezés nagyterősségű egyenáram ipari mérésére, rögzített energiasztó és szállító létesítményeknél, melyek üzemi feszültsége 1000 V alatt van.

Ismeretes olyan megoldás nagyterősségű egyenáram mérésére földalatti kábelekben, ahol söntöt alkalmaznak, amely egy kiloamperekben kalibrált elektromechanikus miliampermérővel párhuzamosan van kapcsolva. Egy sorbakapcsolt kiegyenlítő ellenállás, amely ugyanolyan fémből — rézből vagy alumíniumból — készült huzaldarab mint a kábel, úgy van a kábelre helyezve, hogy termikus kapcsolat álljon fenn közöttük.

Ennek az ismert megoldásnak az a hátránya, hogy nagy a mérési módszer rendszeres hibája. Bár a járulékos kiegyenlítő ellenállás és a sönt ugyanolyan hőmérsékletű és ugyanaz a hőmérsékleti együtthatójuk, továbbá értékeik aránya különböző körülmények között is állandó marad, az áramok aránya mégsem állandó, mivel a kiegyenlítő ellenállás áramköre magában foglalja a mérőkészüléket, amelynek ellenállása a sönttől eltérően nem változik a terheléssel és a környezeti hőmérséklettel, az kizárólag a környezeti hőmérséklettől függ.

Következésképpen az erre a megoldásra jellemző mérési hiba csak akkor válik elfogadhatóvá, ha nagy távolságokban csatlakoznak a fővezetékre, ez azonban csak kábelek esetén lehetséges. Gyakorlatilag, ha a fővezetékre elfogadható távolságokban

2

csatlakoznak, mérési módszer hibája elfogadhatatlanná válik.

Célunk a találmánnyal olyan mérési elrendezés létrehozása, amely kiküszöböli az ismert megoldás hátrányait, és amely egy olyan mérőműszert tartalmaz, amelynek mozgórészében a lehető legkisebb a névleges feszültség, továbbá egy járulékos kiegyenlítő ellenállás és a fővezeték anyaga különbözik, mégpedig úgy, hogy a kiegyenlítő ellenállás hőmérsékleti együtthatója nagyobb, mint a söntként működő fővezetéké.

A javasolt megoldásnál nagyterősségű egyenáram mérésére gyakorlatilag állandó hőmérsékletű környezetben elhelyezett elektromechanikus mérőműszert alkalmazunk. Söntként magát a vezetőt vagy annak egy leszerelhető részét használjuk. A mérőműszerrel egy kiegyenlítő ellenállást kapcsolunk sorba, amely szoros termikus kapcsolatban van a söntként szereplő vezetőszínnel. A kiegyenlítő ellenállás olyan anyagból van, amelynek hőmérsékleti együtthatója nagyobb, mint a sönt anyagának hőmérsékleti együtthatója, és a kiegyenlítő ellenállás értéke a mérőműszer ellenállásának függvénye.

Előnyösen a mérőműszer kis névleges feszültségű kiloampermérő, és/vagy a sönt névleges áramsűrűsége a megengedett határérték közelében van, és/vagy a kiegyenlítő ellenállás nagy hőmérsékleti együtthatójú fémből, pl. vasból, nikkelből, stb. áll. Előnyös továbbá, ha a mérőműszer mozgórésze

kis hőmérsékleti együtthatójú huzalból van, és/vagy a mérőműszer a környezeti hőmérséklet változásoktól védve van elhelyezve.

A továbbiakban a találmány tárgyát példa és rajz alapján ismertetjük részletesebben. A rajzon a mérési elrendezés látható.

A találmány szerint két jó villamos érintkezést biztosító 2 csatlakozó az 1 vezetősinbe van csavarozva, amelynek áramát mérni kell.

A csatlakozási helyen az 1 vezetősinben az áramsűrűség egyenletességét a 3 kiegyenlítő rudak biztosítják, amelyek ugyanabból a fémről készülnek, mint az 1 vezetősin, és jó villamos érintkezést biztosítanak. Az 1 vezetősin 4 szakasza, amely a 3 kiegyenlítő rudak között helyezkedik el, söntként viselkedik.

A 2 csatlakozók között félúton egy ellenállás van elhelyezve a 4 szakaszon. Ez egy járulékos 5 kiegyenlítő ellenállás, amely úgy van a söntön elhelyezve, hogy jó legyen azzal a termikus kapcsolat, és egyidejűleg villamos szempontból el legyen szigetelve attól. Az 5 kiegyenlítő ellenállás a sönt anyagától különböző fémről készült, mégpedig olyan fémről, amelynek nagyobb a hőmérsékleti együtthatója, mint a sönt anyagának.

Az 5 kiegyenlítő ellenállás és a sönt mechanikus illetve termikus kapcsolatát egy hő-, és villamos szigetelő anyagból készült 6 lemez, ugyanolyan anyagból készült 7 lemezek és 8 csavarok biztosítják. A villamos 9 csatlakozók a 6 lemezen vannak rögzítve. A 9 csatlakozókhoz van kapcsolva az 5 kiegyenlítő ellenállás a 10 vezeték segítségével, a 2 csatlakozók a 11 vezeték segítségével, a kiloamperekben kalibrált elektromechanikus 12 mérőműszer (milliampermérő) pedig a 13 vezeték segítségével.

Nagyobb áramerősségek esetén a sönt két vagy több egyenlő keresztmetszetű és párhuzamosan kapcsolt vezetősinből is képezhető. Ebben az esetben a vezetősinnek árameloszlásának kiegyenlítésére szolgáló szerkezet pl. két csavarból és távtartó tárcsákból áll, amelyek azonos anyagból készülnek, mint a vezetősinnek, és mechanikusan rögzítik azokat, valamint egyidejűleg csatlakozóként is szolgálnak. A találmány szerinti mérési elrendezésnek a következő építési, szerelési és működési feltételeket kell teljesítenie:

– a söntként működő vezetősin (sinek) rézből, alumíniumból, alumínium-magnézium ötvözetből állnak,

– a találmány szerint a sönt két változatban alkalmazható: az egyrészes változatnál két csatlakozót alkalmazunk a vezetősinen, amelyekre a mérőkészülék vezetéke csatlakozik, a másik, leszerelhető változatánál pedig a csatlakozókon kívül a sönt meg van hosszabbítva két csatlakozó résszel a vezetősinen,

– a söntként működő vezetősin hőmérsékletének a terheléstől és a környezeti hőmérséklettől függően a -50°C – $+110^{\circ}\text{C}$ -ig terjedő tartományon belül kell maradnia: ilyen feltételek mellett a második előírás, valamint az ellenállás hőmérsékletének kiegyenlítésére vonatkozó előírások elhanyagolhatók,

– a mérőműszer járulékos kiegyenlítő ellenállásának a vezetősinétől eltérő hőmérsékleti együtthatóval kell rendelkeznie, mégpedig nagyobbak kell lennie annál, a lehető legnagyobb, mivel nagy hőmérsékleti együtthatójú anyagból készült kiegyenlítő ellenállás alkalmazása esetén rövid sönt keletkezik, bizonyos alkalmazásoknál, pl. villamos mozdonyoknál, ez nemcsak előnyös, hanem szükséges is,

– a kiegyenlítő ellenállást a vezetősinnel szoros termikus kapcsolatban kell elhelyezni, így a kiegyenlítő ellenállás hőmérséklete minden pillanatban egyenlő a vezetősin hőmérsékletével, függetlenül a mért áram pillanatnyi értékétől és a sönt állandó vagy változó üzemi feltételeitől,

– a kijelző és/vagy regisztráló mérőműszereknek olyannak kell lennie, hogy névleges feszültsége a mozgórész csatlakozóin minimális legyen, mivel a vezetősinen kialakított csatlakozók közötti távolság arányos ezzel a névleges feszültséggel,

– a kijelző és/vagy regisztráló mérőműszert olyan helyen kell elhelyezni, ahol nincs kitéve nagy hőmérsékletváltozásoknak, mivel a rendszeres mérési hiba arányos a mérőműszer környezeti hőmérsékletének a referencia hőmérséklettel való eltéréssel, ha a mérőműszer ellenállása állandó volna, pl. a mozgórész nulla hőmérsékleti együtthatójú fémről készült vezetékéből volna tekercselve, tovább javulna a találmány szerinti elrendezéssel elérhető mérési pontosság.

A leírt mérési elrendezés paramétereinek számításához a következő jelöléseket vezetjük be:

R_a	– a mérőműszer ellenállása járulékos ellenállás nélkül $+20^{\circ}\text{C}$ -os referencia hőmérsékleten (Ω),
I_a	– a mérőműszer névleges árama (A),
U_a	– a mérőműszer névleges feszültsége $+20^{\circ}\text{C}$ -on (V),
α_a	– a mérőműszer mozgórésze ellenállásának hőmérsékleti együtthatója, amely közelítőleg egyenlő α_{Cu} ($^{\circ}\text{C}^{-1}$) hőmérsékleti együtthatóval,
R_s	– a sönt ellenállása $+20^{\circ}\text{C}$ -on (Ω),
I_s	– a sönt névleges árama (A),
δ_s	– a sönt maximális áramsűrűsége (A/mm ²),
S_s	– a sönt keresztmetszete (mm ²),
ϱ_s	– a sönt anyagának fajlagos ellenállása ($\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$),
L_s	– a leszerelhető sönt teljes hossza (m),
D_s	– a csatlakozók közötti távolság a söntön (m),
U_s	– feszültségesés a söntön névleges áramnál, $+20^{\circ}\text{C}$ környezeti hőmérsékleten (V),
α_s	– a sönt anyagának hőmérsékleti együtthatója (α_{Cu} , α_{Al} ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)),

R_c	– a kiegyenlítő ellenállás értéke $+20^\circ\text{C-on } (\Omega)$,
α_c	– a kiegyenlítő ellenállás anyagának hőmérsékleti együtthatója $(^\circ\text{C}^{-1})$,
t_{amb}	– környezeti hőmérséklet $(^\circ\text{C})$,
t_a és θ_a	– a mérőműszer hőmérséklete és ennek a hőmérsékletnek az eltérése a referenciahőmérséklettől $(^\circ\text{C}$ és fok),
t_s és θ_s	– a sönt hőmérséklete és ennek a hőmérsékletnek az eltérése a referencia hőmérséklettől $(^\circ\text{C}$ és fok),
t_c és θ_c	– a kiegyenlítő ellenállás hőmérséklete és ennek a hőmérsékletnek az eltérése a referenciahőmérséklettől $(^\circ\text{C}$ és fok),
$K = I_s/I_a$	– műszerállandó,
$\epsilon\%$	– a mérés rendszeres hibája névleges áramnál és környezeti hőmérsékletnél – a sönt bármely hőmérsékleténél – és a mérőműszer $+20^\circ\text{C}$ környezeti hőmérsékleténél,
$\epsilon'\%$	– a mérés rendszeres hibája névleges áramnál és környezeti hőmérsékletnél – a sönt bármely hőmérsékleténél – és a mérőműszer $+10^\circ\text{C-os}$ környezeti hőmérsékleténél,
$\epsilon''\%$	– a módszer rendszeres hibája névleges áramnál és környezeti hőmérsékletnél – a sönt bármely hőmérsékleténél – és a mérőműszer $+30^\circ\text{C-os}$ környezeti hőmérsékleténél.

Az R_c kiegyenlítő ellenállás érték számításához figyelembe kell venni, hogy a tökéletes kiegyenlítés feltétele, amikor a mérőműszer környezeti hőmérséklete egyenlő a $+20^\circ\text{C-os}$ referenciahőmérséklettel, nyilvánvalóan az, hogy a két párhuzamosan kapcsolt áramot ellenállásának aránya állandó legyen, és egyenlő a megfelelő névleges áramok fordított arányával a sönt bármely üzemi feltétele mellett.

$$\frac{R_c + R_a}{R_s} = \frac{R_c (1 + \alpha_c \theta_c) + R_a}{R_s (1 + \alpha_s \theta_s)} = \frac{I_s}{I_a} = K$$

ha $\theta_c \rightleftharpoons \theta_s$,

$$R_c = R_a \frac{\alpha_s}{\alpha_c - \alpha_s}$$

Igy az α_c hőmérsékleti együtthatónak nagyobb-nak kell lennie, mint az α_s hőmérsékleti együtthatónak, ez a feltétel a mérés lényeges elemét képezi.

A sönt R_s ellenállásának számításához a következő összefüggést kell figyelembe venni:

$$R_c = R_a \frac{\alpha_s}{\alpha_c - \alpha_s} \quad (1)$$

$$\frac{R_c + R_a}{R_s} = \frac{I_s}{I_s} \quad \text{és} \quad (2)$$

$$I_a = \frac{U_a}{R_a} \quad (3)$$

R_c , I_a és R_a kiküszöbölése után

$$R_s = \frac{U_a}{I_s} \cdot \frac{\alpha_c}{\alpha_c - \alpha_s} \quad (4)$$

Ha az α_c hőmérsékleti együttható növekszik, az R_s ellenállás csökken. Így, hogy a lehető legrövidebb söntöt kapjuk, célszerű a kiegyenlítő ellenállást igen nagy hőmérsékleti együtthatójú fémből vagy ötvözetből készíteni.

A sönt csatlakozói közötti távolság, valamint a leszerelhető sönt teljes hosszának meghatározásához a következő összefüggéseket vesszük figyelembe:

$$R_s = \frac{U_a}{I_s} \cdot \frac{\alpha_c}{\alpha_c - \alpha_s} \quad (4)$$

$$R_s = \varrho_s \frac{D_s}{S_s} \quad \text{és} \quad (5)$$

$$\delta_s = \frac{I_s}{S_s} \quad (6)$$

40 I_s , R_s , S_s kiküszöbölésével:

$$D_s = \frac{U_a}{\varrho_s \cdot \delta_s} \cdot \frac{\alpha_c}{\alpha_c - \alpha_s}$$

45 Hogy rövid söntöt kapjunk, előnyös ha a mérőműszer U_a névleges feszültsége minimális, a kiegyenlítő ellenállás α_c hőmérsékleti együtthatója maximális és a ϱ_s , δ_s szorzat maximális.

50 A rendszeres mérési hiba meghatározása a következő összefüggés alapján végezhető:

$$\epsilon\% = 100 \frac{\frac{R_c + R_a}{R_s} - \frac{R_c(1 + \alpha_c \theta_c) + R_a(1 + \alpha_a \theta_a)}{R_s(1 + \alpha_s \theta_s)}}{\frac{R_c + R_a}{R_s}} \quad (8)$$

60 R_s -t és R_c -t kiküszöböljük a (8) képletből az (1) képlet figyelembevételével:

$$\epsilon\% = 100 \frac{\alpha_a \cdot \theta_a}{1 + \alpha_s \theta_s} \cdot \frac{\alpha_c - \alpha_s}{\alpha_c} \quad (8)$$

65

A (8) képletből következik, hogy a mérés rendszeres hibája minimális, ha az $\alpha_a \theta_a$ szorzat minimális. Így ha a $\theta_a = 0$, $\epsilon\% = 0$, és ha $\alpha_a = 0$, akkor is, $\epsilon\% = 0$, tehát ha a mérőműszer úgy van elhelyezve, hogy környezeti hőmérséklete nem változik számottevő mértékben, a mérési hiba elhanyagolhatóvá válik, vagy ha a mérőműszer manganin huzalból készült tekercseléssel rendelkezik, vagy azt egy 0 hőmérsékleti együtthatójú ellenállás helyettesíti (amelynek kivezetései ismert módon egy elektronikus mérőáramkörhöz csatlakoznak), a mérési hiba nulla a sönt és a mérőműszer bármely környezeti hőmérsékleténél, valamint a sönt bármely állandó vagy változó üzemi feltétele mellett.

Ami az 5 kiegyenlítő ellenállás α_c hőmérsékleti együtthatóját illeti, ennek értéke ellentétes hatással van a sönt csatlakozói közötti D_s távolság és $\epsilon\%$ vagy $\epsilon''\%$ rendszeres hiba értékére, ennek megfelelően ha ezekre kedvező értékeket akarunk kapni, ellentmondáshoz jutunk. Például villamos mozdonyokról a D_s távolság élvez elsőbbséget, tehát α_c hőmérsékleti együttható nagyobb lesz, míg például elektrolizáló berendezések esetében $\epsilon'\%$ és $\epsilon''\%$ rendszeres hiba megfelelő értékei fontosabb, és ehhez kell egy kisebb értékű α_c hőmérsékleti együtthatót választani. A találmány szerinti mérési elrendezésnek a következő előnyei vannak.

– nincs szükség manganin, microthal vagy más különleges, 0 hőmérsékleti együtthatóval rendelkező ötvözetekből készült söntökre,

– nincs szükség a vezetősín szakaszolására a sönt sorbakapcsolás érdekében és leszerelhető söntként réz, alumínium vagy a kedvezőbb alumínium-magnézium ötvözet is alkalmazható,

– a találmány egyszerű és olcsó elrendezéssel valósítható meg, ennek keresztirányú mérete gyakorlatilag egyenlő a vezetősín megfelelő méretével, ez kedvező egyenáramú villamos vontató járműveken (mozdonyokon stb.) elhelyezett berendezésekben,

– az adott feltételek mellett megvalósított elrendezés nagy mérési pontosságot biztosít.

Szabadalmi igénypontok:

1. Elrendezés nagyterösségű egyenáram mérésére elektromechanikus mérőműszer alkalmazásával, amely a mérés szempontjából állandó hőmérsékletű környezetben van elhelyezve, és egy vezetősín vagy annak egy leszerelhető része söntöt képez, és a mérőműszerrel egy járulékos kiegyenlítő ellenállás van sorba kapcsolva, amely szoros termikus kapcsolatban van a söntként szereplő vezetősínnel, azzal jellemezve, hogy a kiegyenlítő ellenállás (5) anyagának hőmérsékleti együtthatója nagyobb mint a sönt anyagának hőmérsékleti együtthatója, és a kiegyenlítő ellenállás (5) értéke a mérőműszer (12) ellenállásának függvényében:

$$R_c = R_a \frac{\alpha_s}{\alpha_c - \alpha_s}$$

ahol

R_a : a mérőműszer ellenállása,

α_s : a sönt anyagának hőmérsékleti együtthatója, és

α_c : a kiegyenlítő ellenállás anyagának hőmérsékleti együtthatója.

2. Az 1. igénypont szerinti elrendezés kiviteli alakja, azzal jellemezve, hogy a mérőműszer (12) kis névleges feszültségű kiloampermérő, és/vagy a sönt névleges áramsűrűsége a megengedett határérték közelében van, és/vagy a kiegyenlítő ellenállás (5) nagy hőmérsékleti együtthatójú fémből, pl. vasból, nikkelből áll.

3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti elrendezés kiviteli alakja, azzal jellemezve, hogy a mérőműszer (12) mozgórésze kis hőmérsékleti együtthatójú huzalból van, és/vagy a mérőműszer (12) a környezeti hőmérséklet változásoktól védve van elhelyezve.

1 rajz, 1 ábra

