

SZABADALMI LEÍRÁS

180405

SZOLGÁLATI TALÁLMÁNY



ORSZÁGOS
TALÁLMÁNYI
HIVATAL

Bejelentés napja: 1981. III. 26. (758/81)

Nemzetközi
osztályozás: *N223*
G 01 N 27/26

Közzététel napja: 1982. VI. 28.

Megjelent: 1983. X. 31.



Feltalálók:

Daróczy János okl. villamosmérnök, 20%, Erdélyi János okl. villamosmérnök, 20%, dr. Havas Jenő okl. vegyész, 20%, Kecskés Lajos okl. vegyészmérnök, 20%, Müller Henrik okl. villamosmérnök, 20%, Budapest.

Szabadalmaz:

Radelkis Elektrokémiai Műszergyártó Szövetkezet, Budapest.

Hibakompenzáló elektroanalitikai mérési eljárás és készülék

1

A találmány tárgya: Elektroanalitikai mérési eljárás és készülék álló vagy áramló oldatok koncentrációjának, ionaktivitásának, vagy gázok parciális nyomásának szelektív, gyors és nagy pontosságú meghatározására.

Ismeretes, hogy egy elektrokémiai mérőlánc több részből — érzékelő elemből vagy elemekből és vonatkozási elektródból vagy elektródokból — épül fel. Következésképpen a mérőlánc megfelelő kimenetein nyert mérőjel is több áram- vagy feszültségjel eredőjeként (általában algebrai összegeként) jön létre. Az eredő mérőjel nagyságát tehát nem csupán az érzékelő elem elektrokémiai viselkedése határozza meg, hanem hatással van rá a mérőlánc összes többi része is. Ebből következik, hogy ha egy hagyományos felépítésű mérőcellában elhelyezkedő mérőlánc bármely elemén valamilyen nemkívánatos (pl. termikus vagy „öregedési” okból bekövetkező) változás, zavar lép fel, akkor ezt nem tudjuk a mérendő paraméter megváltozásából (pl. a minta koncentrációjának növekedéséből vagy csökkenéséből) adódó mérőjel-változástól megkülönböztetni.

Éppen ezért a hagyományos méréstechnikák (kalibráció, standardaddíció, konstans ionerősség-beállítás, meredekség-programozás stb., lásd pl. Havas: Ion- és molekulaszzelektív elektródok biológiai rendszerekben. A kémia újabb ered-

2

ményei. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1980. 80—87. oldal) nem is törekednek, hiszen nem is törekedhetnek az említett zavarokból adódó hibajel nagyságának meghatározására. Az összes eddig ismert eljárás végső soron a minta és egy vagy több, ismert összetételű fluidum (standard-oldat vagy gáz) megfelelő elektrokémiai paramétereinek összehasonlítására vezethető vissza; ez azt jelenti, hogy mérés előtt a mérőkészülék elektronikus és a mérőcella elektrokémiai viselkedését a megfelelő kezelőszervek segítségével össze kell hangolni — ezt a műveletet illesztésnek nevezik.

A zavarok fellépésének ellenőrizhetetlen rendszertelensége miatt a mérések pontossága nyilvánvalóan attól függ, hogy az említett illesztés vagy illesztésekre milyen gyakorisággal kerül sor. Precíziós méréseknél — legalábbis ellenőrzés jelleggel — minden mérés előtt szükséges az illesztés valamilyen formájának végrehajtása. Ha a mérőcella elengedhetetlen átöblítésére fordított időt is figyelembe vesszük, mindez azt jelenti, hogy az analízis összideje — két standard fluidum alkalmazása esetén — közel ötszöröse a mérésekre ténylegesen fordított időnek. Bár az elektroanalitikában széles körben elterjedt „egypontos illesztés” alkalmazásával ez az idő kb. felére csökkenthető, megjelenik azonban egy kiküszöbölhetetlen hiba, amelyet a mérőcella válaszfüggvény-meredekségének (az ún.

„slope”-nak) időközben történő megváltozása eredményez.

Az illesztés gyakori végrehajtására egyébként nemcsak a mérőcella elektrokémiai paramétereinek esetleges ingadozása szolgáltathat okot. Szükség van erre azért is, mert a mérőkészülék hosszú idejű stabilitása elvi-elektronikai okok miatt sem lehet korlátalan mértékű.

Az elmondottak alapján nyilvánvaló, hogy a precíziós elemzések összideje — a tényleges mérések közé iktatott illesztési műveletek miatt — rendkívül hosszú. Folyamatos és ugyanakkor kellően nagy pontosságú mérésekre pedig egyáltalán nincs is lehetőség, hiszen a hagyományos mérőcellák felépítése nem teszi lehetővé a hibajelek mérés közben történő meghatározását, következésképpen a méréssel egyidőben történő illesztést sem.

A találmány szerinti elektroanalitikai mérési eljárás alapját az a felismerés képezi, hogy ha egy szakaszos, szakaszosan folyamatos vagy folyamatos mérésekre alkalmas mérőcellában elhelyezkedő, érzékelő elemet vagy elemeket és vonatkozási elektródokat tartalmó mérőlánc egy részét vagy egyes részeit galvanikusan, időszakszerűen rövidre zárjuk, akkor a rövidre zárt állapotokban nyert mérőjelek a mérőlánc rövidre nem zárt részeinek elektrokémiai viselkedésére, azok esetleges időközben bekövetkezett megváltozásaira jellemző értékeket szolgáltatnak, és ezáltal lehetőséget nyújtanak az említett megváltozásokból adódó hibák (zavarok) kiküszöbölésére.

A találmány szerinti (mérőcellából és ahhoz kapcsolódó elektronikus jelfeldolgozóból álló) elektroanalitikai mérőkészülék mérőcellája egy vagy több érzékelő elemet és vonatkozási elektródot, továbbá legalább egy, a mérőcella egy vagy több részét galvanikusan rövidre zární képes eszközt — előnyösen nagy vezetőképességű, adott esetben különböző koncentrációjú elektrolittal töltött folyadékkapcsolót (áramkulcsot) tartalmaz. Ezáltal lehetőség nyílik a rövidre nem zárt mérőcella-részek elektrokémiai viselkedésében fellépő zavaró jelenségek hatásának kompenzálására.

Egy további találmányi gondolat, hogy egyéb elektrokémiai jellemzők pl. aszimmetriapotenciál és válaszfüggvény-merevedésség („slope”) zavaró változásainak kompenzálása is megvalósítható, ha a mérőcellát úgy választjuk meg, hogy az kollektívánk által korábban kidolgozott és találmányként bejelentett „integrált érzékelőt” is tartalmazzon.

Folyamatos vagy szakaszosan folyamatos mérések közben fellépő áramlási potenciálok zavaró hatását küszöböli ki az a megoldás, amelyben a standardizálásra szolgáló közegek közül egyet vagy többet folyamatosan vagy szakaszosan folyamatosan áramoltatunk.

A diffúziós potenciálok zavaró hatásának kiküszöbölését célozza az a további előnyös megoldás, hogy a vonatkozási elektródok és a standardoldatok, illetve a minta között levő belső elektrolitok összetétele azonos a velük kapcsolat-

latban levő standardoldatok összetételével, illetve a minták várható átlagos összetételével.

Mivel a mérőcella által szolgáltatott mérőjelet mind a rövidre zárt, mind pedig a rövidre nem zárt állapotban — célszerűen váltakozva — meg kell határozni, a készülék egy vagy több részének időközönkénti galvanikus rövidzését meghatározott program szerint előíró vezérlőegység is kapcsolódik.

Az automatizálás lehetőségéből adódó további előnyök kihasználását célozza az a megoldás, amelyben az elektronikus jelfeldolgozóhoz és a vezérlőegységhez — a mérőlánc egy vagy több részének rövidre zárt, illetve rövidre nem zárt állapotában nyert mérőjelek nagyságából hibakompensált jelet vagy jeleket előírt program szerint előállító — összehasonlító — egység csatlakozik.

Végül a teljesen automatizált megoldásnál a készülék az összehasonlító egység kimenetéhez — a mérni kívánt paraméter számszerű értékét a hibakompensált jel vagy jelek felhasználásával számító — aritmetikai egységet is tartalmaz, és így az ön maga számítja ki a mérendő paraméterek zavaró jelenségek hatásától mentes értékét.

A találmány szerinti elektroanalitikai mérési eljárást és készüléket az alábbi két ábrán és példán mutatjuk be anélkül, hogy a találmány oltalmi körét kizárólag a bemutatottakra korlátoznánk.

Az 1. ábra egy folyadékkapcsolóval ellátott mérőcellával rendelkező egyszerű hibakompensáló pK-mérőkészüléket szemléltet.

Az ábrán 1 mérőcella 2 elektronikus jelfeldolgozóhoz csatlakozik. Az 1 mérőcellában 15 minta 3 érzékelő elemmel, valamint minta-oldali 4 vonatkozási elektróddal van kapcsolatban. Az 1 mérőcella hagyományos elemeit tartalmazó 6 mérőlánc a felsorolt 15 mintán, minta-oldali 4 vonatkozási elektródon és 3 érzékelő elemen kívül tartalmazza még a 3 érzékelő elemmel 16 belső elektroliton keresztül galvanikus kapcsolatban levő érzékelő-oldali 5 vonatkozási elektródot is. Az 1 mérőcella a 6 mérőláncon kívül még a minta-oldali 4 és az érzékelő-oldali 5 vonatkozási elektródok folyadéktereihez folyadékkúton keresztül galvanikusan kapcsolódó 7 folyadékkapcsolót is magában foglalja. Az 1 mérőcella a 6 mérőlánc két „végét” képező minta-oldali 4 és érzékelő-oldali 5 vonatkozási elektródokon keresztül kapcsolódik a 2 elektronikus jelfeldolgozóhoz.

A 2. ábra összetettebb felépítésű, két folyadékkapcsolóval rendelkező, automatikusan hibakompensáló Na⁺-ionkoncentráció-mérő készüléket szemléltet.

Az ábrán 1 mérőcella 2 elektronikus jelfeldolgozóhoz és 12 vezérlőegységhez csatlakozik. Az 1 mérőcella 6 mérőláncában 15 mintával 3 érzékelő elem és minta-oldali 4 vonatkozási elektród van kapcsolatban. A 6 mérőlánc 19 integrált érzékelője az említett minta-oldali 3 érzékelő elemen kívül még az utóbbival és egymással 18 elektroliton keresztül galvanikusan kapcsolat-

ban levő első standard-oldali 10 és második standard-oldali 11 érzékelő elemeket is tartalmazza. Az első standard-oldali 10 érzékelő elem és az első standard-oldali 9 vonatkozási elektród első standardizálásra szolgáló 17 közegen keresztül galvanikus kapcsolatban van. Ehhez teljesen hasonlóan a második standard-oldali 11 érzékelő elem és második standard-oldali 20 vonatkozási elektród második standardizálásra szolgáló 21 közegen keresztül van galvanikus kapcsolatban. Az 1 mérőcella a 6 mérőláncon kívül magában foglalja még a minta-oldali 4 és az első standard-oldali 9 vonatkozási elektródok folyadékteréhez folyadékúton keresztül galvanikusan kapcsolódó 7 folyadékkapcsolót, valamint ehhez hasonlóan a minta-oldali 4 és a második standard-oldali 20 vonatkozási elektródok folyadéktereihez folyadékúton keresztül galvanikusan kapcsolódó második 8 folyadékkapcsolót is.

Az 1 mérőcella a minta-oldali 4, az első standard-oldali 9 és a második standard-oldali 20 vonatkozási elektródokon keresztül kapcsolódik a 2 elektronikus jelfeldolgozóhoz, az első 7 és második 8 folyadékkapcsolókon keresztül pedig 12 vezérlőegységhez. A 2 elektronikus jelfeldolgozó és a 12 vezérlőegység 13 összehasonlító egységhez, az utóbbi pedig 14 aritmetikai és kijelző egységhez csatlakozik.

Az 1. ábrán bemutatott, egy folyadékkapcsolóval rendelkező egyszerű hibakompensáló pK-mérő készülék az alábbiak szerint működik:

A 2 elektronikus jelfeldolgozó és az 1 mérőcella — az utóbbi egy részét képező 7 folyadékkapcsolótól eltekintve — hagyományos elektroanalitikai potenciometriás mérőkészüléket alkot. Működése is annak megfelelő: a meghatározni kívánt paramétertől függő mérőjel a 15 minta és a 3 érzékelő elem határfelületén fellépő potenciál. A 6 mérőláncnak a — csak a mérések gyakorlati végrehajtásához szükséges — többi elemén, vagy a minta-oldali 4 és az érzékelő-oldali 5 vonatkozási elektródokon fellépő elektródpotenciálok azonban megváltozásaikkal zavaró jeleket, mérési hibákat létrehoz, hasznos információkat nem hordozó tagok. A minta-oldali 4 és az érzékelő-oldali 5 vonatkozási elektródokon fellépő referenciapotenciálok instabilitásából származó hibákat kompenzáljuk a következő módon: A 7 folyadékkapcsoló segítségével időnként rövidre zárjuk a 3 érzékelő elem határfelületeit, — ezzel a 15 minta és a 3 érzékelő elem, illetve a belső 16 elektrolit és a 3 érzékelő elem határfelületén fellépő potenciálokat kiiktatjuk a láncból. A minta-oldali 4 vonatkozási elektródot így közvetlenül sorba kapcsoljuk az érzékelő-oldali 5 vonatkozási elektróddal, és azok eredő feszültségét mérjük, majd azt az előzőleg „hagyományosan”, rövidrezárás nélkül végzett mérés eredményeként kapott feszültség értékéből levonjuk. Az így kapott feszültség továbbra is függvénye a meghatározni kívánt mintaoldatkonzentrációnak, de már nem függ egyik vonatkozási elektródon fellépő elektródpotenciáltól, és

így azok mérési hibát okozó megváltozásaitól sem.

A meghatározni kívánt pK-értéket a 7 folyadékkapcsoló be-, illetve kikapcsolt állapotaiban mérhető cellafeszültségekből az alábbi képlet alapján lehet számítani:

$$pK_x = \frac{(U_x - U'_x) - (U_{STD,1} - U'_{STD,1})}{S} + pK_{STD}$$

ahol:

- pK_x : a 15 minta meghatározni kívánt pK-értéke
- pK_{STD} : a belső 16 elektrolitként használt standardoldat pK-értéke
- U_x : a 7 folyadékkapcsoló kikapcsolt állapotában mérhető feszültség, amikor az 1 mérőcella a 15 mintával van feltöltve
- U'_x : a 7 folyadékkapcsoló bekapcsolt állapotában mérhető U_x feszültség
- $U_{STD,1}$: a 7 folyadékkapcsoló kikapcsolt állapotában az „első illesztési pontban” mért feszültség, amikor az 1 mérőcella az első standardoldattal volt feltöltve. Célszerű illesztéskor első standardoldatként a belső 16 elektrolittal azonos összetételű oldatot használni.
- $U'_{STD,1}$: a 7 folyadékkapcsoló bekapcsolt állapotában mért $U_{STD,1}$ feszültség.
- S : a 3 érzékelő elem érzékenysége jellemző válaszfüggvény-meredekség („slope”) számszerű értéke, amelyet illesztéskor a második illesztési pontban a hagyományos módszerrel határoztunk meg.

Látható, hogy az egyenletben a 4 és 5 vonatkozási elektródok potenciáljai nem szerepelnek, azok a számítás során kiesnek. Az illesztési műveletek szükséges gyakoriságát csak a 3 érzékelő elemre jellemző két paraméter — $U_{STD,1}$ és S — stabilitása határozza meg.

A 2. ábrán bemutatott, összetettebb felépítésű, két folyadékkapcsolóval rendelkező, automatikusan hibakompensáló Na^+ -ionkoncentrációmérő készülék működésének megértését könnyíti meg a 3. ábra, amelyen a készülék 1 mérőcellájának egyszerűsített elektromos helyettesítő képe látható.

A példában vázolt esetben a mérőkészülék 1 mérőcellájában a 6 mérőláncnak három „vége” van. Ezek a minta-oldali 4, az első standard-oldali 9 és a második standard-oldali 20 vonatkozási elektródok. A 6 mérőlánc a felsorolt vonatkozási elektródokon kívül egy ún. 19 integrált érzékelőt is tartalmaz. Erre az jellemző, hogy amennyiben a 3 minta-oldali, az első standard-oldali 10 és a második standard-oldali 11 érzékelő elemek kémiai és mechanikai felépítése és állapota is [tehát a rajtuk fellépő standardpotenciálok, illetve az érzékenységekre jellemző válaszfüggvény-meredekség („slope”) értéke, illetve azok időközbeni megváltozásai] jó közelítés-

sel azonosak, úgy külön-külön feszültséget mérve a két standard-oldali 9, 10 vonatkozási elektródron a minta-oldali 4 vonatkozási elektródhoz képest, e két feszültségből számítható a minta koncentrációja — vagy annak pNa-értéke. Az így kapott érték gyakorlatilag független a 3, 10 és 11 érzékelő elemek standardpotenciáljától és válaszfüggvény-mereedségük értékétől, így azok időközben bekövetkezett, mérési hibát okozó megváltozásaitól is. Ez a számított érték azonban még függ a 4, 9 és 20 vonatkozási elektródokon fellépő referenciapotenciáloktól, így azok instabilitásától is. Az ennek következtében fellépő mérési hibákat lehet kiküszöbölni az első 7 és második 8 folyadékkapcsoló alkalmazásával. Az első 7 folyadékkapcsoló bekapcsolt állapotában rövidrezárja a 3 minta-oldali és első standard-oldali 10 érzékelő elemek mindkét határfelületét, és lehetővé teszi a minta-oldali 4 és az első standard-oldali 9 vonatkozási elektródokon fellépő elektródpotenciálok eredőjének közvetlen mérését. Ehhez hasonlóan a második 8

folyadékkapcsoló bekapcsolt állapotában a 3 minta-oldali és a második standard-oldali 11 érzékelő elemek határfelületeit zárja rövidre, lehetővé téve a minta-oldali 4 és a második standard-oldali 20 vonatkozási elektródokon fellépő elektródpotenciálok eredőjének közvetlen mérését. A 2 elektronikus jelfeldolgozó folyamatosan méri a standard-oldali 9 és 20 vonatkozási elektródokon a minta-oldali 4 vonatkozási elektródhoz viszonyítva fellépő két feszültséget (U_A , U_B). A 12 vezérlőegység meghatározott időközönként, pl. minden mérés végén felváltva az első 7 folyadékkapcsolót, majd a második 8 folyadékkapcsolót zárja. A 13 hibakompensáló egység páronként képezi a 7, illetve a 8 folyadékkapcsolók ki- és bekapcsolt állapotaiban a 2 elektronikus jelfeldolgozó által mért feszültségek különbségeit.

A 14 aritmetikai és kijelző egység az immár hibakompensált, „különbségi jelekből” számítja és jelzi ki a meghatározni kívánt Na^+ -ionkoncentrációt az alábbi képlet szerint:

$$c_x = \exp_{10} \frac{\lg c_1 [(U_{Bx} - U''_{Bx}) - (U_{B2} - U'_{B2})] - \lg c_2 [(U_{Ax} - U'_{Ax}) - (U_{A1} - U'_{A1})]}{[(U_{Bx} - U''_{Bx}) - (U_{B2} - U'_{B2})] - [(U_{Ax} - U'_{Ax}) - (U_{A1} - U'_{A1})]}$$

ahol:

- c_x : a 15 minta meghatározni kívánt Na^+ -koncentrációja
 c_1 : az első standardizálásra szolgáló 17 közeg Na^+ -koncentrációja
 c_2 : a második standardizálásra szolgáló 21 közeg Na^+ -koncentrációja
 U_{Ax} : az első standard-oldali 9 és a minta-oldali 4 vonatkozási elektródok között mérhető feszültség, amikor a 3 érzékelő elem a 15 mintával van feltöltve és az első 7 és a második 8 folyadékkapcsolók kikapcsolt állapotban vannak
 U'_{Ax} : az első 7 folyadékkapcsoló bekapcsolt állapotában mérhető U_{Ax} feszültség
 U_{A1} : az első standard-oldali 9 és a minta-oldali 4 vonatkozási elektródok között illesztéskor mért feszültség, amikor a 3 érzékelő elem az első standardizálásra szolgáló 17 közeg volt feltöltve, és az első 7 és a második 8 folyadékkapcsolók kikapcsolt állapotban voltak (első illesztési pont)
 U'_{A1} : az első 7 folyadékkapcsoló bekapcsolt állapotában mért U_{A1} feszültség
 U_{Bx} : a második standard-oldali 20 és a minta-oldali 4 vonatkozási elektródok között mérhető feszültség, amikor a 3 érzékelő elem a 15 mintával van feltöltve és az első 7 és a második 8 folyadékkapcsolók kikapcsolt állapotban vannak
 U''_{Bx} : a második 8 folyadékkapcsoló be-

kapcsolt állapotában mérhető U_{Bx} feszültség

- 30 U_{B2} : a második standard-oldali 20 és a minta-oldali 4 vonatkozási elektródok között illesztéskor mért feszültség, amikor a 3 érzékelő elem a második standardizálásra szolgáló 21 közeg volt feltöltve, és az első 7 és második 8 folyadékkapcsolók kikapcsolt állapotban voltak (második illesztési pont)
 U''_{B2} : a második 8 folyadékkapcsoló bekapcsolt állapotában mért U_{B2} feszültség.

A találmány szerinti mérési eljárás és készülék fő előnyeit az alábbiakban foglaljuk össze:

- 45 — Kiküszöböli egy elektroanalitikai mérőlánc hasznos információt nem hordozó tagjain fellépő zavaró jelek hatását.
 50 — Lehetővé teszi az érzékelő és a vonatkozási elektródok elektrokémiai paramétereinek mérés közbeni figyelését.
 — Függetleníti a mérési eredményt az érzékelő elektrokémiai paramétereinek zavaró jellegű megváltozásából adódó hibáktól.
 55 — Alkalmazásával megvalósítható a mérés közben történő illesztés.
 — Kiküszöböli az áramlási potenciál zavaró hatását.
 60 — Alkalmazása nagymértékben csökkenti a diffúziós potenciál okozta hibát.
 — Az eddigieknél lényegesen nagyobb pontossággal tesz lehetővé folyamatos vagy szakaszosan folyamatos méréseket.
 — Jelentősen lerövidíti az analízisok összidejét,
 65 — Az egy-, illetve kétpontos illesztések szükség-

ges gyakoriságát rendkívüli mértékben lecsökkenti.

- Kiküszöböli a mérőkészülék hosszú idejű elektronikus „driftjének” káros hatását.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Hibakompenzáló elektroanalitikai mérési eljárás egy vagy több érzékelő elemet és vonatkozási elektródokat tartalmazó mérőlánccal történő szakaszos, szakaszosan folyamatos vagy folyamatos mérésekre — amely szerint az ismert módon végrehajtott mérés, illetve mérések után ismételt mérést, illetve méréseket hajtunk végre, amelyre az jellemző, hogy a mérőlánc egy részét, vagy kettőnél több vonatkozási elektród esetén egyes részeit az utóbbi mérés, illetve mérések tartamára galvanikusan rövidrezárjuk, majd az ismert módon végrehajtott, és a rövidrezárt állapotban végrehajtott mérések során nyert mérőjelek összehasonlításával a mérőlánc rövidre nem zárt részén vagy részein fellépő, mérési hibát nem tartalmazó mérőjelet állítunk elő.
2. Hibakompenzáló elektroanalitikai mérőkészülék álló vagy áramló oldatok koncentrációjának, ionaktivitásának vagy gázok parciális nyomásának szelektív, gyors és nagy pontosságú meghatározására, amely mérőcellából (1) és ahhoz kapcsolódó elektronikus jelfeldolgozóból (2) áll, a mérőcellában (1) mintával (15) és/vagy standardizálásra szolgáló közeggel (17); (21) érintkező egy vagy több érzékelő elemet (3); (10); (11) és vonatkozási elektródokat (4); (5); (9); (20) tartalmazó mérőlánc (6) helyezkedik el, amelyre az jellemző, hogy a mérőcella (1) legalább egy, a mérő-

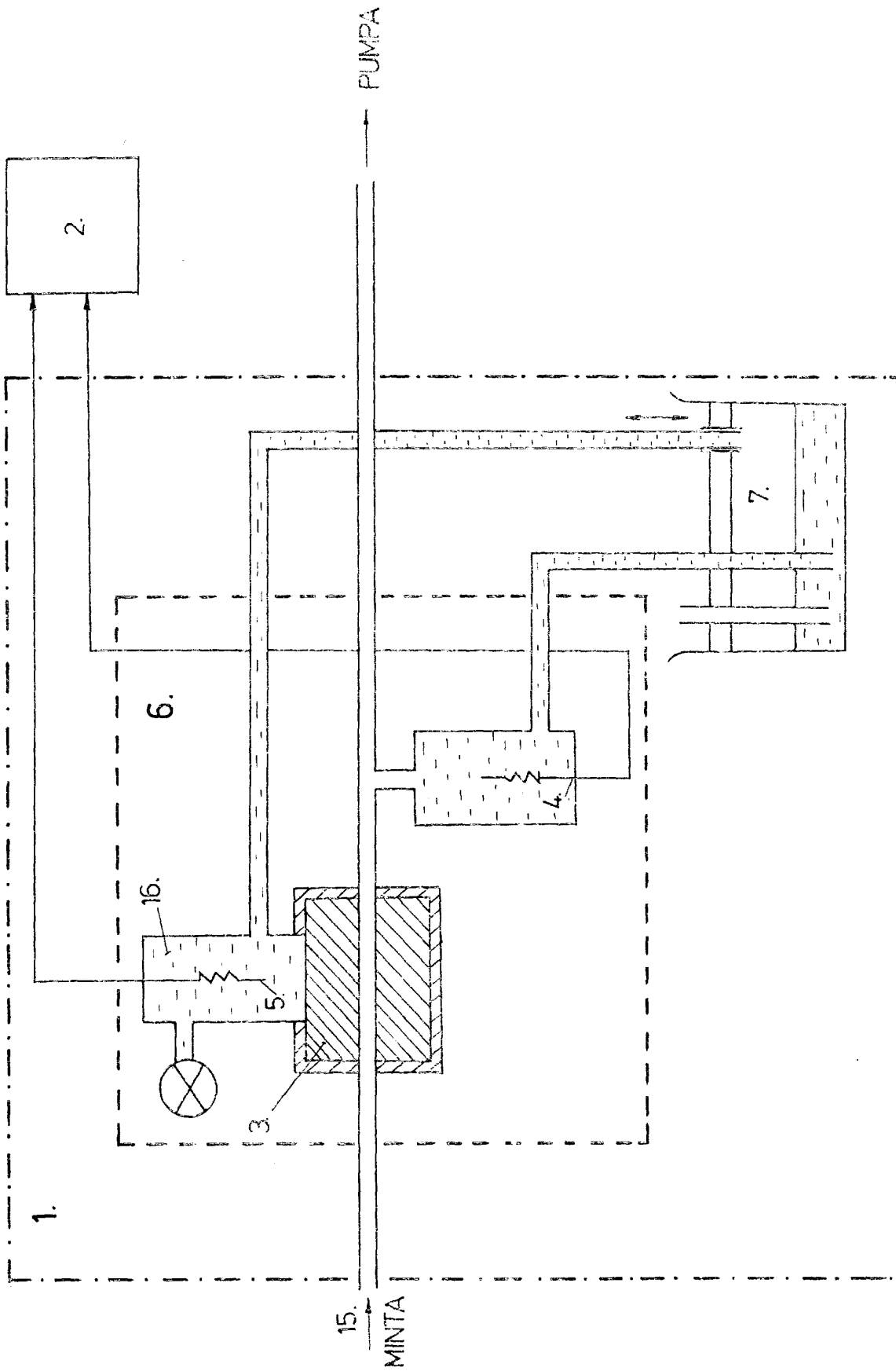
lánc (6) egy vagy kettőnél több vonatkozási elektród (4; 5; 9; 20) esetén egyes részeit galvanikusan rövidrezárni képes eszközt — előnyösen nagy vezetőképességű, adott esetben különböző koncentrációjú, elektrolitokat (16) tartalmazó folyadékkapcsolót (7; 8) — is tartalmaz.

3. A 2. igénypont szerinti elektroanalitikai mérőkészülék kiviteli alakja, amelyre az jellemző, hogy mérőcellája (1) integrált érzékelőt (19) is tartalmaz.
4. A 2—3. igénypontok bármelyike szerinti elektroanalitikai mérőkészülék kiviteli alakja, amelyre az jellemző, hogy a vonatkozási elektródok (4); (5); (9); (20); és a standardizálásra szolgáló közegek (17); (21), illetve a minta (15) között levő belső elektrolitok (16) összetétele azonos a velük kapcsolatban levő standardizálásra szolgáló közeg (17); (21) összetételével, illetve a minták (15) várható átlagos összetételével.
5. A 2—4. igénypontok bármelyike szerinti elektroanalitikai mérőkészülék kiviteli alakja, amelyre az jellemző, hogy a mérőcellához (1) — a mérőlánc (6) egy vagy több részének időközönkénti galvanikus rövidrezárását meghatározott program szerint előíró — vezérlőegység (12) is kapcsolódik.
6. Az 5. igénypont szerinti elektroanalitikai mérőkészülék kiviteli alakja, amelyre az jellemző, hogy a vezérlőegységhez (12) összehasonlító egység (13) is csatlakozik, amely az elektronikus jelfeldolgozó (2) kimenetével is össze van kötve.
7. A 6. igénypont szerinti elektroanalitikai mérőkészülék kiviteli alakja, amelyre az jellemző, hogy az összehasonlító egység (13) kimenetéhez aritmetikai és kijelző egység (14) kapcsolódik.

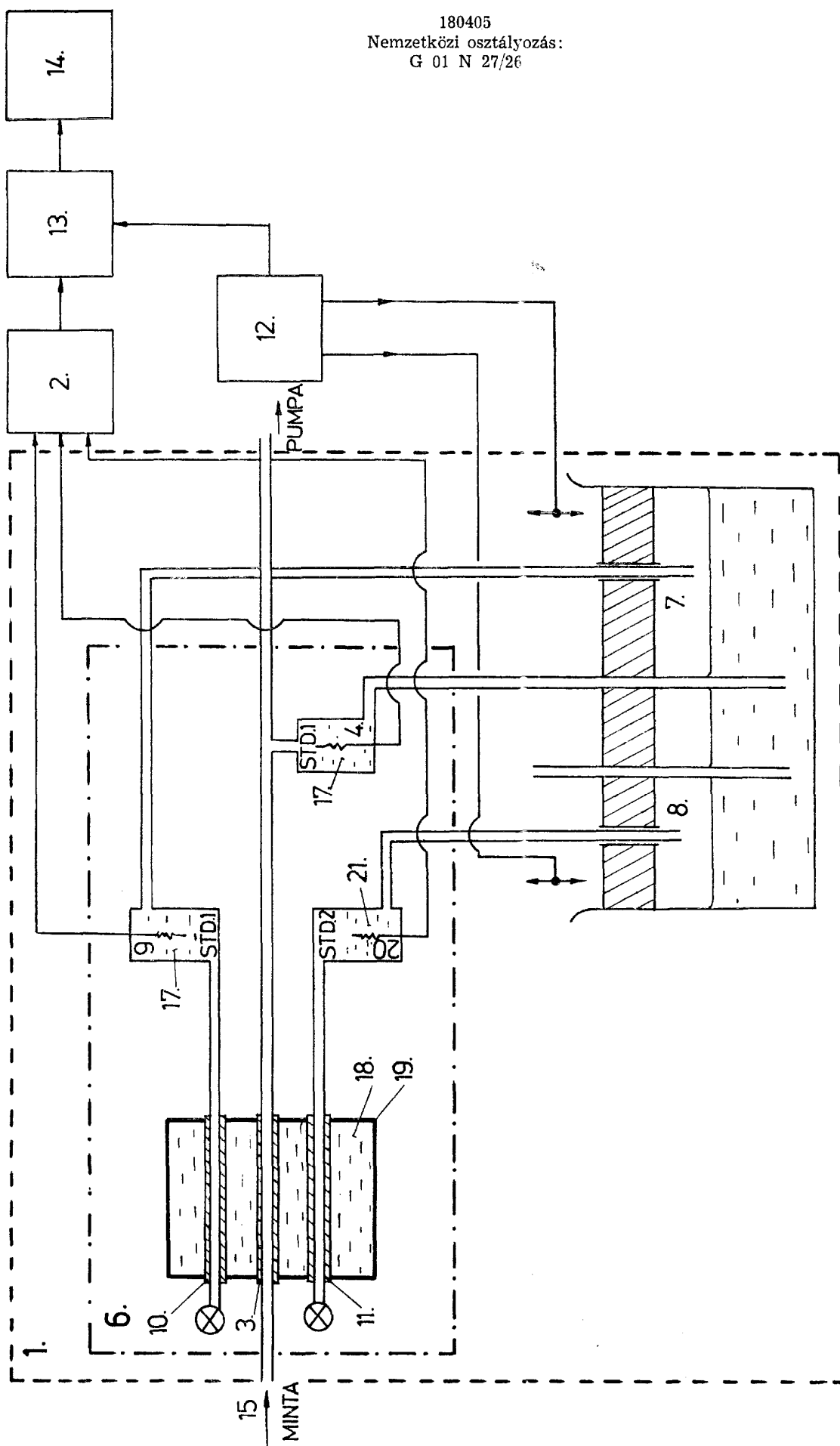
3 rajz, 3 ábra

A kiadásért felel: a Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó igazgatója

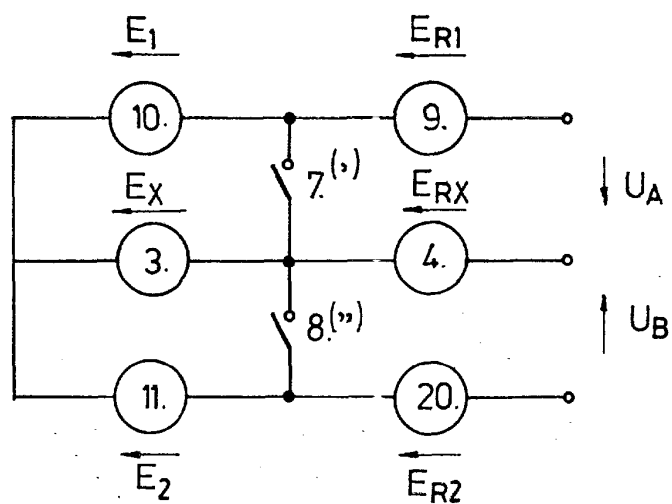
83. 32 199 Petőfi Nyomda, Kecskemét — Felelős vezető: Ablaka István igazgató



1 ábra



2 ábra



3. ábra