

KRALJEVINA JUGOSLAVIJA

UPRAVA ZA ZAŠTITU



INDUSTRIJSKE SVOJINE

Klasa 42 (8)

Izdan 15 maja 1933.

PATENTNI SPIS BR. 9982

Pavlović H. Vitomir, asistent fizike na univerzitetu, Beograd, Jugoslavija.

Postupak za merenje i registrovanje atmosferskog pritiska i pritiska za čije se merenje upotrebljavaju manometri sa živom.

Prijava od 9 marta 1932.

Važi od 1 oktobra 1932.

Pod jakim utiscima sve većeg i većeg zalaženja metrologije (nauka o merenju) električnih veličina u domen metrologije ostalih fizičkih i drugih veličina, ja sam počeo, pre izvesnog vremena, da sistematski tražim, e da bih naišao na neku veličinu čije bi se merenje moglo svesti na merenje neke pogodne električne veličine, a koje nije još izvršeno. Da bi jedno takvo svodenje imalo ne samo naučnog već i tehničkog značaja, uvek sam imao u vidu osnovne zahteve metrologije: nov postupak treba da bude što verniji, precizniji, osetljiviji, zgodniji, brži, i da se, po mogućnosti, može primeniti i za registrovanje odnosne veličine.

Najzad sam dobio ideju. Postupak koji sam iz nje izveo potpuno je nov, a naročito primene za koje ću taj postupak upotrebiti. Nadam se da će taj postupak većim pronalazačima poslužiti još za neke interesantne primene koje ja nisam pomeno u ovom patentu.

Ideja na kojoj se osniva ovaj postupak leži na faktu koji je dobro utvrđen eksperimentalno i teoriski i prema kome je veličina električnog otpora jedne, što je moguće bolje kalibrisane žice u električnom pogledu, proporcionalna njenoj dužini. Na osnovu Omovog zakon $R = P \frac{e}{q}$, gde je R električni otpor žice, P specifični otpor, q presek i l dužina žice, R zavisi upravo proporcionalno samo od dužine l , ako su P i q duž cele žice konstantni. Ako se in-

tenzitet električne struje, koja prolazi kroz takvu žicu održava stalnom, onda je pad potencijala na izvesnoj dužini te žice upravo proporcionalan dužini te žice. Zakon $e = iR = ip \frac{l}{q}$

Postupak koji sad izvodim iz te ideje svodi merenje i registrovanje izvesne dužine na merenje i registrovanje električnog otpora ili potencijalske razlike na tome otporu. I ako jedno takvo svodenje izgleda, na prvi pogled, da nema smisla, jer se stvari komplikuju; i što je merenje dužina omogućeno direktnim putem i sa najvećom preciznosti, iz primene će se videti da to svodenje ima smisla. A što se to svodenje odnosi na električni otpor i pad potencijala, to je vrlo srećna okolnost, jer, kao što je poznato iz metrologije električnih veličina, to su dve veličine na čije se merenje teži svesti merenje svih ostalih električnih veličina, jer se one najlakše i najpreciznije mogu meriti, a etaloni njihovih jedinica za merenje mogu se najlakše, najpostojanije i najpreciznije realizovati i očuvati.

Eksperimenti koje sam izvršio i koje ću izložiti, jasno pokazuju da sam se stavio pod iste okolnosti koje će se u primenama nalaziti.

Slika 1 pokazuje šemu Vitstonovog mosta sa žicom (Kohlrausch-universal-Schleifdraht-Messbrücke Dr. 391) dobro poznate nemačke firme Hartmann Braun. Prema slici 1, galvanometar G koji mi je služio

kao voltmetar bio je galvanometar Nr. 150 firme Hartmann Braun. Skretanja galvanometra sam čitao pomoću subjektivne Pogendorfove metode. U glavnom kolu struje nalazili su se još: jedna baterija B akumulatora od 4V velikog kapaciteta, jedan balast otpor R i jedan galvanometar A sa kazaljkom firme Hartman Braun koji je služio za kontrolisanje struje u kožu. Eksperiment je dao odlične rezultate, tako reći kvantitativno je postojala proporcionalnost između skretanja galvanometra G i dužine žice, odnosno pada potencijala na toj dužini žice.

Slika 2 pokazuje šemu aparata koji odgovara potpuno uslovima koji će biti ostvareni u primenama. Žica aa' bila je preseka 0,1 mm² legure nihron C firme Heraeus. Kao što je poznato, to je legura sa vrlo velikim specifičkim otporom i vrlo malim temperaturnim koeficijentom otpora, a pokazala se u eksperimentima kao vrlo postojana u kontaktu sa živom duže vremena, što je vrlo važno. Razume se, da se u primeni mogu upotrebiti i žice od svih materijala koji imaju veliki specifički otpor, mali temperaturni koeficijent otpora, da se lepo i lako daju izvući u žice konstantnog preseka i da su postojane u dodiru sa žicom. Žica bb' bila je amalgamisana žica od bakra preseka 1 mm². Staklena cev napunjena je čistom živom. Na slavinu c pušta se živa da se izjednače nivoi u oba kraka, pa se na takav način može dobiti u kraku sa žicama vrlo lagano penjanje žive, a na slavinu C, kad je zatvorena slavinu C, pušta se živa u neki sud, pa se na takav način može udesiti da se živa vrlo lagano spušta u kraku sa žicama. Prečnik staklenih cevi bio je 20 mm.

Iz slike se lepo vidi kakva savršenost pokretnog kontakta. I ako se visine stuba žive čitaju sa katetometrom, onda se u tom eksperimentu ima primer jednog najpreciznijeg kalibrisanja žica, kakav dosad nije realizovan.

Ima samo jedna primedba koja se može učiniti eksperimentu šematski predstavljenom u sl. 2, u slučaju da je presek staklene cevi uži, a ta je: u kolu struje u kome se nalazi žica, ne meri se otpor, odnosno potencijalska razlika, žice koje se nalaze iznad žive, već još i plus stub žive od donje stezalice do nivoa žive. Međutim, kao što će se iz primena videti, taj stub žive tolikog je preseka, da se njegov otpor može zanemariti, i ako živa ima veliki specifički otpor.

Međutim, i ta se nezgoda može potpuno konstruktivno otkloniti, kao što se jasno vidi iz sl. 2. Tu je umetnuta još jedna žica bb', koja je dole stalno potopljena u živu,

a gore ima zasebnu klemu, pa ako se meri potencijalska razlika na žici aa', onda je tako reći rigurozno ta potencijalska razlika jednaka potencijalskoj razlici u žici od nivoa žive do gornje stezalice.

Eksperimenti su dali potpuno očekivane rezultate. To se moglo i očekivati, jer se tiče stvari, koje su najbolje poznate.

I ako se potencijalske razlike mogu meriti sa istom preciznošću kao i električni otpori, mnogo će bolje biti meriti otpore. Poznata je preciznost i elegancija metoda za merenje električnih otpora kao što su: Vitstonov most, dvostruki Tomsonov most, ili metode za merenje potencijalskih razlika pomoću kompenzacionih aparata (kompenzatori, potencijometri). I ako se današnjim električnim izvorima kako imamo u akumulatorima velikog kapaciteta, ako se iz njih uzima slaba struja, što će biti slučaj u mojim primenama, može održavati konstantnost struje duže vremena sa velikom tačnošću, ipak je otpor jedne žice određene dužine, ako je ona naročito od materijala malog temperaturnog koeficijenta otpora, nešto, par excellence, konstantno, dok je potencijalska razlika zavisna od intenziteta struje. Naročito će biti bolje za indikaciju i registrovanje pojave, pošto imamo potpuno izradenu aparaturu, koja se upotrebljava za indikaciju i registrovanje temperature pomoću termometra sa električnim otporom.

Kao što je poznato, za tu indikaciju i registrovanje upotrebljavaju se razne metode, ali se kao najbolja pokazala metoda pomoću logometra. To je jedna vrsta galvanometra sa dva kalema g, g, bez skoro ikakvog mehaničkog sprega, koji je vezan u kolu struje prema šemi iz sl. 3. Skretanje jednog takvog galvanometra zavisi samo od odnosa intenziteta struje koja prelazi kroz svaki kalem. Kao što su eksperimenti pokazali, varijacija elektromotorne sile električnog izvora koji daje struju u tom kolu može se menjati u razmeri 1:3, a da ta promena ne utiče na indikaciju galvanometra.

Razume se, da se naročito merenje, a i indikacija i registrovanje može izvršiti po metodama kao što su metode Vitstonovog mosta, dvostrukog Tomsonovog mosta, diferencijalnog galvanometra, voltmetra, što zavisi od specijalnih okolnosti. Neka od tih šema vide se iz slika 4 i 5. Sl. 4 predstavlja šemu Visonovog mosta, gde su a, b i R_q poznati otpori, G galvanometar, B balast otpor, A ampermetar, E električni izvod, x promenljivi otpor žice u barometru ili manometru. Sl. 5 je šema dvostrukog Tomsonovog mosta, gde su a, b, c, d poznati otpori, G galvanometar, P

prekidač, B balast otpor, E električni izvor, A ampermetar, x nepoznati otpor žice u barometru ili manometru, r poznati otpor za upoređivanje.

Prvu primenu na koju sam mogao pomisliti, pošto je postupak izrađen, bila je primena postupka na merenje atmosferskog pritiska i pritisaka koji se mere uopšte živinim manometrima i kombinacijom živinih manometara sa ostalim tečnostima, a naročito na registrovanje atmosferskog pritiska i pritisaka koji se mere živinim barometrom, odnosno živinim manometrima i manometrima sa živom i drugim tečnostima.

Kao što je poznato, nema valjda nijedne veličine za čijim se što preciznijim registrovanjem teži, kao što je atmosferski pritisak. Poznat je značaj poznavanja atmosferskog pritiska za meteorologiju, poljoprivredu, aviaciju. Može se reći da desetina hiljada aparata — barografa — po celoj zemljinoj površini svakog trenutka beleže taj pritisak koji se posle sređuje u mnogobrojnim biltenima raznih meteoroloških stanica. Koliko se tu uštedi u radnoj snazi, ne može se lako proceniti. Barograf je jedna od najvažnijih sprava meteorologije.

Ako je nauka zadovoljna sa barometrima, naročito onim sa živom, ona nije potpuno zadovoljna sa barografima, pa i onim sa živom, a pogotovu sa tako zvanim metalnim barografima, aneroidima. To se najbolje vidi iz ogromnog broja patenata kojima je zadatak da zaštiti te aparate razne vrste.

Slika 6 pokazuje šemu jednog živinog barometra sa sudom, tipa Fortin, na kome su nameštene žice i stezalice aa', bb' prema mome postupku, da bi se merenje ili registrovanje izvršilo električnim metodama od kojih su neke naznačene šematski i na slikama 3, 4 i 5. Na sl. 6 šematski je predstavljeno merenje potencijalske razlike pomoću jednog milivoltmetra ili galvanometra V većeg otpora. Takva kombinacija može se preporučiti, ako treba meriti barometarski pritisak ma kojom od navedenih metoda. Pošto varijacija barometarskog pritiska najčešće iznosi oko 50 mm živinog stuba, zgodno je uzeti žice dugačke oko 100 mm tako da se, i pri najvećem pritisku, nalazi iznad žive oko 50 mm. Razlog takve konstrukcije leži u dovoljno velikom otporu, koji se lakše i zgodnije da meriti, a naročito u tome što je uticaj nejednakog kalibra žice time smanjen. Za to merenje potrebno je prethodno, jednom za svagda, ajhovati barometar. To bi se ajhovanje sastojalo u tome što se izmeri najpreciznijim metodama (pomoću

katetometra) pritisak, najbolje najmanji na dotičnom mestu, i njemu odgovarajući otpor žice iznad nivoa žive ili pad potencijala na tom otporu takođe pomoću najpreciznijih metoda za to merenje (Vitonov i Tomsonov most, kompenzacioni aparat). To se isto učini kod jednog drugog pritiska, najbolje kod najvećeg pritiska koji ima to mesto. Merenje nekog nepoznatog pritiska u ma kome momentu svodi se onda samo na merenje otpora žice iznad nivoa žive ili potencijalske razlike na tom otporu. Nepoznati barometarski pritisak izračunava se onda pomoću obrasca do koga je lako doći.

Za merenje manje preciznosti može se skretanje empirijski naznačiti u milimetrima žive, pa se barometarski pritisak direktno pročitati na skali galvanometra. Samo tako čitanje ne bi imalo nikakvog preimućstva, već se, naprotiv, stvar komplikuje.

Ali ako nam je stalo da registrujemo barometarski pritisak, onda ta ista stvar ima naročiti značaj. I tu će ležati glavni značaj ovog pronalaska. Kao što sam napomenuo u početku ovog izlaganja, registrovanje barometarskog pritiska nije dosadašnjim metodama potpuno zadovoljavajuće. Kao što je poznato, to se registrovanje vrši pomoću nekoliko tipova barografa, od kojih su naročito interesantni barografi sa živom a postoji veliki broj metalnih barografa — aneroidi. I pored sve duhovitosti njihovih konstruktora, nauka nije bila najzadovoljnija tim barografima.

Blagodareći savršenosti i pogodnosti električnih aparata za registrovanje, barometar konstrukcije gde je primenjen moj postupak može se upotrebiti i za barograf.

Barometar predstavljen šematski na sl. 6 može se upotrebiti i za barograf, samo u tom slučaju žice bi trebalo uzeti kraće, oko 60 mm, tako da iznad nivoa žive ostaje oko 10 mm pri najvećem atmosferskom pritisku na dotičnom mestu. Najveća nezgoda upotrebe barometra za barograf kako je predstavljen na šemi sl. 6 bila bi u menjanju nivoa žive u donjem spoljašnjem sudu. To bi se zbilja moglo konstruktivno izbeći, kad bi se presek spoljašnjeg suda uzeo toliko veći prema preseku barometarske cevi kod Toričelijeve praznine, da se varijacija stuba žive u spoljašnjem sudu može zanemariti.

Međutim mnogo je elegantnije rešenje koje je predstavljeno na šemi sl. 7. Tu je sistem žica moga postupka namešten na kraćem kraku jednog normalnog barometra, najnovijeg tipa normalnih barometara, koji je kombinovan iz suda i na lakat

koji komunicira sa atmosferom. Uticaj promene meniskusa u spoljašnjem sudu iz sl. 6 ovde je skoro potpuno eliminisan. Sem toga preimućstvo takvog rešenja naročito olakšava nameštanje sistema žica i stezalica i, još više, taj se deo može namestiti za skidanje. Samo ima ipak jedna nezgoda i kod tog rešenja, a koja se sastoji u tome što je varijacija atmosferskog pritiska na tom kraku samo polovina cele varijacije. Ali blagodareći savršenosti električnih aparata i merenje i registrovanje moći će se vršiti sasvim zgodno i dobro.

Još jedna nezgoda koja se inače javlja i kod dosadašnjih barometara i barografa sa živom, a to je uticaj temperature na širenje žive. Dobro je poznato kako se eliminiše taj uticaj kod barometara, odn. tačnije rečeno, kako se o njemu vodi računa i onda vrše korekcije. Kod barometara, gde je primenjen postupak po ovom patentu, moćiće se uvesti isto tako korekcija usled temperature. Međutim je stvar vrlo delikatna, ako se tiče registrovanja atmosferskog pritiska, naročito ako se želi postići veća preciznost.

Rešenje toga problema može se izvesti na dva načina. Po prvom načinu taj se uticaj eliminiše konstruktivno. Za to eliminisanje potrebno je da se barograf nalazi na stalnoj temperaturi, najbolje na 0°C , u jednom termostatu, koji u ovom slučaju može biti vrlo prost. Blagodareći okolnosti što se najveća količina žive nalazi u donjem sudu, što je živa dobar provodnik toplote, može se konstrukcija toga termostata svesti prosto na jedan sud u kome se nalazi komade leda pomešano sa vodom, u koji se potopi sud barometra. (Razume se, da bi stavljanjem celog barometra u termostat bolje konstrukcije, to rešenje bilo mnogo bolje). Na drugi način taj se uticaj ne bi eliminisao, već bi se o njemu vodilo računa, pa bi se vršile korekcije. Za to rešenje potrebno je znati temperaturu za svaki barometarski pritisak, a to se može vrlo lepo postići, ako se u isto vreme i na istoj hartiji registruje i temperatura pomoću jednog termografa sa električnim otporom.

Ja se nadam, da sam učinio jedan prilog problemu kojem teži barografija i manografija.

Blagodareći prostoti principa moga postupka, savršenosti električnih aparata, koje nam nauka i industrija stavljaju na raspoloženje, barograf konstrukcije po postupku iz ovog patenta biće skoro bes-

prekora. To isto važi i za monografe tipa sa živom i drugim tečnostima, na kojima će se primeniti postupak po ovom patentu. Samo, možda, barometar i manometar konstrukcije prema postupku iz ovog patenta, neće imati nekakvo naročito preimućstvo nad običnim barometrima i manometrima sa živom. Ali ako je želeli da se izbací vrlo komplikovana i skupa sprava kao što je katetometar, koji služi za precizna merenja tih pritisaka kod običnih barometara i manometara sa živom, pa se uvedu električni aparati, kao što su Vitstonov i Tomsonov most i kompenzacioni aparat, koji se često upotrebljavaju u jednoj laboratoriji još za druge raznovrsne svrhe, pa se pomoću njih vrši čitanje na barometrima i manometrima konstruisanim po postupku iz ovog patenta, onda će i ti barometri i manometri imati smisla i mesta.

Patentni zahtevi:

1. Postupak za merenje i registrovanje atmosferskog pritiska i pritisaka koji su se merili dosad manometrima sa živom i manometrima sa živom i drugim tečnostima, svih tipova (otvoreni, zatvoreni i drugi) naznačen time, što se direktno merenje svodi na merenje i registrovanje električnog otpora — ili potencijske razlike na tome otporu — jedne dobro kalibrisane i postojeće, u kontaktu sa živom, žice od materijala čiji je specifični otpor veliki, a temperaturni koeficijent otpora mali, (aa' u sl. 6) a koja je nameštena u Toričelijevoj praznini kod barometara sa živom tipa Fortin (sl. 6), ili na kraćem kraku kod barometara na lakat i barometara kombinovanih sa sudom i na lakat (sl. 7), a kod manometara na drugom kraku, koji ne komunicira sa sudom gde se nalazi gas, čiji pritisak treba meriti odnosno registrovati.

2. Postupak prema patentnom zahtevu 1, naznačen time, što se u slučaju uskih cevi sa živom, gde se otpor žive koja pokriva jedan deo žice, i pad potencijala na tom otporu ne mogu zanemariti, umeće još jedna žica (bb' sl. 6 i sl. 7) koja je donjim krajem potopljena uvek u živu, a gornji kraj ima zasebnu stezalicu pa se potencijalska razlika na prvoj žici (aa' sl. 6 i 7) svodi tačno na potencijalsku razliku koju treba meriti odnosno registrovati, a koja je obrnuto proporcionalna varijaciji živinog stuba u barometrima odnosno u manometrima.



