

Zavod za ortopedsku pomagala Medicinskog fakulteta —  
Klinički bolnički centar — Zagreb  
Predstojnik: Doc. dr Veljko Mandić

**Dr Vladimir Cvitanović**

## **FIZIKALNE OSNOVE ZA PRIMJENU ELEKTRODERMOMETRIJE U DEFEKTOLOGIJI**

U toku posljednjih pedesetak godina bilo je više nastojanja da se relativno jednostavna fizikalna pojava — kao što je promjena impedancije kože — uzme kao osnova za tumačenje fizioloških i patoloških procesa koji tu promjenu izazivaju. Suvremena medicina uopće nastoji usavršiti i proširiti objektivne mjerne metode i njima zamijeniti subjektivna zapažanja. Međutim, elektrodermometrija se nije uspjela probiti u red široko primijenjenih metoda iz nekoliko razloga:

Prvo, što se iz raznih fizioloških razloga — kao što je uzbuđenje, strah, bol i uticaj okoline — mijenja otpor kože i to različito na raznim mjestima, što je otežalo tumačenje pojave.

Drugo, što je većinom za mjerenje otpora upotrebljavana istosmjerna struja, a to u tkivu dovodi do polarizacije. Rezultati takva mjerenja ovisni su o vremenu očitovanja, pritisku mjerne sonde, veličini struje koja teče kroz tkivo itd.

Istosmjerna struja, naime, proizvodi elektrolizu tkiva kroz koje prolazi. Elektroliza, s jedne strane, a galvansko provođenje struje, s druge strane, reverzibilan su proces, pa iz toga slijedi da napon potreban za elektrolizu zavisi od veličine elektromotorne sile koju daju supstancije koje nastaju pri tom procesu. Taj se napon pojavljuje kao protusila i mora biti svladan od struje koja vrši elektrolizu. Ta pojava — pri kojoj elektrode uz pomoć kojih mjerimo kožni otpor postaju, zbog promjena na njima, polovi jednog protivno uključenog galvanskog sklopa — naziva se galvanska polarizacija.

Da bismo izbjegli tu osnovnu manu elektrodermometrijske metode odlučili smo se za primjenu izmjenične struje pri mjerenju.

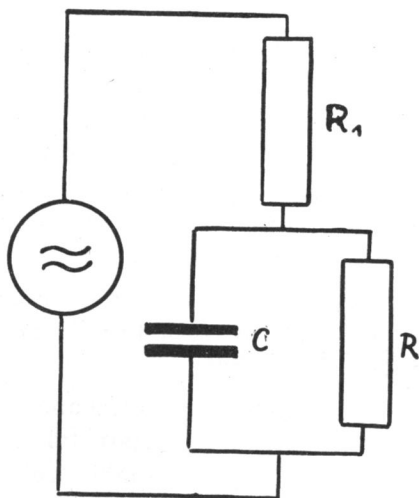
Odnos polarizacije i frekvencije izmjenične struje dan je jednadžbom:

$$R_n = \frac{R_p}{f} + R$$

gdje je:  $R_n$  = izmjerena impedancija,  $R$  = stvarna impedancija,  $R_p$  = impedancija polarizacije,  $f$  = frekvencija mjerne struje.

Iz jednadžbe je vidljivo da je poželjna što viša frekvencija, kako bi se fenomen polarizacije mogao zanemariti.

Da se vratimo pojavi električnog kožnog otpora: Kao što je fizikalno logično, živa tvar pruža kompleksan otpor prolazu električne struje. Shematski prikazana, gruba opća električna shema žive tvari izgleda ovako: Paralelan spoj omskog ( $R$ ) i kapacitivnog otpora ( $C$ ), kojem je u seriju priključen otpor za izmjeničnu struju ( $R_1$ ). (Slika 1)



Slika 1.

Većina metoda mjerenja otpora svodi se na to da se otpor koji treba mjeriti usporedi s otporom poznatog iznosa ili kombinacijom takvih otpora. U tu se svrhu upotrebljavaju otpori od specijalnih legura (manganin, konstantan), a za osobito precizne mjerne otpore zlatne slitine s nešto preko 2 posto kroma koje imaju izvjesnih prednosti i pred samim manganinom. Otpori se kombiniraju u mjerne reostate.

Klasična mjerna metoda, uvedena još od prvih dana telegrafije, jest mjerenje Wheastoneovim mostom. Bitni princip Wheastoneova mosta je taj da se u obje grane jednog strujnog razdvajanja potraže mjesta kojima odgovaraju isti električni potencijali, dakle između kojih nema nikakva napona. Ako se takva dva mjesta »premoste« osjetljivim galvanometrom,

tim »mostom« neće teći nikakva struja jer nema razlike veličine otpora (do 100.000).

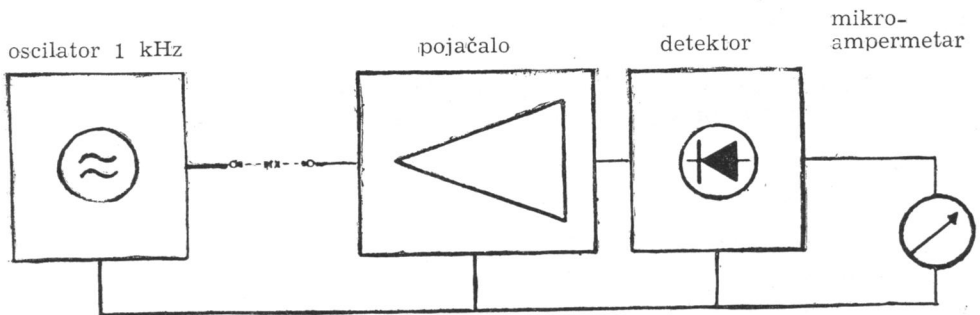
Osim Wheastoneova mosta upotrebljavaju se u tehnici mjerenja i drugi mostovi (Thompsonov itd.), a za veoma velike otpore kao i za veoma male (ispod  $10^{-1}$ ) prikladna je metoda koja se osniva direktno na Ohmovom zakonu:

$$R_x = \frac{E}{I}$$

Postoji još čitav niz manje ili više prikladnih metoda, no one se u biološkim mjerenjima rjeđe upotrebljavaju.

Za eksperimentalna mjerenja impedancije nismo imali mogućnosti da se poslužimo tvorničkim uređajem, jer naprosto takvoga na našem i na inozemnom tržištu nema, zbog specifičnosti mjerenja u medicini. Pa kao što su i ostali istraživački timovi bili prisiljeni da sami sebi pribave adekvatan instrumentarij, tako sam i ja nastojao načiniti upotrebljiv aparat za mjerenje impedancije. Prvotna koncepcija pretrpjela je u više navrata korekture, prvo radi eliminiranja mana koje su se ispoljile u radu, a zatim radi pojednostavnjenja rukovanja instrumentom.

Donosimo blok shema mjernog uređaja. (Sl. 2.)



Slika 2.

Uređaj prikazan na shemi primijenjen je u toku ove godine u velikom broju mjerenja. Njime dobiveni nalazi omogućili su nam da često postavimo dijagnoze i u slučajevima gdje bismo se inače morali zadovoljiti samo pretpostavkama. Prema stečenim iskustvima i mišljenju dr Horvata elektrodermometrijsko ispitivanje predstavlja korisnu dopunu u objektivnim dijagnostičkim metodama koje primjenjujemo u defektologiji.

## LITERATURA

- Glavan, I.: Živčane bolesti. Zagreb 1951, str. 159.
- Jasper, H.: An Improved Clinical Dermohmmeter. J. Neurosurg., 2:257, 1945.
- Korr, I. M.: Skin Resistance Patterns Associated with Visceral Disease. Fed. Proc., 8:87, 1949.
- Licht, S.: Electrodiagnosis and Electromyography. Str. 412-422., Baltimore 1961.
- Lončar, J.: Električka mjerenja. Str. 72-97, 180-189. Zagreb 1960.
- Mullard Reference Manual of Transistor Circuits. Str. 121-146.
- Raković, B.: Elektronika II. Str. 44-48. Beograd 1962.
- Thomas, P. E. and Korr, I. M.: Relationship between Sweat Gland Activity and Electrical Resistance of the Skin. J. appl. Physiol., Lo: 505, 1957.
- Van Metre, T. E.: Low Electrical Skin Resistance in the Region of Pain in Painful Acute Sinusitis. Johns Hopkins Hosp. Bull., 85:209, 1949.

L'Institut pour les appareils orthopédiques de la Faculté de médecine — Centre clinique de l'hôpital de Zagreb

Dr. Vladimir Cvitanović

### LES PRINCIPES PHYSIQUES DE L'APPLICATION DE L'ÉLECTRO-DERMOMETRIE EN DÉFECTOLOGIE

#### RÉSUMÉE

Dans l'exposé sont présentés les principes physiques du mesurage de la résistance électrique de la peau humaine à l'usage diagnostique en déféctologie. On a fait la description critique des méthodes pratiques du mesurage. Pour éviter la polarisation galvanique on a employé la méthode de mesurage à l'aide du courant alternant (la fréquence de 1 khz). Pour cela on a construit un appareil transistorisé qui a été employé avec succès à l'Institut pour les enfants et jeunes mentalement retardés »Stančić«.