

Radio industrija — Zagreb

**Inž. Vinko Arambašin,**

tehnički savjetnik Zavoda za fonetiku Filozofskog fakulteta u Zagrebu

Institut »Ruđer Bošković« — Zagreb

**Dr Inž. Branko Leskovar,**

tehnički savjetnik Instituta za fonetiku Filozofskog fakulteta u Zagrebu

## **ELEKTRONSKI UREĐAJI VERBOTONALNOG SISTEMA**

Verbotonalni sistem koji polazi od percepcije kao osnovne karike u komunikacionom lancu razvio je ne samo funkcionalne testove, tj. ljudski glas kao kriterij za osjetljivost na visine, već je i elektronicu postavio zadatak da izradi uređaje koji će moći izvršiti prenos govora u funkciji najbolje percepcije govornih glasova.

Smatrajući da je ljudski glas najvažniji element koji treba da se u komunikacionom lancu prenosi sugovorniku, taj sistem je zahtijevao da se izrade uređaji za liminarna i supraliminarna ispitivanja sluha i općenito percepcije pomoću ljudskog govora, a ne pomoću nekih analognih formi kao što su čisti ton, šum ili slično, koje mi **spekulacijom na bazi analiza identificiramo s ljudskim glasom ne poznavajući zapravo još ni do danas što je bitno u ljudskom glasu da on bude ljudski glas.**

Iskustva s aparatima složenim za ispitivanje percepcije pokazala su da se isti aparati zamišljeni za ispitivanje mogu uz male modifikacije koristiti za rehabilitaciju. Iskustva su dalje pokazala i dokazala da lica oštećena sluha (naročito lica s perceptivnom gluhoćom) najbolje razumiju govor ako se on prenosi preko područja koja su ostala najmanje oštećena; elektronički uređaji verbotonalnog sistema treba da omoguće bogat izbor ograničenih i neograničenih područja u kontinuiranoj i diskontinuiranoj formi sa stanovišta frekvencija, amplitude i vremena transmisije.

Druga je opasnost, o kojoj je verbotonalni sistem vodio računa, da opet našom **spekulacijom ne smatramo da je patološki slušni sistem u stvari amputirani zdravi slušni sistem** (za kojeg, također, iskreno rečeno ne znamo još tačno kako funkcioniše). Patološki slušni sistem ima svoju vlastitu strukturu i o tome treba uvijek voditi računa.

Zbog toga elektronički uređaji verbotonalnog sistema uz linearne akustičke karakteristike treba da posjeduju i mogućnosti modificiranja transmisijskog kanala, te mogućnosti eliminiranja raznih frekvencijskih područja i da vrše **promjene koje normalnom zdravom slušnom sistemu izgledaju deformacije i**

**smanjene informacije.** Kod teško oštećenog čovječjeg optimalnog transmisivskog sistema zvučnih informacija, tj. slušnog sistema, još uvijek zvučne informacije glasa čovjek može percipirati čitavim svojim tijelom. Zbog toga uređaji verbotonalnog sistema imaju, također, mogućnosti da prenesu uz niske frekvencije i vrlo niske (infrazvučne) jer je na te frekvencije ljudsko tijelo najviše osjetljivo.

Vremenski slijed pristizanja pojedinih područja frekvencija u informaciji, također, je od velike važnosti da bi patološki slušni sistem mogao integrirati i strukturirati emitiranu informaciju tako da uređaji moraju imati mogućnost kontroliranja i tog parametra.

Sada bih ukratko opisao aparature s tehničkog aspekta na što moguće pristupačniji način.

**Verbotonalni audiometar** je aparat pomoću kojeg se ispituje sluh na frekvencije govornih glasova. Audiometar se sastoji od dva dijela: izvora zvuka i mjernog aparata.

Izvor zvuka je obično magnetofonska vrpca koja reproducira prethodno snimljeni tekst koji sadrži glasove govora (logatome) propuštene kroz ograničena frekvencijska područja. Ti su logatomi izabrani tako da pokrivaju gotovo čitav frekvencijski spektar ljudskog glasa.

Izvor zvuka povezan je s mjernim aparatom, tj. sa dva atenuatora od kojih jedan guši do 10 decibela (po 1 decibel), a drugi do 100 decibela (po 10 decibela). Prema srednjoj vrijednosti praga normalnog sluha određuje se tzv. nulti nivo. Verbotonalni audiogram osobe oštećena sluha pokazuje nam time razlike osjetljivosti između patološkog i normalnog uha prema kompleksnim frekvencijama govornih glasova.

**SUVAG I** je aparat koji omogućava stvaranje optimalnog slušnog polja koje je naročito tipično za velika oštećenja slušnog sistema. Aparat pojačava frekvencije glasa 15 oktava počevši od 0,5 Hz. S tehničkog gledišta SUVAG I je pojačalo koje se sastoji od izmjenično vezanih istosmjernih pojačala. Cjelokupno pojačanje iznosi otprilike 75 db. Izlazna snaga oko 200 mW.

U cilju pojačanja snage služimo se izlaznim pojačalom vezanim na izlaz SUVAG I. Ovo dodatno pojačalo služi:

- a) za grupni rad u razredu
- b) za rad s vibratorom
- c) za rad s filterima,

jer između ta dva aparata mogu se uključiti nisko propusni filtri koji imaju slijedeće granične frekvencije: 600 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz i 3000 Hz. Moguće je mijenjati strmine gušenja filtera.

**SUVAG II** je aparat koji omogućuje postizanje optimalnih slušnih polja koja odgovaraju naročito potrebama nagluhih. Slušanjem govora preko optimalnog polja, dobivenog pomoću aparata, vrši se rehabilitacija i ostvaruje se poboljšanje razumljivosti. Ovaj fenomen može ostati trajno i kod slušanja preko golog uha. U drugim slučajevima aparat se pokazao kao naročito koristan za određivanje individualne slušne proteze. Zvučne karakteristike proteza podešavaju se u funkciji karakteristika koje nakon rehabilitacije omogućavaju patološkom uhu najbolje slušanje. S tehničkog gledišta SUVAG II se sastoji od pretpojačala, izlaznog pojačala, međupojačala i sistema filtera. Na pretpojačalo se priključuje mikrofonski ili magnetofonski.

Tri međupojačala napajaju filtere. Svako od tih pojačala ima vlastitu regulaciju nivoa. Filteri su sljedećih tipova: pojasni, niskopropusni i visokopropusni. Karakteristične frekvencije su 75, 150, 300, 600, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 i 8000 Hz. Postoji mogućnost neovisnog modificiranja strmine gušenja filtera, jednih kontinuirano, a drugih za po 6, 12, 18, 28 i 60 db po oktavi.

Budući da je moguće, zahvaljujući sklopu međupojačala i filtera, istovremeno uključiti četiri razna tipa filtera sa četiri različita nivoa, ovaj aparat pruža mogućnost sinteze velikog broja frekventnih karakteristika. Maksimalna snaga je otprilike 10 W na izlaznim impedancijama od 2 do 200 Ohma.

**SUVAG-LINGUA** je elektronski aparat pomoću kojeg se može modificirati frekventna karakteristika akustičkog lanca između govornika i slušaoca (emisijska-percepcija) na takav način da se postignu optimalna frekventna područja. Ovaj aparat upotrebljava se u naučnim laboratorijama i školama za korekciju mana govora i za ispravno slušanje glasova stranog jezika.

Pedagogu iz stranih jezika taj je aparat tehničko pomagalo pomoću kojeg omogućuje đaku da uoči razlike u fonemima stranog i svog materinjeg jezika. Tako se omogućava đaku da preko optimalnog frekventnog područja čuje ispravno određeni fonem stranog jezika i da ga nakon toga i sam ispravno izgovori. Osim mogućnosti odabiranja optimalnih frekventnih područja, koja mogu biti frekventno diskontinuirana ili kontinuirana, aparat ima mogućnosti da slušaocu-đaku prenese samo ritam govora (niske frekvencije) i da »stimulira« đaka preko tog važnog jezičnog faktora.

**Karakteristike:** u tehničkom pogledu Suvag-Lingua se sastoji iz

1. pretpojačala,
2. nisko propusnih, visoko propusnih i oktavnih filtera,
3. pojačala sumiranja i izlaznog pojačala.

Na pretpojačalo se mogu priključiti dinamički mikrofoni, kao i magnetofoni. Pretpojačalo napaja niz oktavnih niski i visoko propusnih filtera koji se po želji mogu uključiti u elektroakustički lanac. Istovremeno se mogu uključiti jedan, dva ili više filtera. Odogovarajućim potencijetrom svakog filtera njegovu se djelovanje po želji može povećati ili smanjiti. Filtersko djelovanje može se poništiti u potpunosti ili djelomično jednim posebnim potencijetrom koji propušta čitav frekventni spektar pojačala. Upotrebom nekoliko neovisnih filtera, koji se svaki za sebe daje regulirati i uključiti u pojačalo, ovim se aparatom može postići velik broj razolikih frekventnih karakteristika. Izlazi filtera spojeni su na pojačalo sumiranja i preko jednog potencijetra kojim se regulira ukupna glasnoća, napaja se izlazno pojačalo. Na izlazno pojačalo mogu se priključiti zvučnik, jedna ili više slušalica, tako da ovaj aparat može služiti za individualan rad, kao i za rad u grupi odnosno laboratoriji.

**Proteza za teško gluhe osobe.** Na principima gore izloženih aparata izrađena je prenosna tranzistoripirana proteza čija frekventna karakteristika s pretpojačalom ide od 8 Hz do 28 kHz. Snaga proteze je 4 W vršno za rad s vibratorom. Uvjet izrade te proteze bila je izrada pogodnog malenog, a dovoljno snažnog vibratora. S obzirom da je ta proteza u toku ispitivanja, o njoj bih vam detaljnije govorio drugom prilikom. Na kraju stečenih iskustava u re- edukaciji izražuju se i neki novi aparati. Aparati i sistem evoluiraju. Međutim, ako su ovi do sada izrađeni aparati pomogli gluhim osobama, a naročito djeci, trud se isplatio i elektronika je zaslužila pohvalu koju smo jučer čuli od druga **Jurasa**.

Radio Industry, Zagreb

**Ing. Vinko Arambašin,**

Technical adviser to the Phonetic Institute Faculty of Arts, Zagreb

Institute »Ruder Bošković«, Zagreb

**Dr. Ing. Branko Leskovar,**

Technical adviser to the Phonetic Institute Faculty of Arts, Zagreb

## THE ELECTRONIC APPARATUSES OF THE VERBOTONAL SYSTEM

### SUMMARY

The verbotonal system which starts from perception as the fundamental link in the communication chain, has developed not only functional tests (the human voice as the criterion for the sensitiveness of high pitches) but has also entrusted the engineering branch with the task of constructing electronic apparatuses which will be able to carry out the transmission of speech in the function of the best perception of speech sounds. As the verbotonal system has proved that persons with impaired hearing (especially persons with perceptual deafness) understand speech best if it is transferred by way of the regions that have remained optimum to the damaged ear, the electronic apparatuses of the verbotonal system should enable a rich selection of limited frequencies of the regions in continued and discontinued form from the viewpoint of frequency, time and intensity.

To that end the electronic apparatuses of the verbotonal system besides linear acoustic characteristics should also possess possibilities of linear modifications of the transmission channel and possibilities of eliminating various frequency zones.

The verbotonal system has further stressed the importance of bodily conductivity of sound of the human voice, which can also be verified by perception. Consequently apparatuses of the verbotonal system have the possibility of transmitting very low pitches (also infra sonorous) and low pitches, because the human body reacts most to those very frequencies.

In the discussion there is a description of the apparatuses which have been constructed according to the requirements of the verbotonal system as 1) Verbotonal audiometry 2) Infrasound amplifier 3) A description of the technical realisation is given which make possible a) the elimination of individual frequency regions b) the use of individual frequency regions and their combined use c) simultaneous discontinuity in time, frequencies and intensity.