

# AKUSTIČKI DISKRIMINATOR GLASOVA<sup>1</sup>

Mladen Heđever

Fakultet za defektologiju  
Sveučilište u Zagrebu

Prethodno saopćenje  
UDK: 376,36  
Prispjelo: 19. 04. 1985.

## SAŽETAK

Akustički diskriminator glasova (ADG) je uređaj koji omogućuje bolje i lakše razlikovanje pojedinih glasova s obzirom na njihove psiho—akustičke i perceptivne karakteristike. Uređaj je pogodan za učenje i korekciju izgovora pojedinih glasova te se može koristiti u rehabilitaciji poremećaja govora i slušanja. Osim pojedinačnih glasova ADG omogućuje bolju diskriminaciju različitih auditivno—akustičkih karakteristika govora, npr. nazalnost, zvučnost, ritam i maksimalnu razumljivost govora. Terapija pomoću ADG—a odvija se kroz tri faze. U prvoj fazi vršimo maksimalno gušenje frekvencijskog pojasa (auditivna redukcija) u kojem se nalazi pogrešan glas. Cilj ove faze je redukcija navike pogrešnog slušanja. U drugoj fazi pojačavamo frekvencijski pojas ispravnog glasa tako da se poremećeni i ispravni glas nalaze u maksimalnoj opoziciji (akustička diskriminacija). Kada smo dobili pravilan glas, prelazimo u treću fazu. U toj fazi utvrđujemo novi glas (fiksacija glasa) tako da kontinuirano smanjujemo intenzitet filtriranja. Kada se krivulja filtriranja približi linearnom propuštanju svih frekvencija, upotreba ADG—a više nije potrebna, Korekcija je završena ako pacijent ispravno koristi novi glas u spontanom govoru bez upotrebe ADG—a.

## 1. UVOD

Svaki govorni poremećaj ima specifične karakteristike, a kod većine poremećaja najočljivije su akustičke promjene. Izuzetak su senzorni tipovi afazija gdje u akustičkom smislu nisu poremećene frekvencije (nema distorzija u artikulaciji). Isto tako kod mucanja nema izrazitih frekvencijskih distorzija i uglavnom su poremećeni tranzijenti i dinamika govora (intenzitetske i vremenske promjene). Svi ostali poremećaji očituju se kao distorzije i supstitucije frekvencijskog spektra pa su zato pogodni za filtarsku korekciju.

Upotreba elektroakustičkih filtara nije dovoljno prisutna u logopedskoj praksi. U našoj zemlji uglavnom se koriste uređaji SUVAG LINGUA i Kostićev višekanalni filtarski sustav. Poznatiji svjetski proizvođači logopedске opreme (Madsen Electronics, Kay Elemetrics, Siemens, Voice Identification, Behavioral Controls)<sup>2</sup> više proizvode uređaje za polisenzornu stimulaciju dajući prednost vizualiziranju (a ne slušanju) govora. Takav trend video—stimulacije vjerojatno se zasniva na činjenici da su najčešće poremećeni glasovi frikativi i afrikate, koji su, uzevši globalno, više ekstra—auditivni negoli auditivni. Više detalja o

<sup>1</sup> Akustički diskriminator glasova (Skrraćeno ADG) je uređaj koji je prikazan i nagrađen brončanom plakatom na izložbi izuma, tehničkih unapređenja i noviteta „INOVA '84“.

<sup>2</sup> Detaljniji podaci o uređajima mogu se dobiti na uvid kod autora.

auditivnim i ekstrauditivnim karakteristikama glasova dali su Škarić (1967) i Vuletić (1971, 1973).

Akustički diskriminator glasova (ADG) prikazan u ovom radu složen je filtarski sustav namijenjen korekciji govornih poremećaja. Rad uređaja zasniva se na fiziološko—akustičkim osobinama govora i slušanja, a po svojim se tehničkim i radnim karakteristikama razlikuje od sličnih uređaja. Tehnička izvedba ADG—a omogućuje njegovo povezivanje s drugim perifernim sklopovima koji mogu poslužiti za dodatnu indikaciju i vizualnu stimulaciju.<sup>3</sup>

## 2. FIZIO—AKUSTIČKE KARAKTERISTIKE GOVORA I SLUHA

### 2. 1. Fon i decibel

U opisu tehničkih karakteristika ADG—a kao jedinicu za izražavanje intenzitetskih odnosa koristio sam decibel. Međutim, kada se radi o akustičkim karakteristikama govora, pogodnije je koristiti fon kao jedinicu za razinu glasnoće. Uspoređivanje fonskih i decibelskih vrijednosti može se vršiti prema dijagramu izifona (krivulja jednake glasnoće). Izifonske krivulje izjednačuju fone i decibele na frekvenciji od 1000 Hz, dok je za ostale frekvencije svaka izofona prilagođena fiziološkim karakteristikama sluha i poprima različite decibelske vrijednosti ovisno o frekvenciji. Zato se i poznati Weber—Fechnerov zakon, po kojem intenzitet osjeta raste proporcionalno s logaritmom intenziteta fizikalnog podražaja, može smatrati samo djelomično točnim (u području oko 1 kHz).

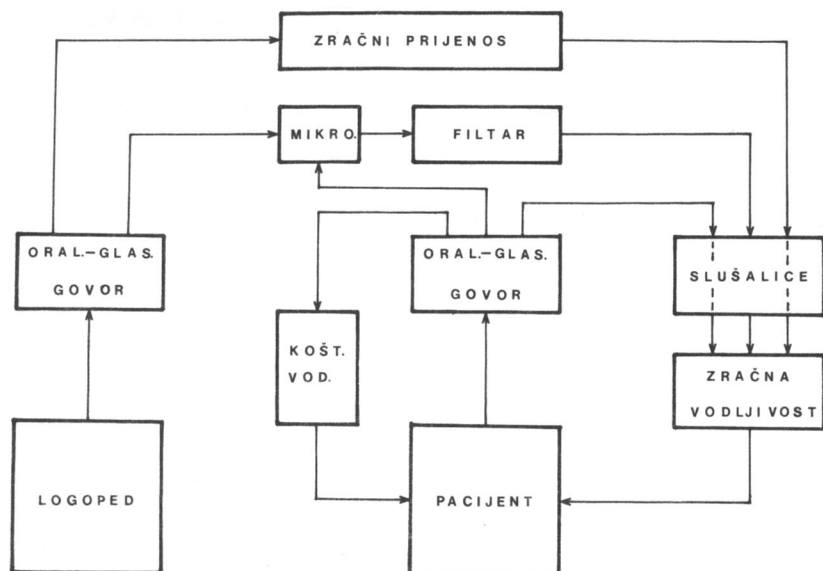
### 2. 2. Optimalna glasnoća govora

Detaljni podaci o karakteristikama govora i slušanja mogu se pronaći u literaturi iz područja akustike i audiologije, kao npr. Jelaković (1978) i Simonović (1977). Zato ću spomenuti samo one podatke koji su bitni za razumijevanje ovog reda.

Logopedaska korekcija govora odvija se tako da se logoped i pacijent nalaze vrlo blizu jedan nasuprot drugom (dobar audio—vizuelni kontakt). Ako u terapiji koristimo neki elektroakustički uređaj (najčešće filtarski sustav), pacijent ne percipira samo filtrirani signal već i prirodan (nefiltrirani) zvuk govora logopeda. Taj nefiltrirani zvuk utječe na oblikovanje frekvencijsko—intenzitetskih karakteristika zvuka koji pacijent konačno percipira. Promjene su još veće kada se radi o autokorekciji govora zbog utjecaja koštane vodljivosti na koju ne možemo djelovati izvana.

Na Sl. 1. shematski je prikazan lanac prijenosa zvuka govora na relaciji logoped — pacijent i pacijent — pacijent (autokorekcija govora). Shema prikazuje sve kanale prijenosa zvuka govora koji značajno utječu na konačnu percepciju govora. Ovdje je npr. izostavljena koštana vodljivost pacijenta za zvuk koji dolazi iz okoline jer je za 50 fona slabija od zračne vodljivosti, ali je ta koštana vodljivost značajna za percipiranje vlastitog govora (slabija je 30 fona od zračne vodljivosti). Jelaković (1978, 63) kaže: „Činjenica da kosti prenose zvuk ima veliko značenje pri slušanju vlastitog glasa. Otpor koji zvuku pružaju kosti lubanje na različitim je frekvencijama različit. Zbog toga dio govora što do uha stiže preko kostiju glave zvuči drukčije

<sup>3</sup> Spomenuti dodatni sklopovi bit će prikazani u jednom od idućih radova.



Sl. 1 Shematski prikaz lanca prijenosa zvuka govora u logopedskoj terapiji.

nego onaj koji se prenosi zrakom. To je razlog da svoj glas snimljen i reproduciran preko magnetofona jedva možemo prepoznati kada ga prvi put čujemo." Prosječna glasnoća zvuka govora je 55 fona. U normalnim uvjetima ona je optimalna za slušanje. Svako smanjenje ili povećanje glasnoće znači ujedno i udaljavanje od fiziološkog optimuma slušanja. Zvuk govora prilagođen je osobinama sluha i zato u logopedskoj terapiji treba paziti na intenzitetsko–fiziološki optimum slušanja kod pacijenta. Škarić (1982, 191) kaže: „Lakoća razumijevanja govora u skladu je s glasnoćom koju slušač prima, pa će zato govornik nastojati govoriti toliko glasno koliko je potrebno da mu govor bude lako razumljiv. Međutim, iznad određene jačine glasnoća postaje nametljiva, zaglušuje slušača i remeti mu misli.“

Svako pojačavanje zvučne stimulacije

iznad fiziološkog optimuma slušanja odražava se negativno na govor. Ako kod osobe normalnog sluha izvršimo preko slušalice zaglušivanje (maskiranje) nekim zvukom, tada će doći do povišenja intenziteta govora dotične osobe. Ta je pojava poznata kao Lombardov efekt. Druga pojava vezana uz govor i slušanje je tzv. „sidetone amplification“ efekt, a očituje se kao smanjenje glasnoće govora ako pojačamo intenzitet stimulacije slušne povratne sprege. Spomenuti efekti pokazuju da slušna povratna sprega kontrolira glasnoću govora. Chang, Pick i Siegel (1975) su utvrdili da na svaka 2 dB pojačanja govornog feed–backa (sidetone) razina glasnoće stvarnog govora opada za 1 dB. To je još jedan razlog da u filtarskoj korekciji govora ne prelazimo intenzitetski optimum jer će pacijent govoriti to tiše što je intenzitet stimulacije veći.

Tih govori gube čvrstoću i kvalitetu artikulacije, a to umanjuje uspješnost terapije. Nepravilnom upotrebom elektroakustičkih uređaja možemo načiniti više štete nego koristi u korekciji govornih poremećaja. To bi trebao biti važan razlog da se u logopediji obrati još više pažnje proučavanju elektroakustike, akustike govora i slušne akustike.

### 2. 3. Filtriranje i slušanje govornog zvuka

Elektroakustička pomagala su korisna u korekciji govornih poremećaja, ali moramo ih znati pravilno primijeniti. Nije dovoljno poznavati samo parametre filtra, nego treba znati procijeniti kako će stvarno izgledati „zvučna slika“ koju pacijent percipira. Slušalice na glavi pacijenta prigušuju intenzitet zvuka iz okoline za 20 fona (prosječna vrijednost). Ako logoped govori glasnoćom od 55 fona, pacijent sa slušalicama čuje taj govor intenzitetom od 35 fona (zbog prigušenja slušalice od 20 fona). Kada je elektroakustički uređaj uključen, treba paziti da intenzitet na slušalicama ne prelazi 55 fona (teoretski) kako ne bi došlo do nepoželjnog „side-tone amplification“ efekta. To znači da izvor filtriranog signala ima razinu 55 fona, a intenzitetska razina vanjskog zvuka na pacijentovom uhu iznosi 35 fona, odnosno da dinamika krivulje slušanja iznosi samo 20 fona. Dakle, u korekciji govora može zadovoljiti filter s dinamikom od 20 dB, a povećanje dinamike filtra ne utječe bitno na promjenu „zvučne slike“ percipiranog zvuka. Bez obzira da li koristimo filtre s dinamikom od 25, 60 ili 100 dB, stvarna dinamika slušanja bit će uvijek samo 20 dB. Iako u normalnom govoru

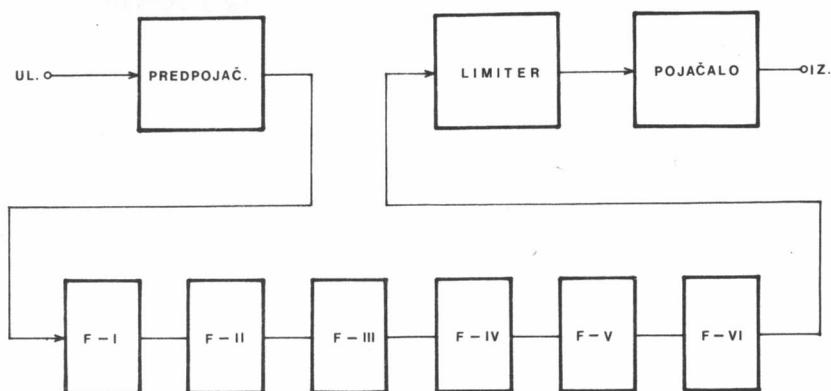
intenzitet varira (dinamika govora), dinamika slušanja (suma filtriranog i nefiltriranog signala) bitno se ne mijenja.

## 3. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE ADG—a

### 3. 1. Parametarski ekvalizator

Kao što je već spomenuto, u korekciji govora može zadovoljiti filter s minimalnom oktavnim dinamikom od 20 dB. Slijedeće poželjne karakteristike filtra u korekciji govora su: mogućnost promjene selektivnosti filtra, mogućnost biranja odgovarajućih frekvencijskih pojaseva i mogućnost promjene pojačanja ili gušenja tih pojaseva. Važan uvjet prije gradnje ADG—a bila je cijena koštanja izgradnje filtra. Tim zahtjevima udovoljava ekvalizator s kontinuirano promjenljivim parametrima autora M. Krajnovića (1980). Cijeli uređaj građen je u integriranoj tehnici primjenom linearnih operacijskih pojačala što osigurava nisku i ekonomski konkurentnu cijenu, a uređaj istodobno udovoljava oštrim kriterijima kvalitete. Taj parametarski ekvalizator ima mogućnost kontinuirane promjene svih parametara filtra, a to su: promjena frekvencije ( $\omega$ ), promjena faktora dobrote filtra ( $Q$ ) i mogućnost promjene pojačanja/gušenja filtra ( $A_v$ ). Autor navodi ove mogućnosti primjene ekvalizatora:

- linearizacija akustičkog prostora,
- korekcija frekvencijske karakteristike zvučnog sustava,
- korekcija frekvencijske karakteristike glazbenih instrumenata,
- smanjenje pozitivne akustičke reakcije,



Sl. 2. Blok–shema ADG–a.

- povećanje razumljivosti govora,
- korekcija glasovnih i govornih mana,
- potiskivanje smetnji na komunikacijskim linijama,
- izofonska korekcija,
- dobivanje tonskih efekata.

Krajnovičev ekvalizator sastoji se od četri serijski spojena filterska sklopa. Uređajem se može izdvojiti bilo koja rezonantna frekvencija ( $f_0$ ) u rasponu od 31 Hz do 16 kHz. Promjena Q faktora kreće se u granicama od 1 do 8, a to je ujedno i promjena selektivnosti filtra s kontinuiranom promjenom širine pojasa u rasponu od 1,5 oktave do 1/4 oktave. Pri tome je moguća i kontinuirana promjena pojačanja/gušenja od  $\pm 11$  dB ( $Q=1$ ) do  $\pm 33$  dB ( $Q=8$ ).

ADG je modificirana i proširena varijanta parametarskog ekvalizatora. Naime, kako je namjena ADG–a vezana uz teškoće glasa i govora, bile su nužne neke tehničke promjene koje udovoljavaju specifičnim zahtjevima akustike govora i slušanja. ADG sadrži ukupno šest serijskih povezanih filtara (Sl. 2.). Umjesto kontinuirane promjene frekvencije svaki filter može izdvojiti tri fiksna, točno određena

frekvencijska pojasa koji odgovaraju pojednim optimalama glasa. Svaka izdvojena optimala može se još i kontinuirano pomicati u oba smjera pola oktave. Ateuatorom se mogu birati po dvije razine gušenja ili pojačanja kao i srednji, neutralni položaj (linearno propuštanje svih frekvencija). Svaki položaj pojedinog ateuatora signaliziran je odgovarajućom LED–indikacijom koja omogućuje uočavanje bitnih karakteristika odabrane krivulje. Promjena Q faktora kod ADG–a kreće se u granicama od:  $Q=1,4$  (širina pojasa od jedne oktave) pa do  $Q=4,3$ , gdje širina pojasa iznosi trećinu oktave (tercno filtriranje). Dakle, s kontinuiranom promjenom Q faktora ADG prelazi od oktavnog preko poluoctavnog u tercni filter. Pri tome maksimalno pojačanje/gušenje ( $A_V$ ) rezonantne frekvencije ( $f_0$ ) iznosi:

$$A_{\text{okt.}} = \pm 19 \text{ dB}$$

$$A_{\text{p.okt.}} = \pm 25 \text{ dB}$$

$$A_{\text{terc.}} = \pm 30 \text{ dB}$$

Iz toga proizlazi da je pojačanje/gušenje pojasa ( $-3$  dB) kod oktave  $\pm 16$  dB,

poluoktave  $\pm 22$  dB i terce  $\pm 27$  dB. Promjena Q faktora izvedena je kliznim („šiber“) potenciometrima koji su vertikalno postavljeni na komandnoj ploči ADG—a što je inače karakteristika tzv. grafičkih ekvalizatora. Zbog takve izvedbe komandne ploče imamo i zorno (grafičku) predodžbu filtarske krivulje što je vrlo važno u logopedskom radu.

### 3.2. Limiter intenziteta

Sastavni dio ADG—a je limiter intenziteta. To je poseban elektronički sklop koji se nalazi iza filtarskog sustava a ima zadaću da ograniči maksimalne amplitude izlaznog signala. Naime, ako npr. dvije susjedne terce maksimalno prigušimo, a druge dvije istovremeno maksimalno pojačamo, tada dinamika krivulje može doseći i 70 dB. Tada vrhovi amplituda (pikovi) mogu biti intenziteti neugodni za slušanje i zato ih treba ograničiti (limitirati) na razinu koja neće prelaziti fiziološki optimum slušanja. Limiter ne smanjuje dinamiku krivulje, nego ravnomjerno snižava naponsku razinu cjelokupnog signala u trajanju od 1 – 4 s. Potenciometrom se može po želji udesiti intenzitetska razina aktiviranja limitera nakon čega se on automatski uključuje. Kontrola razina signala vrši se digitalno. Logički sklop smanjuje analogni signal skokovito za  $-6$  dB,  $-12$  dB,  $-18$  dB i  $-30$  dB. Ako smanjenje signala iznosi  $-6$  dB, tada je vrijeme limitiranja ograničeno na jednu sekundu, odnosno ako je smanjenje  $-30$  dB, tada vrijeme limitiranja iznosi 4 s. Da li će prigušenje biti manje i kraće ili veće i duže, ovisi o amplitudi filtriranog signala i prilagođenosti potenciometra. Automatsko

uključenje limitera signalizirano je LED—indikatorom.

### 3.3. Radne mogućnosti ADG—a

ADG može izdvojiti ukupno 18 frekvencijskih pojaseva koji su prikazani tabelarno kao oktave ( $f_1$  početna, a  $f_2$  krajnja frekvencija oktave) s pripadajućom rezonantnom frekvencijom ( $f_o$ ) koja se izračunava po formuli:

$$f_o = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$$

Izuzetak su pojasevi označeni sa  $x_1 \dots x_4$  gdje pojačani pojasevi  $x_1+x_2+x_4$  daju maksimalnu razumljivost govora muškarca, a  $x_1+x_3+x_4$  daju maksimalnu razumljivost za govor žene.

Tablica 1.

Frekvencijski pojasevi ADG—a s pripadajućim rezonantnim frekvencijama.

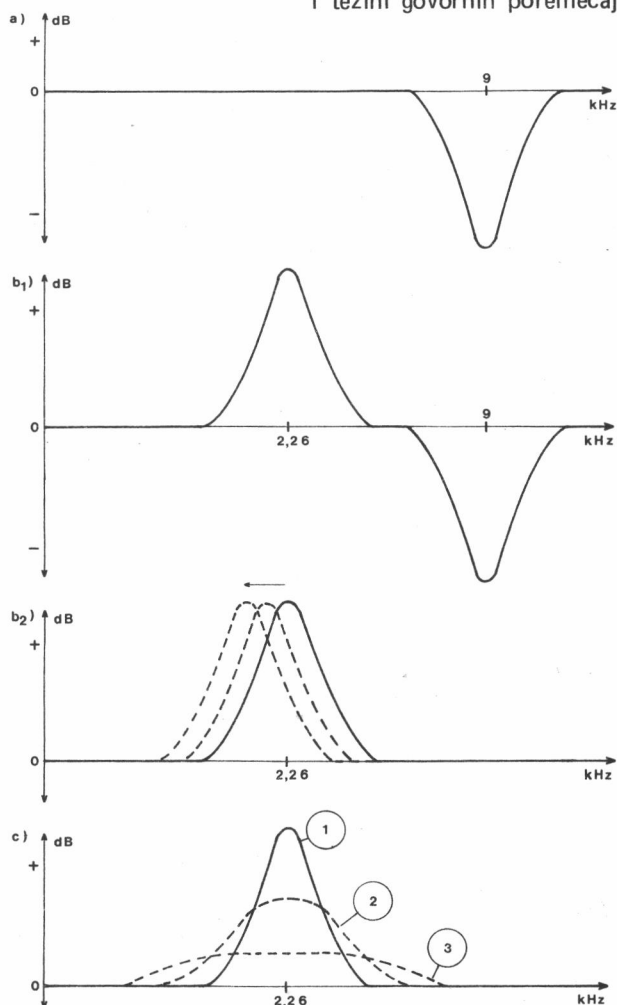
	$f_1$	$f_2$	$f_o$	filter
	88	176	185	
	150	300	212	I
	200	400	283	
$x_1$	300	400	346	
	300	600	424	II
	400	800	566	
$x_2$	800	1600	1131	
	900	1700	1236	III
	1200	2400	1697	
$x_3$	600	1200	849	
	1100	1900	1446	IV
	1600	3200	2263	
$x_4$	2500	3000	2739	
	2400	4800	3394	V
	4800	9600	6788	
	3200	6400	4525	
	6400	12800	9051	VI
	8800	17600	12500	

Uređaj može istovremeno izdvojiti do 6 optimala (toliko ima filtara). Pri tome su moguće sve kombinacije parametara kod svih izdvojenih optimala. Tako npr. možemo prigušiti najnižu i najvišu oktavu, a istovremeno pojačati treće za maksimalnu razumljivost govora. Zbog velikih mogućnosti promjene parametara, pomoću

ADG—a mogu se ostvariti nekoliko tisuća različitih frekvencijsko—intenzitetskih krivulja u rasponu od 20 Hz do 20 kHz s dinamikom od 0 do 60 dB.

#### 4. PRIMJENA ADG—a

Način primjene ADG—a ovisi o vrsti i težini govornih poremećaja. U nekim će



Sl. 3.

Primjer korekcije glasa (š) koji je supstituiran s glasom (s). Prikazane su sve tri faze (a, b, c).

slučajevima korekcija biti složenija (više faza terapije), a ako je poremećaj lakši, i korekcija će biti jednostavnija. Kako se u praksi najčešće susrećemo s poremećajima artikulacije koji se očituju kao supstitucije i distorzije glasova, postupak korekcije pomoću ADG—a odvija se kroz tri osnovne faze:

1. Auditivna redukcija poremećenog glasa,
2. Akustička diskriminacija poremećenog i pravilnog glasa,
3. Fiksacija glasa.

U prvoj fazi pronalazimo pomoću ADG—a optimalu poremećenog glasa. Najlakše ćemo je pronaći tako da pojačamo optimalu onog glasa koji je zvučno najbližnji poremećenom glasu. Zatim, kontinuiranim pomicanjem optimalne (k nižim ili višim frekvencijama) određujemo točno mjesto greške. Nakon pronalaženja pogrešne optimalne prebacujemo atenuator u položaj za maksimalno gušenje i udešavamo Q faktor tako da postignemo što potpuniju auditivnu redukciju (prigušivanje) „isključivanje i zaboravljanje” pogrešnog glasa. Kada pacijent postane dovoljno indiferentan prema pogrešnom glasu (razbijena je stara slušna navika), prelazi se u drugu fazu korekcije.

U drugoj fazi postupak korekcije ovisi o tome da li se radi o supstituciji (ili jakim distorzijama) ili je poremećaj u obliku lakših distorzija. Kod supstitucija zadržavamo i dalje gušenje greške, a uz to intenzitetski pojačamo optimalu (uz podešavanje Q faktora) glasa koji tražimo (Sl. 3.b<sub>1</sub>). Kod lakših distorzija linearno propuštamo cijeli spektar uz pojačanje optimalne kojoj možemo pomaknuti rezonantni vrh u smjeru suprotnom od greške (uz povećanje Q faktora) (Sl. 3.b<sub>2</sub>). Kada

dobijemo traženi glas, prelazimo u treću fazu korekcije.

U trećoj fazi zadržavamo pojačanu standardnu optimalu. U toku te faze postupno smanjujemo Q faktor (širimo propusni pojas i smanjujemo dinamiku filtarske krivulje) (Sl. 3.c<sub>1-3</sub>). Kada smo fiksirali glas na vrlo blagoj, gotovo linearnoj krivulji (c<sub>3</sub>), upotreba filtra nije više nužna. Postupak fiksacije dovršava se bez ADG—a.

## 5. REZULTATI I DISKUSIJA

ADG koristimo eksperimentalno u Zavedu za zaštitu majki i djece, Zagreb. Za sada imamo samo prototip uređaja koji ne predstavlja konačno tehničko rješenje ADG—a pa su moguće i neke promjene. Još se ne mogu dati znanstveno verificirani rezultati o uspješnosti primjene ADG—a jer to prelazi materijalne i fizičke mogućnosti autora. Ipak, treba konstatirati da se tehničko rješenje i primjena ADG—a temelje na:

1. znanstvenim spoznajama o psihološko—akustičkim karakteristikama glasa, govora i slušanja,
2. upotrebi parametarskog ekvalizatorskog sustava koji zasad predstavlja najkreativnije rješenje u području filtarske tehnologije.

U skladu s navedenim konstatacijama mogu se očekivati pozitivni rezultati upotrebe ADG—a u logopedskoj praksi. Dosadašnja upotreba ADG—a dala je vrlo dobre rezultate u korekciji dislalija kod kojih je uređaj uglavnom i korišten. Uređajem se rukuje vrlo jednostavno i brzo što omogućuje svakom logopedu da lako ovlada upotrebom ADG—a.



## LITERATURA

1. Chang—Yit R., Pick H. L., Siegel G. M.: Reliability of Sidetone Amplification Effect In Vocal Intensity. *Journal of Communication Disorders*, Vol. 8, Nr. 4, New York, 1975, 317–324.
2. Jelaković T.: *Zvuk. Sluh. Arhitektonska akustika*. Školska knjiga, Zagreb, 1978.
3. Krajnović M.: *Ekvalizator s kontinuirano promjenjivim parametrima*, Elektrotehničar, br. 6, Zagreb, 1980, 171–174.
4. Parkins W. H.: *Phonologic—Articulatory Disorders*. Thieme—Stratton Inc., New York, 1983.
5. Simonović M.: *Audiologija—I. Savremena administracija*, Beograd, 1977.
6. Škarić I.: *Artikulacijska optimala glasa*, *Govor*, br. 1, Zagreb, 1967, 40–45.
7. Škarić I.: *U potrazi za izgubljenim govorom*, Školska knjiga, Zagreb, 1982.
8. Vuletić Dušanka: *Ekstrauditivni osjet u korekciji dislalija*, *Defektologija*, br. 2, Zagreb, 1971, 41–49.
9. Vuletić Dušanka: *Učenje materinjeg govora*, *Defektologija*, br. 2, 1973, 22–29.

### Summary

The acoustic sound discriminator (ASD) is an equipment by which better and easier differentiation of various sounds in regard to their psycho-acoustic and perceptive features is made possible. The equipment is suitable for learning and correction of pronunciation of different sounds, and therefore, it can be used in the rehabilitation of speech and hearing. Beside individual sound discrimination, better discrimination of different auditory-acoustic features of speech as for example: nasality, voicedness, rhythm, and maximum intelligibility of speech is made possible by the ASD. The therapy by the ASD has three phases. In the first phase the frequency range of the incorrectly pronounced sound is reduced to the maximum (auditive reduction), in order to reduce the faulty listening habit. In the second phase the frequency range of the correctly pronounced sound is amplified, so that the incorrect and the correct sounds are in maximum opposition (acoustic discrimination). When the correct sound has been acquired, the third phase begins. In this phase the new sound is fixed (sound fixation) in such a way that the intensity of filtering is continuously decreased. When the filtering curve approaches linear for all frequencies, it is not necessary to use the ADS any more. The correction is completed, if the patient uses the new sound in spontaneous speech without the ASD.