

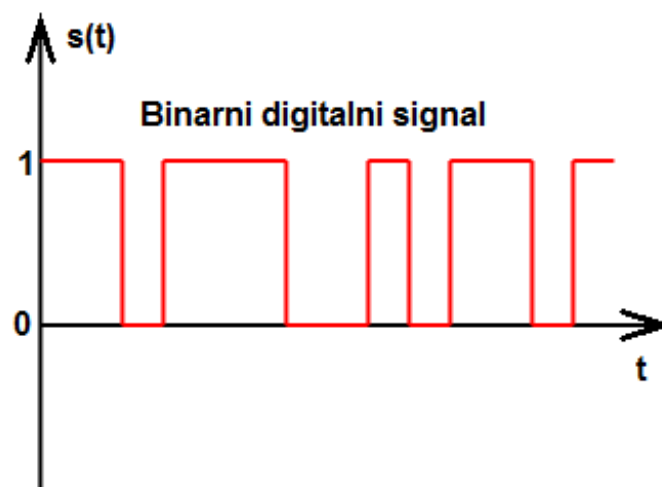
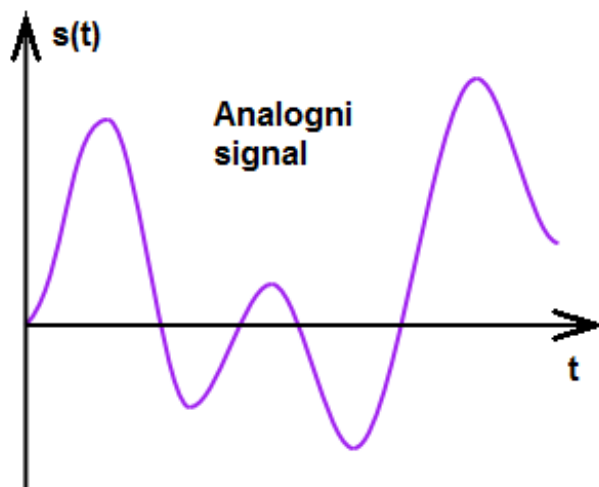


# Uvod u elektroniku

Katedra za elektroniku

# Tipovi signala u elektronici

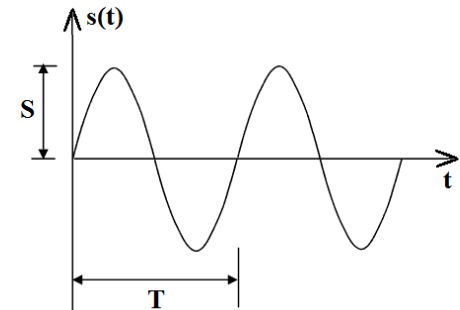
- U elektronici, pod pojmom **signala** podrazumeva se električna veličina koja može da menja vrednost tokom vremena. Ta veličina je najčešće napon, a ređe se koriste i strujni signali.
- **Analogni signal** je signal koji u proizvoljnom trenutku može imati bilo koju vrednost u okviru datog opsega. Pošto se u elektronskim kolima obično koriste jednosmerni izvori napajanja, naponski opsezi signala su po pravilu ograničeni naponom napajanja.
- **Digitalni signal** u svakom vremenskom trenutku može imati jednu od nekoliko unapred određenih diskretnih vrednosti. **Binarni digitalni signal** tokom vremena može imati svega dve vrednosti: visoku vrednost (**logička jedinica**) i nisku vrednost (**logička nula**).



# Frekvencijski spektar signala

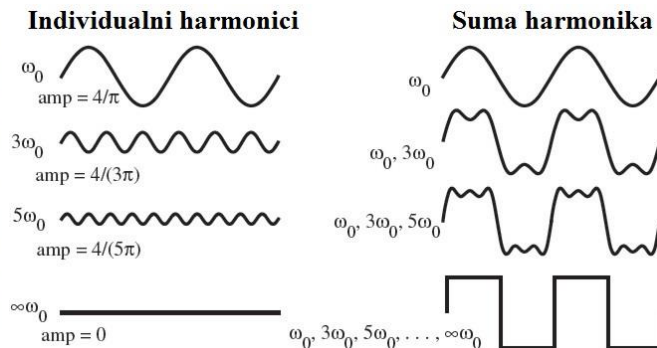
- Veoma koristan način za karakterizaciju signala (ili bilo koje proizvoljne funkcije u vremenskom domenu) je izražavanje **frekvencijskog spektra**. Ovakav opis signala dobija se razvojem funkcije u **Furijeov red**, u slučaju da signal predstavlja periodičnu funkciju, odnosno primenom **Furijeove transformacije** kod aperiodičnih signala.
- Osnovni oblik periodičnog signala predstavlja tzv. prostoperiodični (sinusni) signal, oblika  $s(t) = S \cdot \sin(\omega t)$ . Parametri sinusnog signala su:

- $S$  - maksimalna vrednost (amplituda)
- $T$  - perioda signala
- $f = \frac{1}{T}$  - frekvencija signala
- $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$  - ugaona frekvencija



- Svaki periodičan signal može se predstaviti zbirom prostoperiodičnih komponenti, na celobrojnim umnošcima osnovne frekvencije signala. Ove prostoperiodične komponente nazivaju se **harmonicima**.

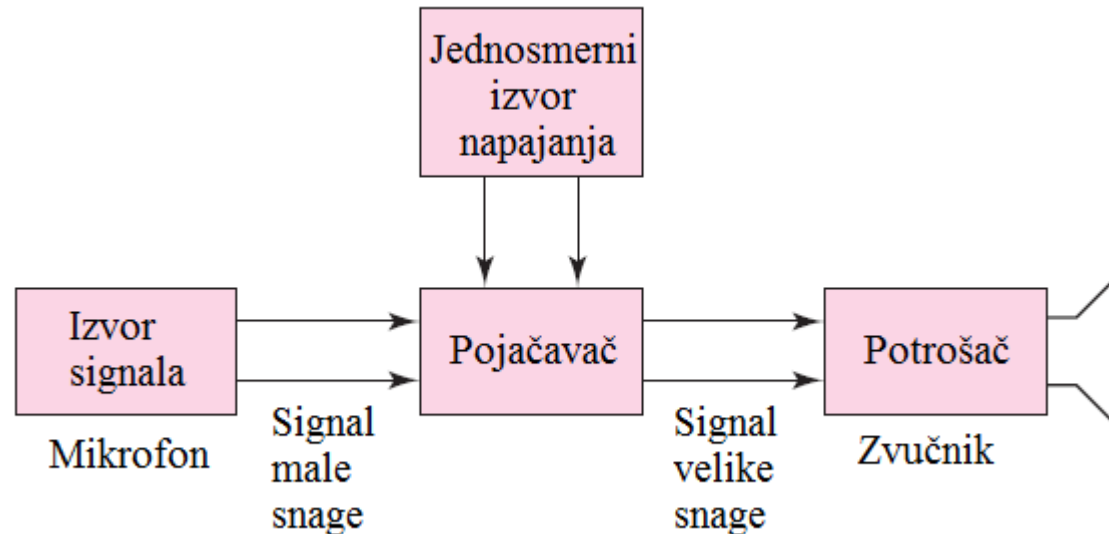
**PRIMER:** Simetrični pravougaoni signal amplitude  $S$ , osnovne frekvencije  $\omega_0$



$$s(t) = \frac{4S}{\pi} \cdot (\sin(\omega_0 t) + \frac{1}{3} \sin(3\omega_0 t) + \frac{1}{5} \sin(5\omega_0 t) + \dots)$$

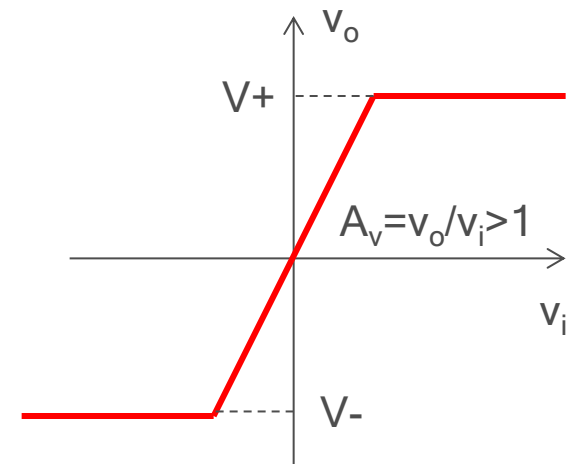
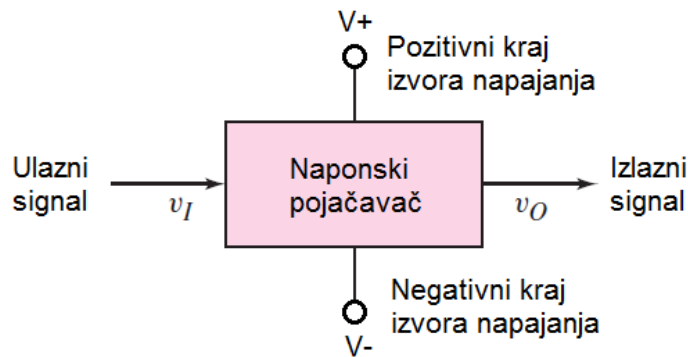
# Pojačavačka kola

- Jedna od bazičnih operacija u procesu obrade signala je **pojačanje**. Potreba za pojačanjem se javlja stoga što pretvarački uređaji koji obezbeđuju ulazni signal obično daju "slab" signal koji poseduje isuviše malu količinu energije da bi kao takav mogao biti obrađen na odgovarajući način.
- Uređaj koji obavlja pojačanje signala naziva se **pojačavač**. Od pojačavača se očekuje da u što je moguće većoj meri bude **linearan**, odnosno da na izlazu daje signal koji je isti po obliku, a veći po amplitudi u odnosu na ulazni signal. Eventualna nelinearnost pojačavača dovodi do neželjenih izobličenja izlaznog signala.
- Na slici je prikazana tipična konfiguracija audio sistema u čijoj osnovi se nalazi pojačavač signala:



# Naponski pojačavač

- Signali na ulazu i na izlazu pojačavača po svojoj prirodi mogu biti naponi i struje. Ukoliko su i ulazni i izlazni signal naponi, u pitanju je **naponski pojačavač**.



**Blok šema naponskog pojačavača**

**Prenosna karakteristika naponskog pojačavača**

- Naponsko pojačanje  $A_v$  definiše se kao odnos izlaznog i ulaznog napona pojačavača na linearnom delu prenosne karakteristike. Na sličan način definišu se i strujno pojačanje  $A_i$  i pojačanje snage  $G$ . Sva tri pojačanja se mogu izraziti kao neimenovani brojevi, ili alternativno u logaritamskim jedinicama (decibelima):

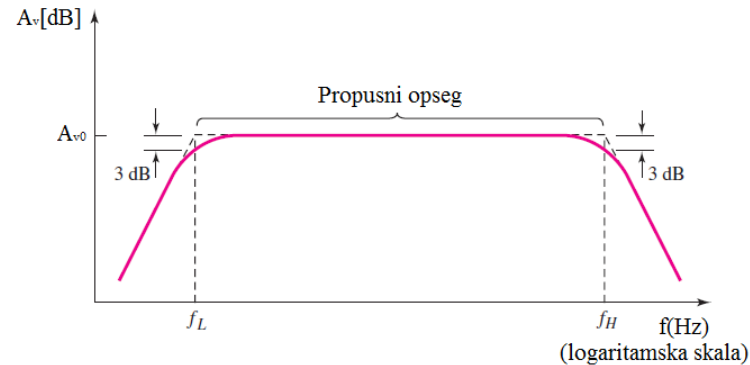
$$A_v = \frac{v_o}{v_i}, A_v[dB] = 20 \cdot \log |A_v|$$

$$A_i = \frac{i_o}{i_i}, A_i[dB] = 20 \cdot \log |A_i|$$

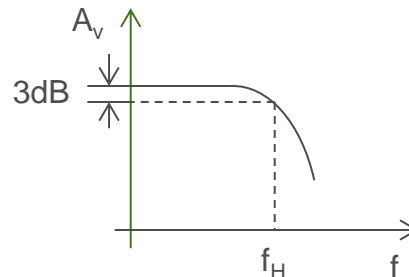
$$G = \frac{P_o}{P_i} = \frac{v_o \cdot i_o}{v_i \cdot i_i} = A_v \cdot A_i, G[dB] = 10 \cdot \log G = \frac{A_v[dB] + A_i[dB]}{2}$$

# Frekventni opseg pojačavača

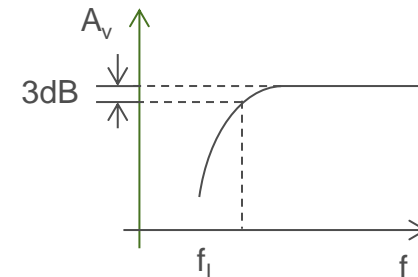
- U opštem slučaju, pojačavači ne poječavaju u podjednako meri signale na svim učestanostima. Drugim rečima, naponsko pojačanje je zavisno od fekvencije ulaznog signala.
- Na slici je prikazana tipična karakteristika koja opisuje zavisnost naponskog pojačanja od frekvencije. Pojačavač sa takvom karakteristikom se naziva propusnikom opsega, pošto dobro pojačava signale samo u određenom opsegu, dok potiskuje signale na nižim i višim frekvencijama.



- $A_0$  - naponsko pojačanje u propusnom opsegu
  - $f_L$  - donja granična učestanost
  - $f_H$  - gornja granična učestanost
- Donja i gornja granična učestanost definišu se kao frekvencije na kojima naponsko pojačanje opadne za 3dB u odnosu na naponsko pojačanje u propusnom opsegu ( $A_{v0}$ ).
  - Pored propusnika opsega, u praksi se najčešće javljaju još i niskopropusni (NF) i visokopropusni (VF) pojačavači.



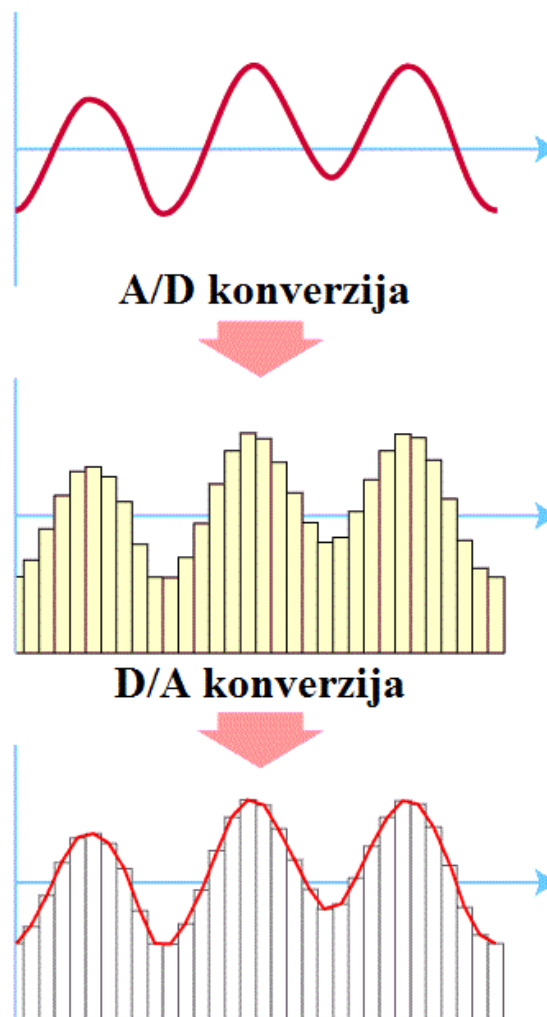
**Karakteristika NF pojačavača**



**Karakteristika VF pojačavača**

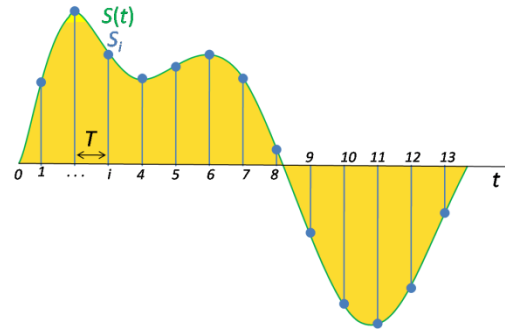
# A/D i D/A konverzija

- Da bi analogni signal mogao da bude obrađen od strane digitalnog procesora, potrebno je da bude reprezentovan diskretnim nizom celobrojnih vrednosti.
- Proces dobijanja numeričkog niza od ulaznog analognog signala naziva se analogno-digitalnom (A/D) konverzijom. Obrnut proces je poznat kao D/A konverzija.

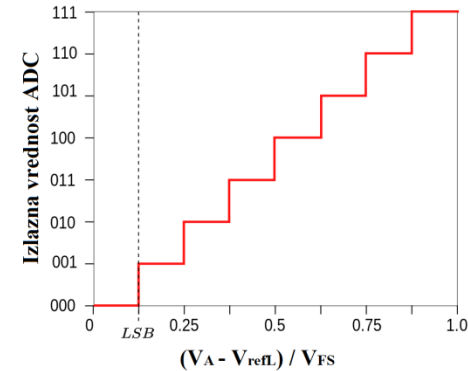


- A/D konverzija podrazumeva dva osnovna koraka:

- **Odabiranje** (engl. *Sampling*) je periodično merenje vrednosti signala u pravilnim vremenskim intervalima, čime se signal diskretizuje u vremenu.
- **Kvantizacija** je prevođenje vrednosti signala iz realne u celobrojnu vrednost.



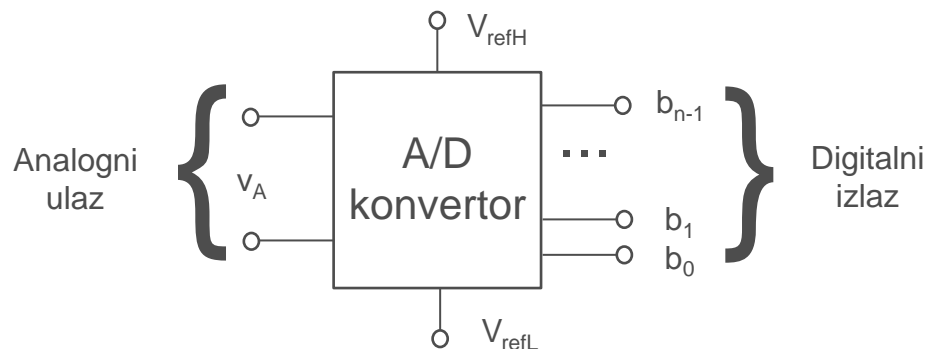
**Odabiranje**



**Kvantizacija**

- A/D konvertor je elektronsko kolo koje obavlja proces A/D konverzije i čiji osnovni parametri su:

- **Perioda odabiranja** (engl. *Sample rate*), izražena brojem odbiraka u jedinici vremena (u sekundi)
- **Rezolucija** se izražava brojem bita kojim se reprezentuje vrednost signala. Ukoliko je rezolucija  $n$  bita, to znači da signal može biti predstavljen sa  $2^n$  različitih diskretnih nivoa.
- **Gornja i donja vrednost referentnog napona**  $V_{refH}$  i  $V_{refL}$  predstavljaju granice opsega napona ulaznog signala. Razlika ove dve vrednosti naziva se **napon pune skale** ( $V_{FS} = V_{refH} - V_{refL}$ )



$$D = \sum_{i=0}^{n-1} b_i \cdot 2^i \text{ - izlazna vrednost}$$

$b_{n-1}$  - najznačajniji bit (MSB)  
 $b_0$  - najmanje značajan bit (LSB)