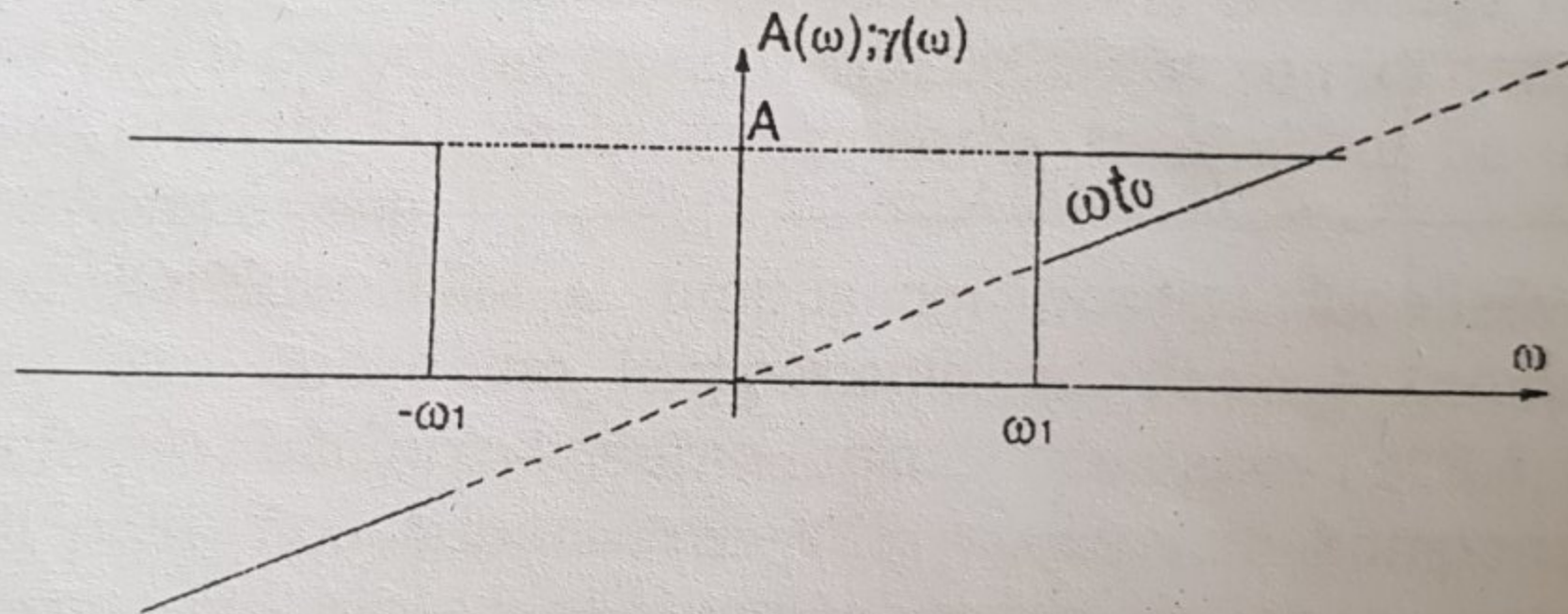


3.5 VISOKOPROPUSNI SISTEM

U ovom slučaju vrednost amplitudske karakteristike a time i transfera funkcije, ravan je nuli za jednosmernu komponentun i niže učestanosti spektra signala. Od neke učestanosti ω_1 pa na dalje vrednost $|H(j\omega)| = A$. Na sl. 3.9 data je karakteristika VF sistema, koja je definisana sledećom matematičkom funkcijom:



Sl. 3.9 Amplitudska i fazna karakteristika visokopropusnog sistema

$$H(j\omega) = \begin{cases} A(\omega) = 0 & 0 < |\omega| < \omega_1 \\ A(\omega) = A & \omega_1 < |\omega| < \infty \end{cases}; \gamma(\omega) = \omega t_0 \text{ za } \omega_1 < |\omega| < \infty \quad 3.21$$

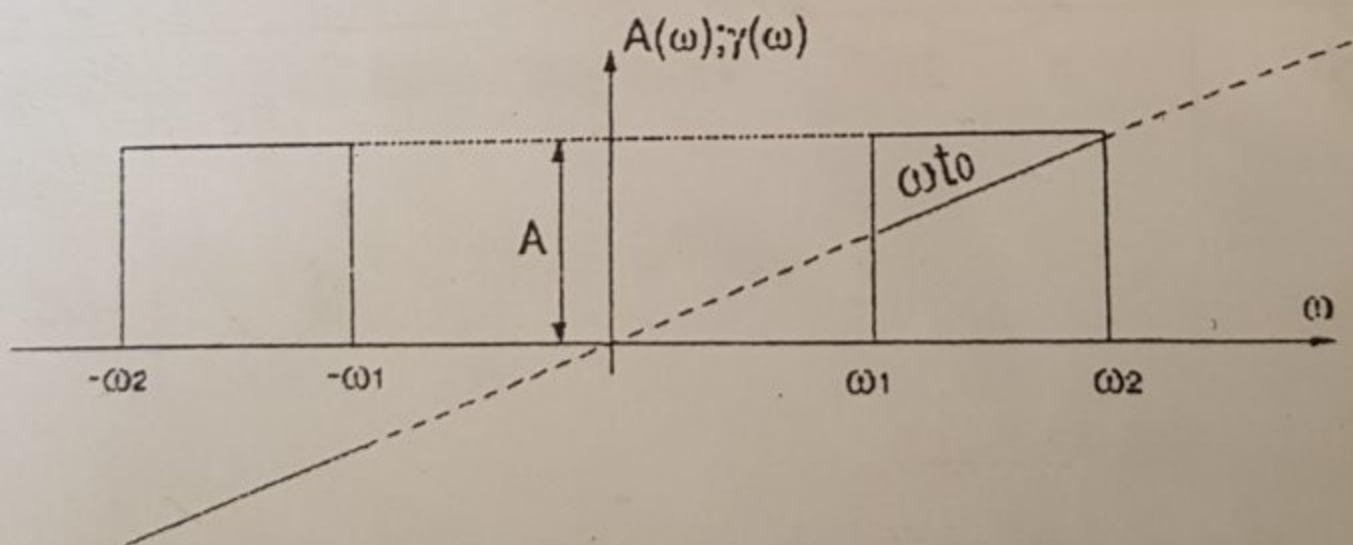
3.6 SIMETRIČNI PROPUSNIK OPSEGA UČESTNOSTI

Ako VF sistem iz predhodnog člana ograničimo i sa gornje strane, tako da mu kompleksna funkcija prenosa bude definisana izrazom:

$$H(j\omega) = \begin{cases} A(\omega) = 0 & 0 < |\omega| < \omega_1 \\ A(\omega) = A & \omega_1 < |\omega| < \omega_2 \\ A(\omega) = 0 & \omega_2 < |\omega| < \infty \end{cases} \quad 3.22$$

$$\gamma(\omega) = \omega t_0 \text{ za } \omega_1 < |\omega| < \omega_2$$

što je grafički prikazano na sl.3.10, dobićemo simetrični propusnik opsega. Dok je propusnik niskih imao poseban značaj za prenos signala u njihovom prirodnom tj. osnovnom opsegu učestanosti, ovaj sistem nalazi primenu kod proučavanja prenosa signala u transponovanom opsegu učestanosti.



Sl.3.10 Amplitudska karakteristika i karakteristika faznog kašnjenja

Propusnik opsega nalazi primenu u slučaju prenosa realnih signala u sistemima sa linearnim modulacijama pa čak i kod nelinearnih modulacija, jer ćemo i tada imati opravdanog razloga da širinu propusnog opsega ograničimo.

Sve tri, do sada prikazane transfer funkcije idealnog sistema za prenos ne mogu se fizički realizovati, jer su amplitudska i fazna karakteristika međusobno vezane određenim relacijama pa nije moguće realizovati sistem koji bi imao proizvoljno izabranu amplitudsku

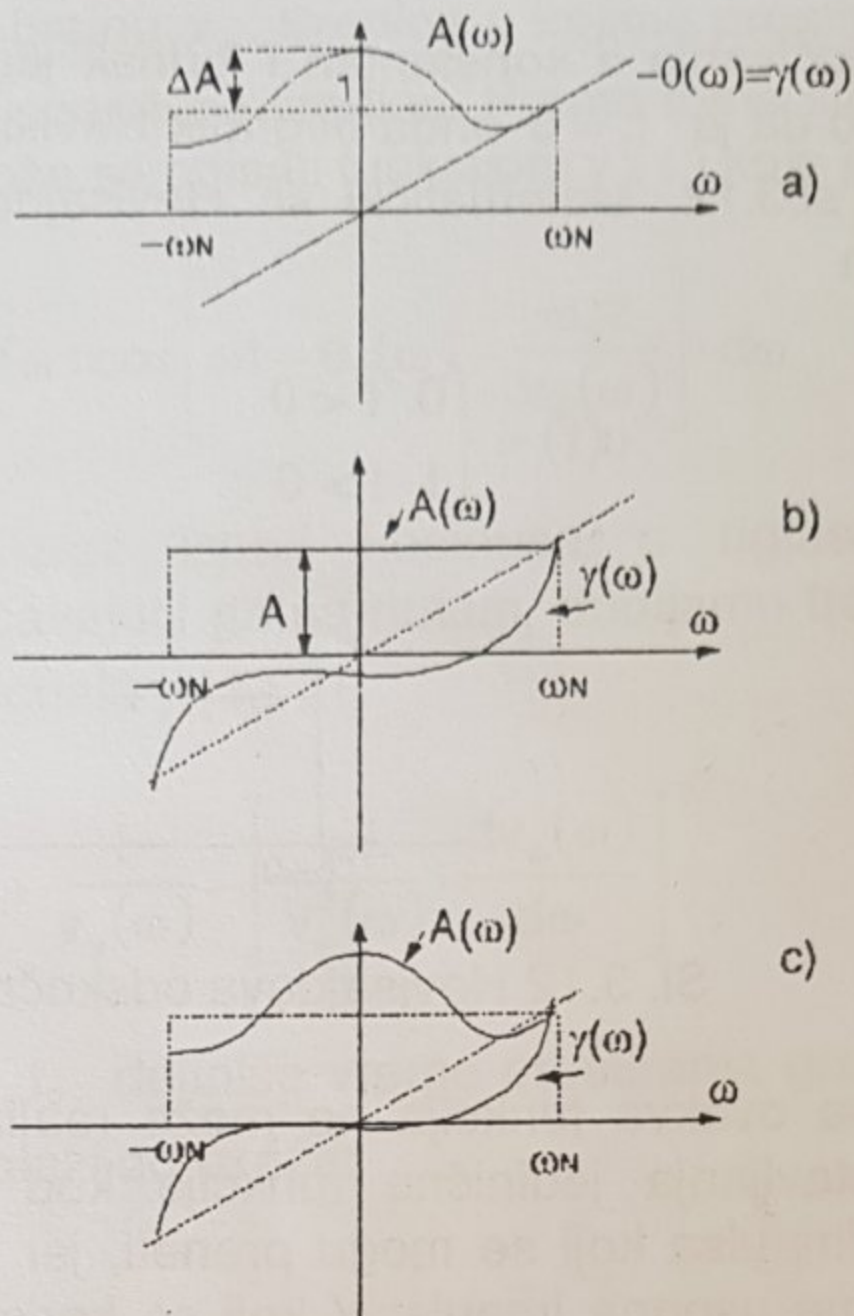
karakteristiku i istovremeno nezavisno izabranu faznu karakteristiku tj. ne mogu se postići istovremeno oba uslova za idealan sistem. Fizički ostvarljivi oblici karakteristika prenosa uvek se razlikuju od idealnih. Pored ovog, oblici karakteristika se biraju tako da mogu poslužiti određenoj svrsi, i da im je ujedno analitički izraz relativno prost.

3.7 LINEARNA AMPLITUDSKA I FAZNA IZOBLIČENJA

U dosadašnjoj analizi definisali smo potrebne i dovoljne uslove, koje treba da ispuni kompleksna funkcija prenosa idealnog linearnog sistema. Pri tome se težilo izboru što jednostavnije kompleksne funkcije prenosa, matematički posmatrano, da bi na taj način mogli dobiti pogodan školski primer o tome, kako specifični prenosni sistem utiče na izobličenje prenošenih signala. Odstupanje od idealnih uslova, dovodi do toga, da izlazni signal nije istog oblika kao ulazni, odnosno javljaju se linearna izobličenja.

Većina realnih sistema za prenos manje ili više izobličavaju signal. To matematički gledano znači da veličina $A(\omega)$ i $\theta(\omega)$ u realnim sistemima nisu konstanta odnosno prava linija, već variraju u funkciji učestanosti, Linearna izobličenja koja su karakterisana zavisnošću bili amplitudske karakteristike bili karakteristike faznog kašnjenja, od učestanosti, dele se na amplitudska i fazna izobličenja.

Amplitudska izobličenja nastaju onda kada je amplitudska karakteristika zavisna od učestanosti: $|H(j\omega)| = A(\omega) \neq A$ dok je karakteristika faznog kašnjenja istog oblika kao u slučaju prenosa bez izobličenja odnosno: $\gamma(\omega) = -\theta(\omega) = \omega t_0 \pm n\pi$, kao što se vidi na sl.3.11a. Kako je amplitudska karakteristika $|H(j\omega)| = A(\omega)$ uvek parna funkcija od učestanosti može se definisati matematički. Za slučaj sistema propusnika niskih učestanosti imali bi:



Sl.3.11 Grafiška predstava amplitudskih karakteristika i karakteristika faznog kašnjenja Nf sistema za prenos

$$A(\omega) = 1 + \Delta A \cos \frac{\omega\tau}{2} \quad |\omega| < \omega_n \quad \omega_n = \frac{2\pi}{\tau} \quad 3.23$$

Ako sada posmatramo slučaj da karakteristika faznog kašnjenja nije linearna već se može predstaviti izrazom:

$$\gamma(\omega) = -\theta(\omega) = \omega t_0 - \Delta\theta \sin \frac{\omega\tau}{2}$$

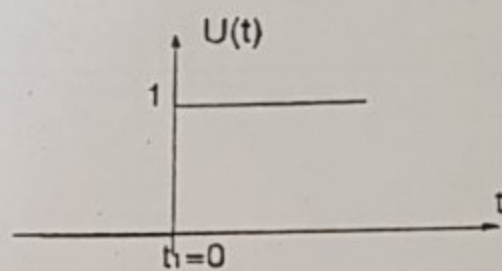
dok je amplitudska karakteristika $A(\omega) = A = \text{const.}$ za $|\omega| < \omega_n$ sl.3.11b kažemo da sistem propusnik niskih učestanosti unosi fazna izobličenja. U slučaju kombinovanih izobličenja imali bi da je:

$$A(\omega) \neq A; \quad \gamma(\omega) \neq \omega t_0 \pm n\pi$$

Analizom konkretnog slučaja može se proučavati uticaj oblika amplitudske ili fazne karakteristike sistema na izobličenje signala. Razmatranja se obično vezuju za promenu oblika jedinične ili Hevisajdove odskočne funkcije, jer je ona pogodna prilikom teoriske analize električnih kola i sistema prenosa. Osnovna osobina ovog signala je u tome, što je on jednak nuli od trenutka t_1 , koji se naziva

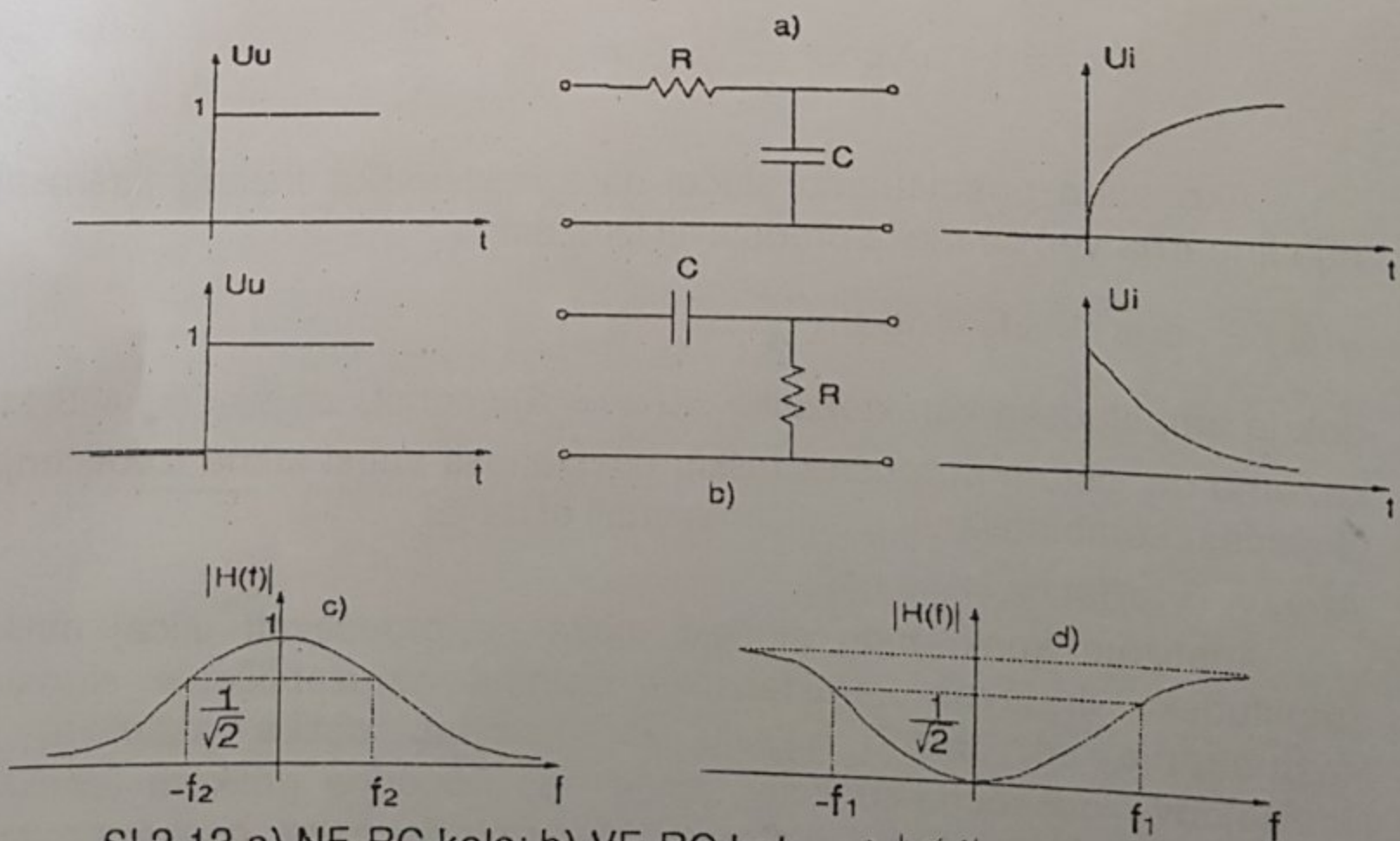
trenutak uključivanja a konstantan i jednak jedinici posle tog trenutka. Ako usvojimo da je $t_1 = 0$ onda bi grafik Hevisajdove odskočne funkcije bio kao na sl.3.12. Matematički se Hevisajdova funkcija definiše na sledeći način

$$u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & t > 0 \end{cases} \quad 3.24$$



Sl. 3.12 Hevisajdova odskočna funkcija

Fizički se ovakva funkcija ne može realizovati ali je na primer, vreme uspostavljanja jedinične funkcije kod teorijskog razmatranja merilo širine impulsa koji se mogu preneti, jer kao što smo već ranije pomenuli vreme uspona impulsa (koji se koristi u televiziji) je merilo razlaganja sistema. U cilju ilustracije promene oblika Hevisajdove funkcije pri prolasku kroz NF - RC kolo i VF - RC kolo, sa definisanim amplitudskim karakteristikama, uzećemo primer kao na sl. 3.13:



Sl.3.13 a) NF-RC kolo; b) VF-RC kolo; c) $|H(f)|$ za kolo (a); d) $|H(f)|$ za kolo (b)

NF - RC kolo ima transfer funkciju:

$$H(j\omega) = \frac{1}{1 + \frac{j\omega}{\omega_2}} \text{ gde je } f_2 = \frac{1}{2\pi RC}$$

3.25

pri čemu $|H(j\omega)|$ ima oblik kao na slici 3.13c. Na učestanosti $f = f_2$ moduo pada na vrednost $1/\sqrt{2} = 0.707$, što odgovara smanjenju za 3 dB u odnosu na vrednost $|H(j\omega)|$ na učestanosti $f = 0$. Učestanost f_2 definiše granicu propusnog opsega kola. Za odskočnu funkciju amplitude V na ulazu kola, odziv će biti:

$$V_i(t) = V \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) = V \left(1 - e^{-2\pi f_2 t} \right)$$

3.26

Oblik izlaznog signala vidi se na sl.3.13a

Ako sada posmatramo na sličan način VF - RC kolo sa transfer funkcijom:

$$H(j\omega) = \frac{1}{1 - \frac{j\omega_1}{\omega}} \text{ gde je } f_1 = \frac{1}{2\pi RC}$$

3.27

Karakteristika $|H(j\omega)|$ ovog filterskog kola vidi se na sl.3.13d. Učestanost f_1 odgovara slabljenju od 3 dB kao i u prethodnom slučaju. Za pobudu u obliku jedinične odskočne funkcije imali bi da je izlazni signal:

$$V_i(t) = V \cdot e^{-\frac{t}{RC}} = V \cdot e^{-2\pi f_1 t}$$

3.28

dok se oblik ovog signala vidi na sl.3.13b

Uočavamo u oba slučaja, da je došlo do amplitudskog izobličenja što je i razumljivo, ako se zna da jedinična funkcija sadrži spektralne komponente u vrlo širokom opsegu. Odsecanje, odnosno slabljenje, niskih ili visokih učestanosti u spektru, degradira njem oblik. Pomenuti primeri su tipična kola integratora i diferencijatora koji imaju široku primenu u mnogim oblastima tehnike.