

## Digitalna obradba signala

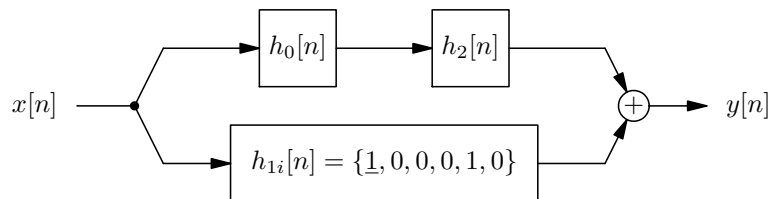
### 2. kontrolna zadaća – 20. prosinca 2005.

1. Uzmite zadnju znamenku vašeg matičnog broja te izračunajte ostatak pri dijeljenju s tri. Tri FIR filtra imaju impulsne odzive

$$h_0[n] = \{1, 0, 0\}, \quad h_1[n] = \{1, 0, 1\}, \quad \text{i} \quad h_2[n] = \{0, 0, 1\}.$$

Odaberite dva filtra od navedena tri tako da izbacite onog čiji indeks impulsnog odziva se poklapa s ostatkom kojeg ste dobili pri dijeljenju s tri. Ta dva filtra su spojena u kaskadu koja je zatim spojena u paralelu s FIR sustavom čiji impulsni odziv je dobiven ubacivanjem nula između uzoraka impulsnog odziva izbačenog filtra (nakon svakog uzorka je ubačena jedna nula, postupak odgovara interpolaciji uz  $L = 2$ ). Primjer dobivenog sustava za ostatak 1 je prikazan na slici.

Odredite impulsni odziv i prijenosnu funkciju dobivenog sustava. Ispitajte stabilnost sustava, nacrtajte položaj polova i nula te skicirajte amplitudnu i faznu frekvencijsku karakteristiku.



2. Projektirajte Butterworthov digitalni filtar reda  $N = 2$  granične frekvencije  $\omega_g = \pi/3$  bilinearnom transformacijom uz  $T = 2$ . Nacrtajte direktnu II realizaciju dobivenog digitalnog filtra te na nju upišite koeficijente u obliku frakcija dobivenih zaokruživanjem na najbliži cijeli broj ako znate da na raspolaganju imate 8 bitova.

Prototipna funkcija za Butterworthovu aproksimaciju je  $B(\Omega^2) = H(j\Omega)H(-j\Omega) = \frac{1}{1 + \left(\frac{\Omega}{\Omega_g}\right)^{2N}}$ .

3. Mali Ivica se vratio iz fotokopirnice (pogodite koje :) u svoju sobu u domu s najnovijim riješenim rokovima iz Digitalne obradbe signala te je odmah započeo vježbati. No zločesti Perica iz susjedne sobe voli glasno slušati narodnjake te se Ivica zbog buke nikako nije mogao usredotočiti na učenje. No kako Ivica ipak zna DOS odmah je zamislio sustav za poništavanje buke prikazan na slici.

Neka je spektar ulaznog kontinuiranog signala ograničen do 20 kHz te neka je frekvencija otipkavanja  $f_s = 48$  kHz. Kašnjenje analognog signala je  $t_k$ , dok u digitalnoj domeni signal može zakasnuti samo za cijeli broj perioda otipkavanja, dakle  $mT_s$ . Kada dobivamo poništavanje signala? Pretpostavite da je ulazni signal bijeli šum snage  $\sigma^2$ , odnosno vrijedi  $|X(\omega)|^2 = \sigma^2$  za  $|\omega| < f_s/2$ . Uz koji odnos  $t_k$  i  $mT_s$  izlazni signal ima snagu manju od desetine snage ulaznog signala (koristite Parsevalovu relaciju)?

