

## OSNOVNE OSOBINE SIGNALA

**Zadatak 1.1.** Dati su diskretni signali:

$$x(n) = \begin{cases} 0, & n < 0 \\ |7-n|, & n \in [0, 10] \\ 0, & n \geq 11 \end{cases} \quad y(n) = \begin{cases} 0, & n < -5 \\ 4e^{-|n|}, & n \in [-5, 5] \\ 0, & n > 5 \end{cases}$$

- Predstaviti signale  $x(n)$  i  $y(n)$  pomoću linearne kombinacije vremenski pomerenih Hevisajdovih signala i napraviti Matlab program (skript) koji će, pomoću naredbe *subplot*, iscrtati signale  $x(n)$ ,  $y(n)$  i  $z(n) = x(n) + y(n)$ , jedan iznad drugog u grafičkom prozoru 1.
- Odrediti analitički paran i neparan deo signala  $x(n)$ ,  $y(n)$  i  $z(n)$ , pa proširiti Matlab program tako da se u grafičkom prozoru 2 iscrtaju redom parni delovi, a u prozoru 3 - neparni delovi signala.
- Odrediti analitički izraz za signale  $v(n) = x(n+5)$ ,  $w(n) = x(-2n)$ ,  $q(n) = x(6-2n)$ , pa proširiti Matlab program, tako da se u grafičkom prozoru 4 iscrtaju ti signali.

**Rešenje:**

- Potrebno je odrediti segmente odbiraka  $n_1 \leq n < n_2$  na kojima su signali jedinstveno analitički definisani. Primenom osobine apsolutne vrednosti izraza:  $|a| = \begin{cases} a, & a \geq 0 \\ -a, & a < 0 \end{cases}$ ,

za signal  $x(n)$  imamo:

$$x(n) = \begin{cases} 0, & n < 0 \\ 7-n, & 7-n \geq 0 \\ -(7-n), & 7-n < 0 \\ 0, & n \geq 11 \end{cases} = \begin{cases} 0, & n < 0 \\ 7-n, & 0 \leq n < 8 \\ n-7, & 8 \leq n < 11 \\ 0, & n \geq 11 \end{cases}$$

Opseg odbiraka je biran kao  $n_1 \leq n < n_2$  da bi pojedinački analitički opisi signala mogli da se uklope kroz množenje izrazom  $u(n-n_1) - u(n-n_2)$ , gde vremenski pomerene Hevisajdove funkcije izdvajaju upravo opseg odbiraka  $n_1 \leq n < n_2$ . Za signal  $x(n)$ , traženi opis je:

$$x(n) = (7-n)(u(n-0) - u(n-8)) + (7-n)(u(n-8) - u(n-11)).$$

Na isti način, signal  $y(n)$  je:

$$y(n) = \begin{cases} 0, & n < -5 \\ 4e^{-(-n)}, & n < 0 \\ 4e^{-n}, & n \geq 0 \\ 0, & n > 5 \end{cases} = \begin{cases} 0, & n < -5 \\ 4e^n, & -5 \leq n < 0 \\ 4e^{-n}, & 0 \leq n < 6 \\ 0, & n \geq 6 \end{cases}$$

pa je, pomoću vremenski pomerenih Hevisajdovih signala,  $y(n)$  definisan kao:

$$\begin{aligned} y(n) &= 4e^n (u(n - (-5)) - u(n - 0)) + 4e^{-n} (u(n - 0) - u(n - 6)) \\ &= 4e^n (u(n + 5) - u(n)) + 4e^{-n} (u(n) - u(n - 6)) \end{aligned}$$

Imajući u vidu da su granice za segmente odbiraka:

- signal  $x(n)$ : 0, 8 i 11,
- signal  $y(n)$ : -5, 0 i 6,

zbir signala  $z(n) = x(n) + y(n)$  ima granice: -5, 0, 6, 8 i 11 i analitički opis:

$$z(n) = \begin{cases} 0, & n < -5 \\ 4e^n, & -5 \leq n < 0 \\ (7-n) + 4e^{-n}, & 0 \leq n < 6 \\ 7-n, & 6 \leq n < 8 \\ n-7, & 8 \leq n < 11 \\ 0 & n \geq 11 \end{cases},$$

tj.

$$z(n) = 4e^n(u(n+5) - u(n)) + (7-n + 4e^{-n})(u(n) - u(n-6)) \\ + (7-n)(u(n-6) - u(n-8)) + (n-7)(u(n-8) - u(n-11))$$

Matlab program:

```
n=-15:15;

u_od_0_do_8 = (n>=0) & (n<8);
u_od_8_do_11 = (n>=8) & (n<11);

x = (7-n).*u_od_0_do_8 + (n-7).*u_od_8_do_11;

u_od_minus5_do_0 = (n>=-5) & (n<0);
u_od_0_do_6 = (n>=0) & (n<6);

y = 4*exp(n).*u_od_minus5_do_0 + 4*exp(-n).*u_od_0_do_6;

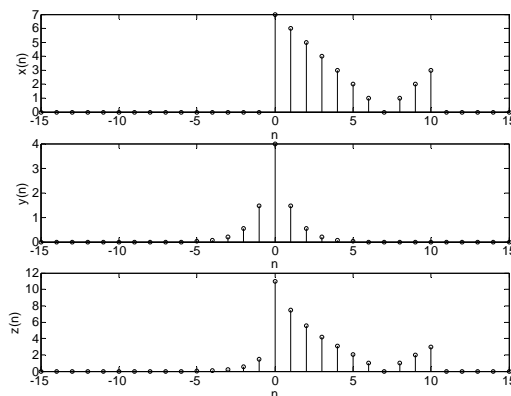
u_od_6_do_8 = (n>=6) & (n<8);

z = 4*exp(n).*u_od_minus5_do_0 + (7-n+4*exp(-n)).*u_od_0_do_6 ...
    + (7-n).*u_od_6_do_8 + (n-7).*u_od_8_do_11;

% isto se dobija i samo sa z=x+y; Proveriti!

figure(1);

subplot(3,1,1); stem(n,x); xlabel('n'); ylabel('x(n)');
subplot(3,1,2); stem(n,y); xlabel('n'); ylabel('y(n)');
subplot(3,1,3); stem(n,z); xlabel('n'); ylabel('z(n)');
```



b) Paran deo signala  $x(n)$  je  $Ev[x(n)] = \frac{1}{2}[x(n) + x(-n)]$ , pa nam je potreban signal  $x(-n)$ :

$$x(n) = \begin{cases} 0, & n < 0 \\ 7-n, & 0 \leq n < 8 \\ n-7, & 8 \leq n < 11 \\ 0, & n \geq 11 \end{cases} \Rightarrow x(-n) = \begin{cases} 0, & (-n) < 0 \\ 7-(-n), & 0 \leq (-n) < 8 \\ (-n)-7, & 8 \leq (-n) < 11 \\ 0, & (-n) \geq 11 \end{cases} = \begin{cases} 0, & n > 0 \\ n+7, & -8 < n \leq 0 \\ -n-7, & -11 < n \leq -8 \\ 0, & n \leq -11 \end{cases},$$

pa je sređeni oblik:

$$x(-n) = \begin{cases} 0, & n < -10 \\ -n-7, & -10 \leq n < -7 \\ n+7, & -7 \leq n < 1 \\ 0, & n \geq 1 \end{cases}$$

Preklapanje nenultih vrednosti signala  $x(n)$  i  $x(-n)$  se dešava samo za  $n = 0$ , pa je dalje:

$$x(n) + x(-n) = \begin{cases} 0, & n < -10 \\ -n-7, & -10 \leq n < -7 \\ n+7, & -7 \leq n < 0 \\ (7-n) + (n+7), & 0 \leq n < 1 \\ 7-n, & 0 \leq n < 8 \\ n-7, & 8 \leq n < 11 \\ 0, & n \geq 11 \end{cases} \Rightarrow Ev[x(n)] = \begin{cases} 0, & n < -10 \\ -\frac{1}{2}(n+7), & -10 \leq n < -7 \\ \frac{1}{2}(n+7), & -7 \leq n < 0 \\ 7, & 0 \leq n < 1 \\ \frac{1}{2}(7-n), & 0 \leq n < 8 \\ \frac{1}{2}(n-7), & 8 \leq n < 11 \\ 0, & n \geq 11 \end{cases},$$

odnosno:

$$Ev[x(n)] = -\frac{1}{2}(n+7)(u(n-(-10))-u(n-(-7))) + \frac{1}{2}(n+7)(u(n-(-7))-u(n-0)) \\ + 7(u(n-0)-u(n-1)) + \frac{1}{2}(7-n)(u(n-0)-u(n-8)) + \frac{1}{2}(n-7)(u(n-8)-u(n-11))$$

Neparan deo signala  $Od[x(n)] = \frac{1}{2}[x(n) - x(-n)]$  se dobija na sličan način:

$$x(n) - x(-n) = \begin{cases} 0, & n < -10 \\ -(-n-7), & -10 \leq n < -7 \\ -(n+7), & -7 \leq n < 0 \\ (7-n) - (n+7), & 0 \leq n < 1 \\ 7-n, & 0 \leq n < 8 \\ n-7, & 8 \leq n < 11 \\ 0, & n \geq 11 \end{cases} \Rightarrow Od[x(n)] = \begin{cases} 0, & n < -10 \\ \frac{1}{2}(n+7), & -10 \leq n < -7 \\ -\frac{1}{2}(n+7), & -7 \leq n < 0 \\ 0, & 0 \leq n < 1 \\ \frac{1}{2}(7-n), & 0 \leq n < 8 \\ \frac{1}{2}(n-7), & 8 \leq n < 11 \\ 0, & n \geq 11 \end{cases},$$

odnosno:

$$Ev[x(n)] = -\frac{1}{2}(n+7)(u(n-(-10))-u(n-(-7))) + \frac{1}{2}(n+7)(u(n-(-7))-u(n-0)) \\ + 7(u(n-0)-u(n-1)) + \frac{1}{2}(7-n)(u(n-0)-u(n-8)) + \frac{1}{2}(n-7)(u(n-8)-u(n-11))$$

Signal  $y(n)$  je paran:

$$y(-n) = \begin{cases} 0, & (-n) < -5 \\ 4e^{-|n|}, & (-n) \in [-5, 5] \\ 0, & (-n) > 5 \end{cases} = \begin{cases} 0, & n < -5 \\ 4e^{-|n|}, & n \in [-5, 5] \\ 0, & n > 5 \end{cases} = y(n)$$

Pa je  $Ev[y(n)] = \frac{1}{2}[y(n) + y(-n)] = \frac{1}{2}[y(n) + y(n)] = y(n)$ , tj. paran deo signala je sam signal, a

$Od[y(n)] = \frac{1}{2}[y(n) - y(-n)] = \frac{1}{2}[y(n) - y(n)] = 0$ , tj. neparan deo signala je identički jednak nuli za sve odbirke.

Za zbir signala  $z(n) = x(n) + y(n)$  vredi:

$$Ev[z(n)] = \frac{1}{2}[z(n) + z(-n)] = \frac{1}{2}[x(n) + y(n) + x(-n) + y(-n)] = \frac{1}{2}[x(n) + x(-n)] + \frac{1}{2}[y(n) + y(-n)]$$

$$Ev[z(n)] = Ev[x(n)] + Ev[y(n)],$$

$$Od[z(n)] = \frac{1}{2}[z(n) - z(-n)] = \frac{1}{2}[x(n) + y(n) - x(-n) - y(-n)] = \frac{1}{2}[x(n) - x(-n)] + \frac{1}{2}[y(n) - y(-n)]$$

$$Od[z(n)] = Od[x(n)] + Od[y(n)].$$

Operacija izdvajanja parnog i neparnog dela signala je linearna, pa su parni i neparni deo zbira dva signala jednaki zbiru parnih i neparnih delova signala koji se sabiraju.

Proširenje Matlab programa:

```
ev_x=1/2*(x+x(end:-1:1));
% Treba da se poklapa sa analitickim dobijenim opisom Ev[x(n)], proveriti!
od_x=1/2*(x-x(end:-1:1));
% Treba da se poklapa sa analitickim dobijenim opisom Od[x(n)], proveriti!

ev_y=1/2*(y+y(end:-1:1)); % Treba da bude Ev[y(n)] = y(n), proveriti!
od_y=1/2*(y-y(end:-1:1)); % Treba da bude Od[y(n)] = 0, proveriti!

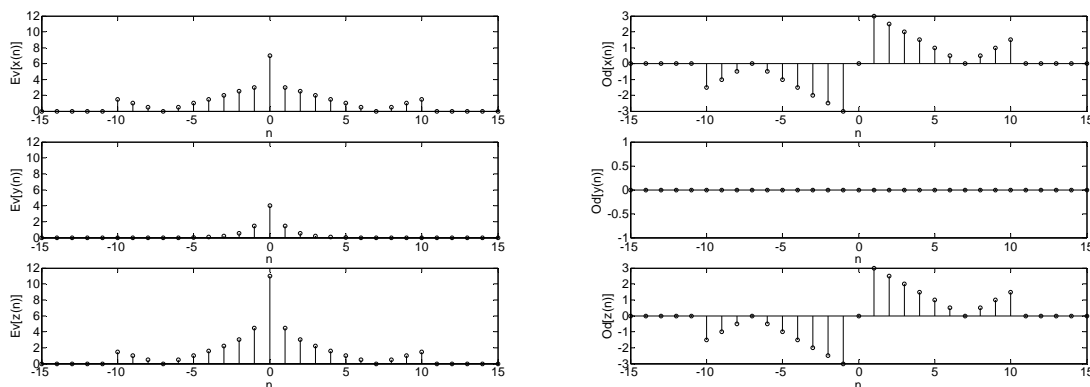
ev_z=1/2*(z+z(end:-1:1)); % Isto sto i ev_x + ev_y.
od_z=1/2*(z-z(end:-1:1)); % Isto sto i od_x + od_y.

figure(2);

subplot(3,1,1); stem(n,ev_x); xlabel('n'); ylabel('Ev[x(n)]');
subplot(3,1,2); stem(n,ev_y); xlabel('n'); ylabel('Ev[y(n)]');
subplot(3,1,3); stem(n,ev_z); xlabel('n'); ylabel('Ev[z(n)]');

figure(3);

subplot(3,1,1); stem(n,od_x); xlabel('n'); ylabel('Od[x(n)]');
subplot(3,1,2); stem(n,od_y); xlabel('n'); ylabel('Od[y(n)]');
subplot(3,1,3); stem(n,od_z); xlabel('n'); ylabel('Od[z(n)]');
```



c)

$$x(n) = \begin{cases} 0, & n < 0 \\ 7-n, & 0 \leq n < 8 \\ n-7, & 8 \leq n < 11 \\ 0, & n \geq 11 \end{cases} \Rightarrow x(n+5) = \begin{cases} 0, & (n+5) < 0 \\ 7-(n+5), & 0 \leq (n+5) < 8 \\ (n+5)-7, & 8 \leq (n+5) < 11 \\ 0, & (n+5) \geq 11 \end{cases} = \begin{cases} 0, & n < -5 \\ -n+2, & -5 \leq n < 3 \\ n-2, & 3 \leq n < 6 \\ 0, & n \geq 6 \end{cases}$$

$$v(n) = x(n+5) = (-n+2)(u(n-(-5)) - u(n-3)) + (n-2)(u(n-3) - u(n-6))$$

$$x(n) = \begin{cases} 0, & n < 0 \\ 7-n, & 0 \leq n < 8 \\ n-7, & 8 \leq n < 11 \\ 0, & n \geq 11 \end{cases} \Rightarrow x(-2n) = \begin{cases} 0, & (-2n) < 0 \\ 7-(-2n), & 0 \leq (-2n) < 8 \\ (-2n)-7, & 8 \leq (-2n) < 11 \\ 0, & (-2n) \geq 11 \end{cases} = \begin{cases} 0, & n \leq -\frac{11}{2} \\ -2n-7, & -\frac{11}{2} < n \leq -\frac{8}{2} \\ 2n+7, & -\frac{8}{2} < n \leq 0 \\ 0, & n > 0 \end{cases}$$

Pošto  $n$  može da uzima samo celobrojne vrednosti:

$$w(n) = x(-2n) = \begin{cases} 0, & n \leq -6 \\ -2n-7, & -6 < n \leq -4 \\ 2n+7, & -4 < n \leq 0 \\ 0, & n > 0 \end{cases} = \begin{cases} 0, & n < -5 \\ -2n-7, & -5 \leq n < -3 \\ 2n+7, & -3 \leq n < 1 \\ 0, & n \geq 1 \end{cases}$$

$$\text{tj. } w(n) = (-2n-7)(u(n-(-5)) - u(n-(-3))) + (2n+7)(u(n-(-3)) - u(n-1)).$$

Signal  $q(n) = x(6-2n) = x(-2(n-3)) = w(n-3)$ . odnosno  $q(n)$  je vremenski pomeren  $w(n)$  za tri odbiraka „u desno“. Stoga se, na osnovu već određenog  $w(n)$ , vremenskim pomeranjem dobija:

$$w(n) = \begin{cases} 0, & n < -5 \\ -2n-7, & -5 \leq n < -3 \\ 2n+7, & -3 \leq n < 1 \\ 0, & n \geq 1 \end{cases} \Rightarrow w(n-3) = \begin{cases} 0, & (n-3) < -5 \\ -2(n-3)-7, & -5 \leq (n-3) < -3 \\ 2(n-3)+7, & -3 \leq (n-3) < 1 \\ 0, & (n-3) \geq 1 \end{cases}$$

$$q(n) = w(n-3) = \begin{cases} 0, & n < -2 \\ -2n-1, & -2 \leq n < 0 \\ 2n+1, & 0 \leq n < 4 \\ 0, & n \geq 4 \end{cases} = (-2n-1)(u(n-(-2))-u(n)) + (2n+1)(u(n)-u(n-4))$$

Dodatak Matlab programu:

```
prvi_n = -15; poslednji_n = 15;

% pomeranje u vremenu v(n)=x(n+a)=x(n+5)

a=5;
v=[];

for n=prvi_n:poslednji_n
    if (n+a >= prvi_n) & (n+a <= poslednji_n)
        vn=x(n+a+16);
    else
        vn=0;
    end
    v=[v vn];
end

% skaliranje vremena w(n)=x(-2*n)=x(b*n)

b=-2;
w=[];

for n=prvi_n:poslednji_n
    if (b*n >= prvi_n) & (b*n <= poslednji_n)
        wn=x(b*n+16);
    else
        wn=0;
    end
    w=[w wn];
end

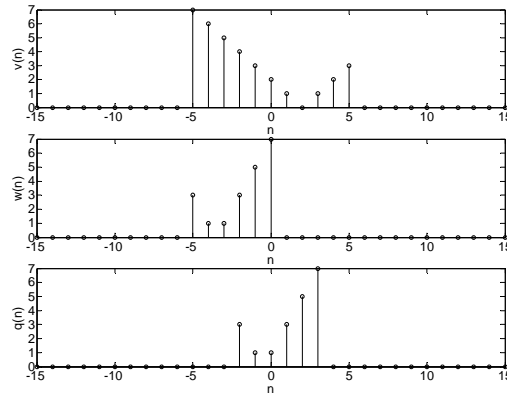
% složeno skaliranje i pomeranje vremena q(n)=x(5-2*n)=x(a+b*n)

a=6; b=-2;
q=[];

for n=prvi_n:poslednji_n
    if (a+b*n >= prvi_n) & (a+b*n <= poslednji_n)
        qn=x(a+b*n+16);
    else
        qn=0;
    end
    q=[q qn];
end

n=-15:15;

figure(4);
subplot(3,1,1); stem(n,v); xlabel('n'); ylabel('v(n)');
subplot(3,1,2); stem(n,w); xlabel('n'); ylabel('w(n)');
subplot(3,1,3); stem(n,q); xlabel('n'); ylabel('q(n)');
```



## KONVOLUCIJA I KORELACIJA

**Zadatak 1.2.** Dati su signali:

$$x(n) = (n+2)(u(n) - u(n-7)), \quad h(n) = 4(0.75)^n u(n)$$

- Odrediti  $y = \text{Conv}\{x, h\}$  i napraviti Matlab program koji će iscrtati signale  $x$ ,  $h$  i  $y$ .
- Odrediti  $c = \text{Corr}\{x, h\}$  i napraviti Matlab program koji će iscrtati signale  $x$ ,  $h$  i  $c$ .

**Rešenje:**

- Konvolucija diskretnih signala definisana je konvolucionom sumom:

$$y(n) = \text{Conv}\{x(n), h(n)\} = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k)h(n-k).$$

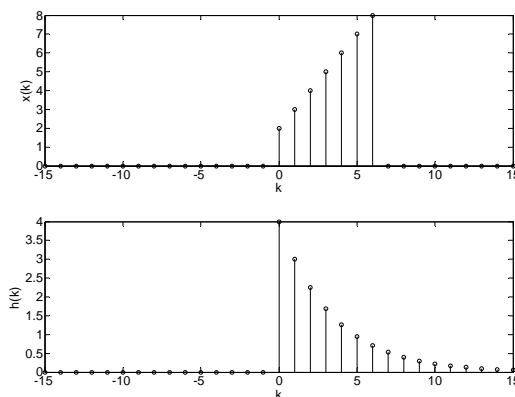
Sledeći Matlab program iscrtava signale  $x(k)$  i  $h(k)$ , da bi videli kako pojedinačne situacije koje se mogu dobiti pri sumiranju:

```
k=-15:15;
```

```
u_od_0_do_7 = (k>=0) & (k<7);  
x = (k+2).*u_od_0_do_7;
```

```
u = (k>=0);  
h = 4*0.75.^k.*u;
```

```
figure(1);  
subplot(2,1,1); stem(k,x); xlabel('k'); ylabel('x(k)');  
subplot(2,1,2); stem(k,h); xlabel('k'); ylabel('h(k)');
```



U izrazu za konvoluciju pojavljuje  $h(n-k)$  - signal  $h$  koji po  $k$  osi “polazi” iz  $k = n$  i “teče na levo”. U odnosu na signal  $x(k)$ , polazak signala  $h(n-k)$  može da bude: levo od početka  $x(k)$ , iz oblasti u kojoj  $x(k)$  ima nenulte odbirke i desno od kraja  $x(k)$ . Analitički, to su slučajevi:

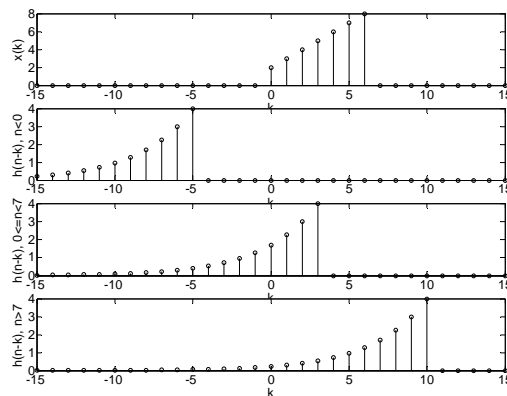
$n < 0$ ,  $0 \leq n < 7$  i  $n \geq 7$ . Za pogodno izabrane  $n$ , dodatak Matlab programu crta navedene slučajeve:

```
n=-5; u_n_minus_k = (n-k>=0);
h_n_minus5 = 4*0.75.^(n-k).*u_n_minus_k;

n=3; u_n_minus_k = (n-k>=0);
h_n_3 = 4*0.75.^(n-k).*u_n_minus_k;

n=10; u_n_minus_k = (n-k>=0);
h_n_10 = 4*0.75.^(n-k).*u_n_minus_k;

figure(2);
subplot(4,1,1); stem(k,x);          xlabel('k'); ylabel('x(k)');
subplot(4,1,2); stem(k,h_n_minus5); xlabel('k'); ylabel('h(n-k), n<0');
subplot(4,1,3); stem(k,h_n_3);       xlabel('k'); ylabel('h(n-k), 0<=n<7');
subplot(4,1,4); stem(k,h_n_10);      xlabel('k'); ylabel('h(n-k), n>7');
```



Prema izvršenoj analizi, konvolucija ima vrednost:

$$y(n) = \text{Conv}\{x(n), h(n)\} = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k)h(n-k) = \begin{cases} 0, & n < 0 \\ \sum_{k=0}^n (k+2) \cdot 4(0.75)^{n-k}, & n \in [0, 6] \\ \sum_{k=0}^6 (k+2) \cdot 4(0.75)^{n-k} & n \geq 7 \end{cases}$$

Pojedinačne slučajeve možemo rešiti pomoću Matlabovog Symbolic Toolboxa, funkcijom *symsum* za simboličko sumiranje u formi

*symsum(izraz pod sumom, promenljiva po kojoj se sumira, donja granica, gornja granica):*

```
>>syms n k
>>y1=symsum((k+2)*4*(3/4)^(n-k),k,0,n)

y1 =
-24*(3/4)^n*(4/3)^(n+1)+12*(3/4)^n*(4/3)^(n+1)*(n+1)+24*(3/4)^n

>>y2=symsum((k+2)*4*(3/4)^(n-k),k,0,6)

y2 =
8*(3/4)^n+12*(3/4)^(n-1)+16*(3/4)^(n-2)+20*(3/4)^(n-3)+
24*(3/4)^(n-4)+28*(3/4)^(n-5)+32*(3/4)^(n-6)
```



Funkcija *simple* će dati pojednostavljen izraz:

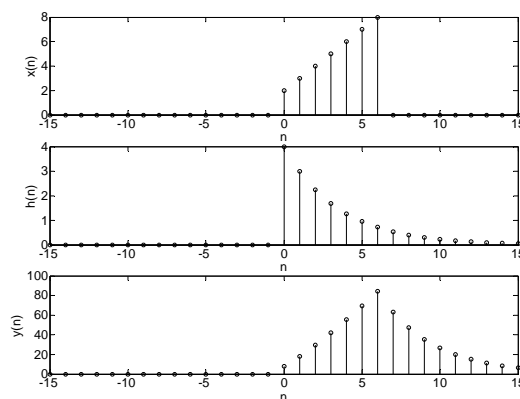
```
>> y1=simple(y1)
y1 =
-16+16*n+24*3^n*4^(-n)
>> y2=simple(y2)
y2 =
345176/729*(3/4)^n
```

Dakle, konačno rešenje je:

$$y(n) = \text{Conv}\{x(n), h(n)\} = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k)h(n-k) = \begin{cases} 0, & n < 0 \\ 16(n-1) + 24(3/4)^n, & n \in [0, 6] \\ \frac{345176}{729} \left(\frac{3}{4}\right)^n, & n \geq 7 \end{cases}$$

Matlab program dopunavamo dobijenim rezultatom, da bi iscrtao tražene signale:

```
n=-15:15;
u_od_7_do_besk = (n>=7);
y = (16*(n-1)+24*(3/4).^n) .* u_od_0_do_7 ...
    +345176/729*(3/4).^n .* u_od_7_do_besk;
figure(3);
subplot(3,1,1); stem(n,x); xlabel('n'); ylabel('x(n)');
subplot(3,1,2); stem(n,h); xlabel('n'); ylabel('h(n)');
subplot(3,1,3); stem(n,y); xlabel('n'); ylabel('y(n)');
```



b) Konvolucija diskretnih signala definisana je korelacionom sumom:

$$c(n) = \text{Corr}\{x(n), h(n)\} = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k)h(n+k).$$

U izrazu za korelaciju pojavljuje se  $h(n+k)$  - signal  $h$  koji po  $k$  osi “polazi” iz  $k = -n$  i “teče na desno”. U odnosu na signal  $x(k)$ , polazak signala  $h(n+k)$  može da bude: levo od početka  $x(k)$ , iz oblasti u kojoj  $x(k)$  ima nenulte odbirke i desno od kraja  $x(k)$ .

Analitički, to su slučajevi:  $(-n) < 0$ ,  $0 \leq (-n) < 7$  i  $(-n) \geq 7$ , tj.  $n > 0$ ,  $-7 < n \leq 0$  i  $n \leq -7$ .

Za pogodno izabrane  $n$ , dodatak Matlab programu crta navedene slučajeve:

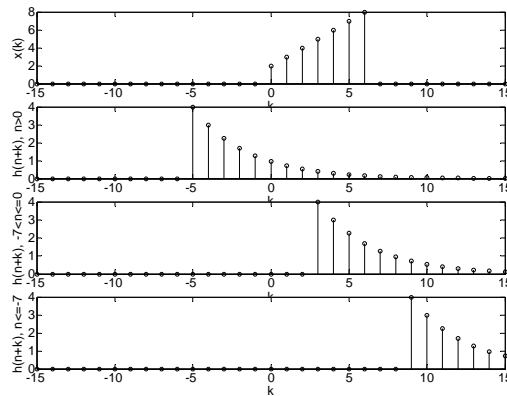
```
figure(4);

n=5; u_n_plus_k = (n+k>=0);
h_n_5 = 4*0.75.^(n+k).*u_n_plus_k;

n=-3; u_n_plus_k = (n+k>=0);
h_n_minus3 = 4*0.75.^(n+k).*u_n_plus_k;

n=-9; u_n_plus_k = (n+k>=0);
h_n_minus9 = 4*0.75.^(n+k).*u_n_plus_k;

subplot(4,1,1); stem(k,x);          xlabel('k'); ylabel('x(k)');
subplot(4,1,2); stem(k,h_n_5);      xlabel('k'); ylabel('h(n+k), n>0');
subplot(4,1,3); stem(k,h_n_minus3); xlabel('k'); ylabel('h(n+k), -7<n<=0');
subplot(4,1,4); stem(k,h_n_minus9); xlabel('k'); ylabel('h(n+k), n<=-7');
```



Prema izvršenoj analizi, korelacija ima vrednost:

$$c(n) = \text{Corr}\{x(n), h(n)\} = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k)h(n+k) = \begin{cases} \sum_{k=0}^6 (k+2) \cdot 4(0.75)^{n+k}, & n > 0 \\ \sum_{k=-n}^6 (k+2) \cdot 4(0.75)^{n+k}, & -7 < n \leq 0 \\ 0, & n \leq -7 \end{cases}$$

Pojedinačne slučajeve rešavamo pomoću Matlabovog Symbolic Toolboxa:

```
>>syms n k
>>c1=symsum((k+2)*4*(3/4)^(n+k),k,0,6)

c1 =
8*(3/4)^n+12*(3/4)^(n+1)+16*(3/4)^(n+2)+20*(3/4)^(n+3)+
24*(3/4)^(n+4)+28*(3/4)^(n+5)+32*(3/4)^(n+6)

>>c2=symsum((k+2)*4*(3/4)^(n+k),k,-n,6)

c2 =
-6561/256*(3/4)^n+80*(3/4)^n*(3/4)^(-n)-16*(3/4)^n*(3/4)^(-n)*n
```

Funkcija *simple* će dati pojednostavljen izraz:

```
>> c1=simple(c1)

c1 =
13919/256*(3/4)^n

>> c2=simple(c2)

c2 =
-6561/256*(3/4)^n+80-16*n
```

Konačno rešenje je:

$$c(n) = \text{Corr}\{x(n), h(n)\} = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k)h(n+k) = \begin{cases} 0, & n \leq -7 \\ 16(5-n) - \frac{6561}{256}(3/4)^n, & -7 < n \leq 0 \\ \frac{13919}{256}(3/4)^n, & n > 0 \end{cases}$$

Matlab program dopunavamo dobijenim rezultatom, da bi iscrtao tražene signale:

```
n=-15:15;

u_od_minus6_do_1 = (n>=-6) & (n<1);
u_od_1_do_besk    = (n>=1);

c = (16*(5-n)-6561/256*(3/4).^n) .* u_od_minus6_do_1 ...
    + 13919/256*(3/4).^n .* u_od_1_do_besk;

figure(5);

subplot(3,1,1); stem(n,x); xlabel('n'); ylabel('x(n)');
subplot(3,1,2); stem(n,h); xlabel('n'); ylabel('h(n)');
subplot(3,1,3); stem(n,c); xlabel('n'); ylabel('c(n)');
```

