



HÁSKÓLI ÍSLANDS

Reikniverkefni III

Sævar Öfjörð Magnússon

21. nóvember 2005

Kafla 2.4 Properties of Discrete-Time LTI Systems

Basic Problems

Liður (a)

Dæmi

Dæmin í þessum kafla nota eftirfarandi merki:

$$x_1[n] = \begin{cases} 1, & 0 \leq n \leq 4, \\ 0, & \text{annars,} \end{cases}$$

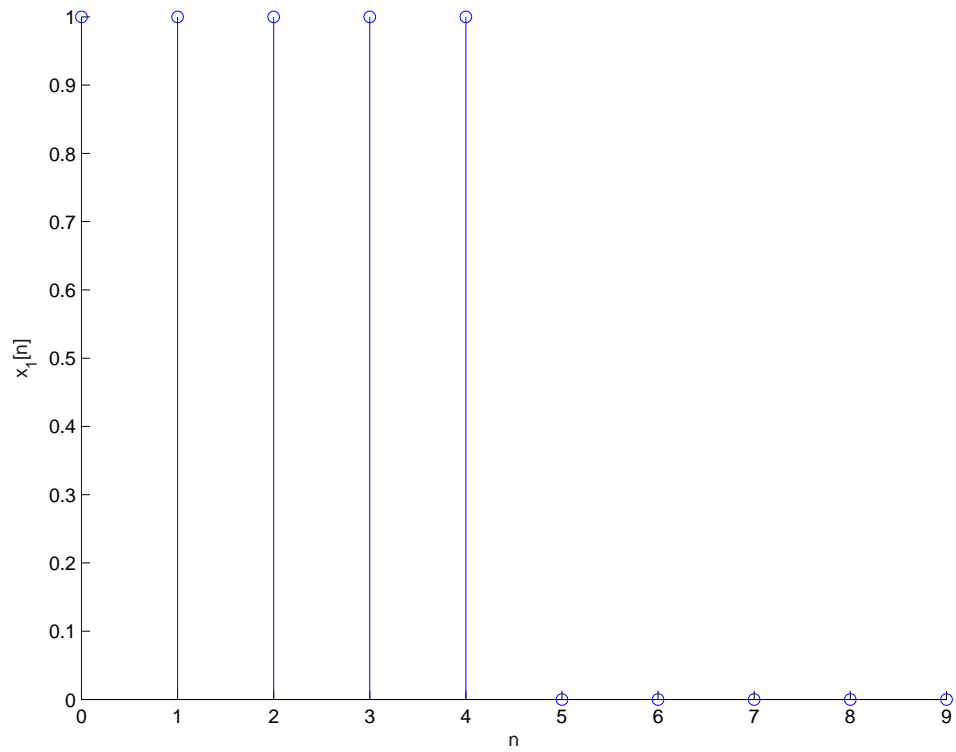
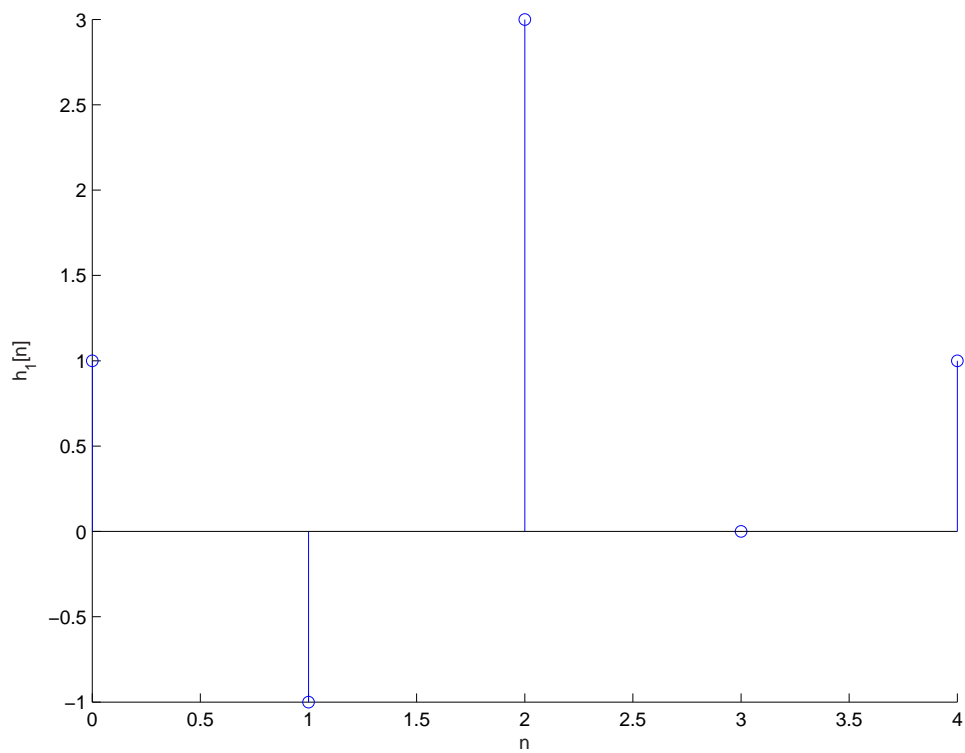
$$h_1[n] = \begin{cases} 1, & n = 0, \\ -1, & n = 1, \\ 3, & n = 2, \\ 1, & n = 4, \\ 0, & \text{annars,} \end{cases}$$

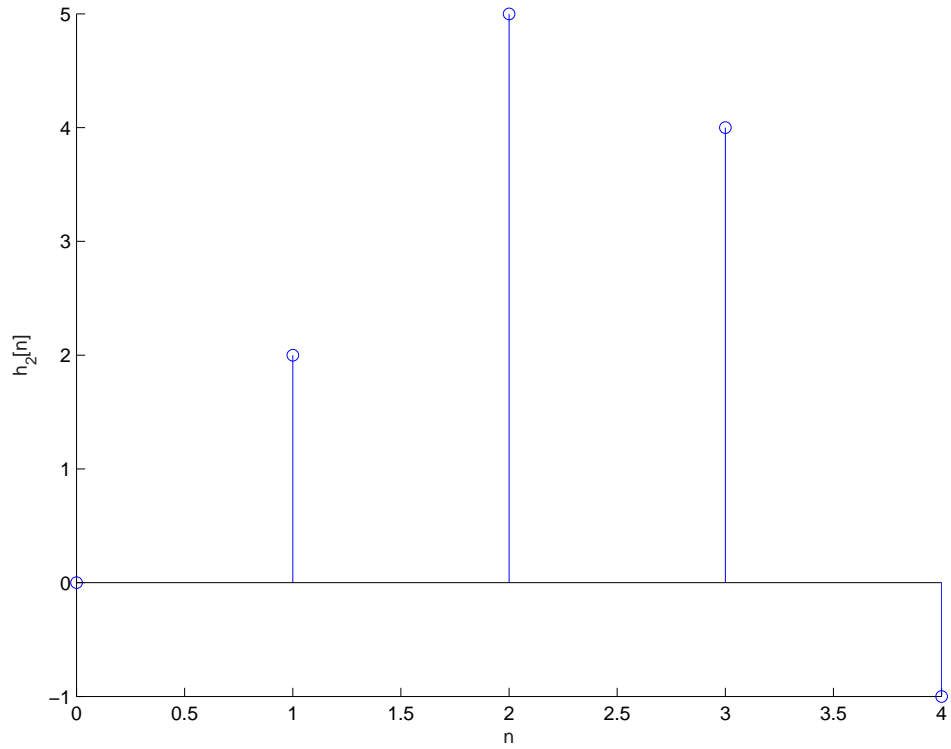
$$h_2[n] = \begin{cases} 2, & n = 1, \\ 5, & n = 2, \\ 4, & n = 3, \\ -1, & n = 4, \\ 0, & \text{annars,} \end{cases}$$

Við skilgreinum MATLAB vigurinn `x1` til þess að tákna $x_1[n]$ á bilinu $0 \leq n \leq 9$, og vigrana `h1` og `h2` til þess að tákna $h_1[n]$ og $h_2[n]$ fyrir $0 \leq n \leq 4$. Skilgreinum einnig `nx1` og `nh1` sem viðeigandi vísavigra fyrir þessi merki. Teiknum gröf af merkjunum með `stem`.

Lausn

Teiknum upp gröfin:

Mynd 1: Merkið $x_1[n]$ Mynd 2: Merkið $h_1[n]$

Mynd 3: Merkið $h_2[n]$

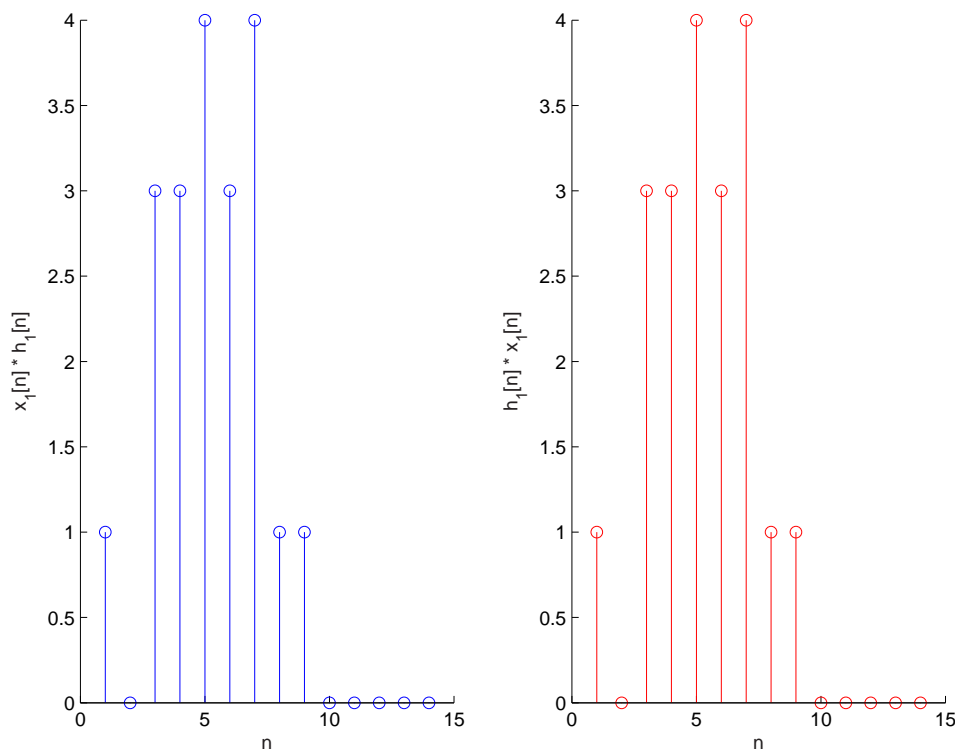
Liður (b)

Dæmi

Víxlunareiginleikar földunar segja að útkoma földunar sé hin sama, sama í hvaða röð merki eru földuð saman. Þetta gefur í skyn að útmerki LTI kerfis með impúlssvörun $h[n]$ og innmerki $x[n]$ verði hið sama og útmerki LTI kerfis með impúlssvörun $x[n]$ og innmerki $h[n]$. Notum `conv` með `h1` og `x1` til þess að sannreyna þessa eiginleika og athuga hvort útmerki `conv` sé hið sama hvernig sem röð innmerkjana er.

Lausn

Teiknum upp gröfin. Við sjáum á þeim að það er greinilegt að það skiptir í raun ekki máli í hvaða röð merkin koma inn í fallið `conv`. Þessi eiginleiki földunar þykir því sannaður. Sjá viðauka *MATLAB kóðar* fyrir frekari upplýsingar.



Mynd 4: Földun prófuð með mismunandi röð sömu innmerkja, $x_1[n]$ og $h_1[n]$.

Liður (c)

Dæmi

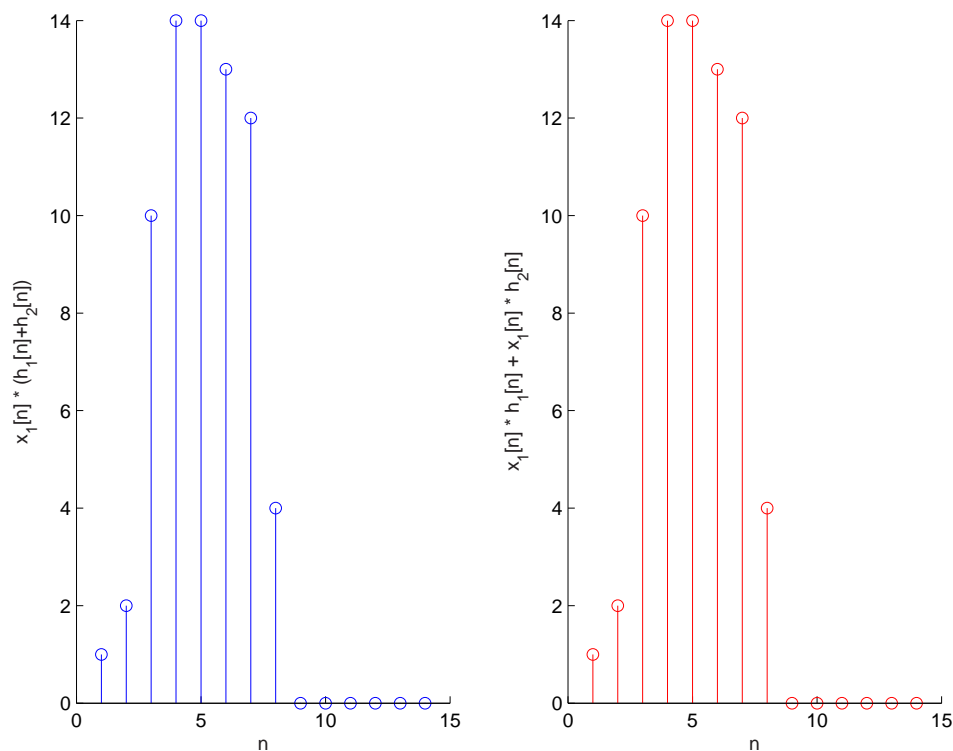
Földun er einnig dreifin. Þetta þýðir að

$$x[n] * (h_1[n] + h_2[n]) = x[n] * h_1[n] + x[n] * h_2[n].$$

Þetta gefur í skyn að útmerki tveggja LTI kerfa tengdum samsíða sé hið sama og eitt kerfi sem hefur impúlssvörun sem er summa impúlssvarana samsíða kerfanna. Við eigum að sannreyna dreifni-eiginleika földunar með því að nota x_1 , h_1 og h_2 . Reiknum summu útmerkja LTI kerfanna með impúlssvaranir $h_1[n]$ og $h_2[n]$ þegar $x_1[n]$ er innmerki. Berum þetta saman við útmerki LTI kerfis sem hefur impúlssvörun $h_1[n] + h_2[n]$ þegar innmerkið er $x_1[n]$. Gefa þessar tvær aðferðir við að reikna útmerkið sömu niðurstöður?

Lausn

Við teiknum upp þessi gröf og sjáum strax að þessar tvær aðferðir gefa sömu niðurstöður. Dreifnieiginleiki földunar þykir því sannaður. Sjá viðauka *MATLAB kóðar* fyrir frekari upplýsingar.



Mynd 5: Földun prófuð með dreifnieiginleika hennar í huga.

Liður (d)

Dæmi

Földun er einnig tengin, þ.e.,

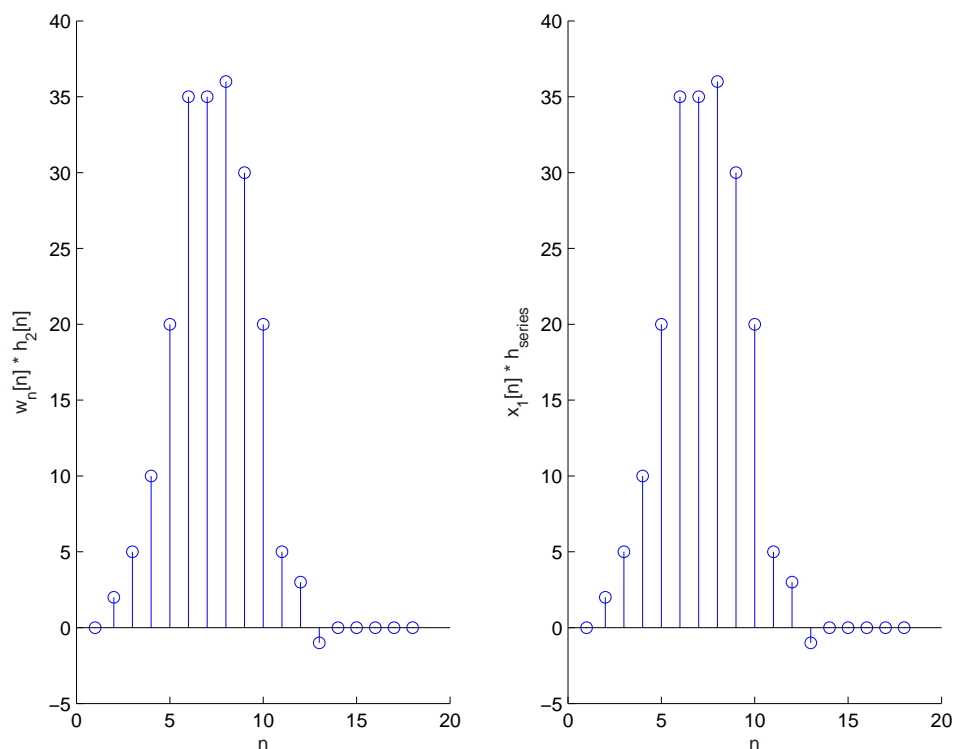
$$(x[n] * h_1[n]) * h_2[n] = x[n] * (h_1[n] * h_2[n]).$$

Þessi eiginleiki gefur í skyn að útmerkið sem við fáum þegar við notum merki sem er röð LTI kerfa er hið sama og við fáum þegar við notum eitt LTI kerfi sem hefur impúlssvörun sem er földun allra impúlssvarana raðtengdu kerfanna. Við eigum að sannreyna tengni-eiginleika földunar með því að nota x_1 , h_1 og h_2 :

- Látum $w[n]$ vera útmerki LTI kerfis með impúlssvörun $h_1[n]$. Reiknum $w[n]$ með því að falda saman $x_1[n]$ og $h_1[n]$.
- Reiknum útmerki alls kerfisins, $y_{d1}[n]$, með því að falda $w[n]$ við $h_2[n]$.
- Finnum impúlssvörunina $h_{\text{series}}[n] = h_1[n] * h_2[n]$.
- Földum $x_1[n]$ við $h_{\text{series}}[n]$ til þess að fá útmerkið $y_{d2}[n]$.

Svo berum við saman y_{d1} og y_{d2} og athugum hvort við fáum sömu niðurstöður í báðum tilvikum.

Lausn



Mynd 6: Földun prófuð með tengnieiginleika hennar í huga.

Kafla 2.5 Linearity and Time-Invariance

Basic Problems

Höfum kerfin:

$$\text{Kerfi 1: } w[n] = x[n] - x[n-1] - x[n-2],$$

$$\text{Kerfi 2: } y[n] = \cos(x[n]),$$

$$\text{Kerfi 3: } z[n] = nx[n],$$

Þar sem $x[n]$ er innmerki fyrir hvert kerfi, og $w[n]$, $y[n]$ og $z[n]$ eru samsvarandi útmerki.

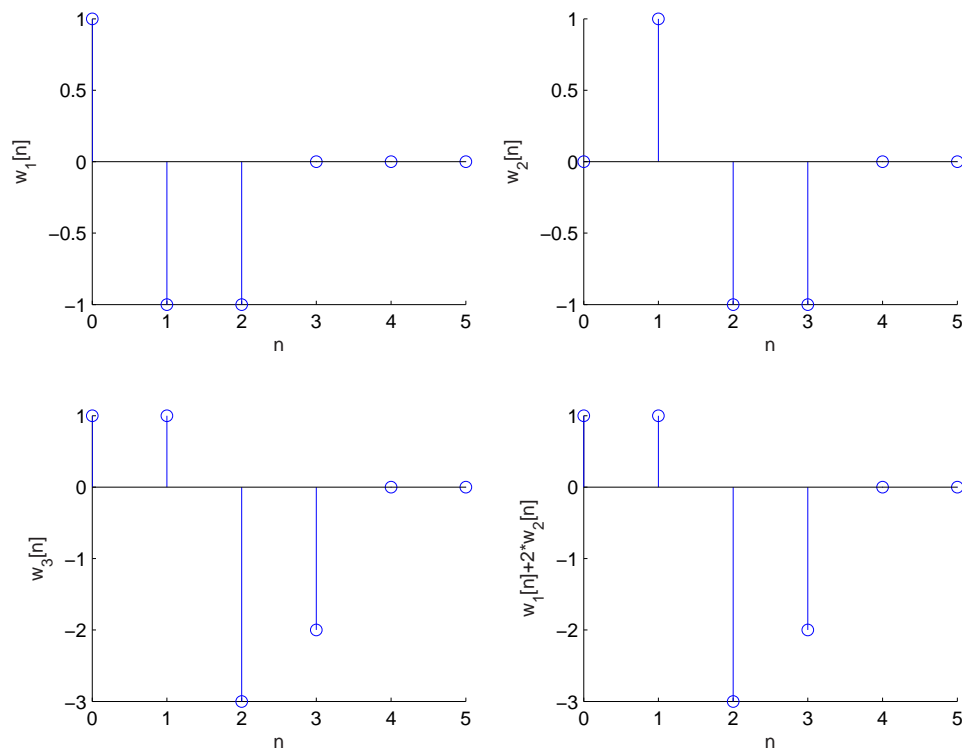
Liður (a)

Dæmi

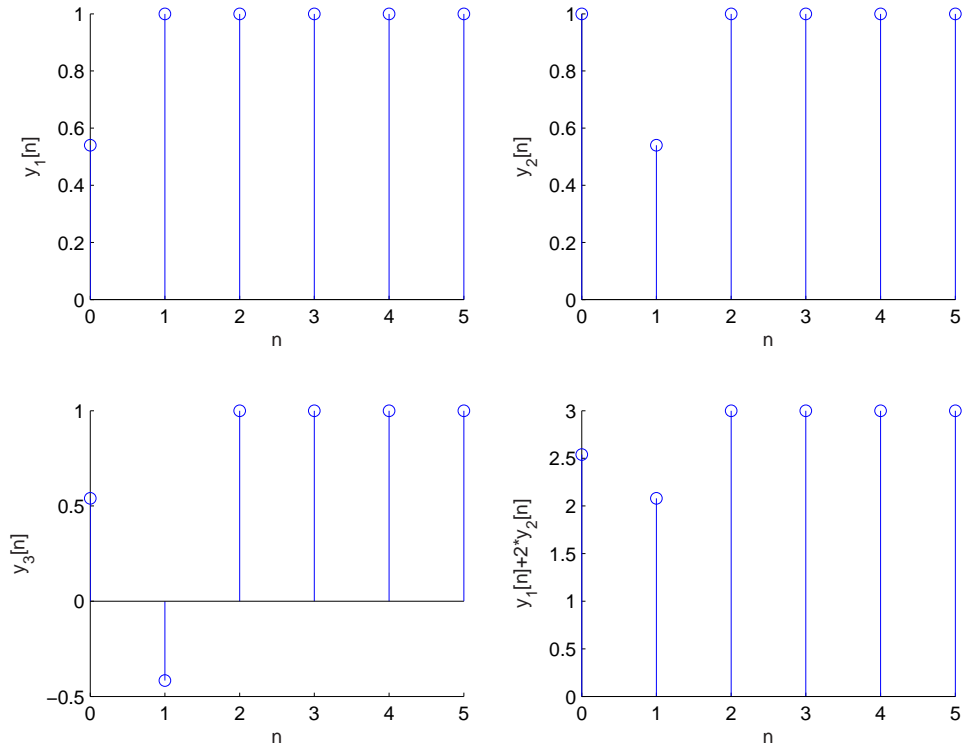
Tökum þrjú innmerki: $x_1[n] = \delta[n]$, $x_2[n] = \delta[n-1]$, og $x_3[n] = (\delta[n] + 2\delta[n-1])$. Fyrir Kerfi 1 geymum við útmerkin fyrir hvert innmerki í samsvarandi vigrum w_1 , w_2 og w_3 . Þessir vigrar eiga að geyma gildi $w[n]$ á bilinu $0 \leq n \leq 5$. Notum `subplot` og `stem` til þess að teikna gröf af merkjunum w_1 , w_2 , w_3 og w_1+2*w_2 í einni mynd. Gerum samsvarandi gröf fyrir Kerfi 2 og 3.

Lausn

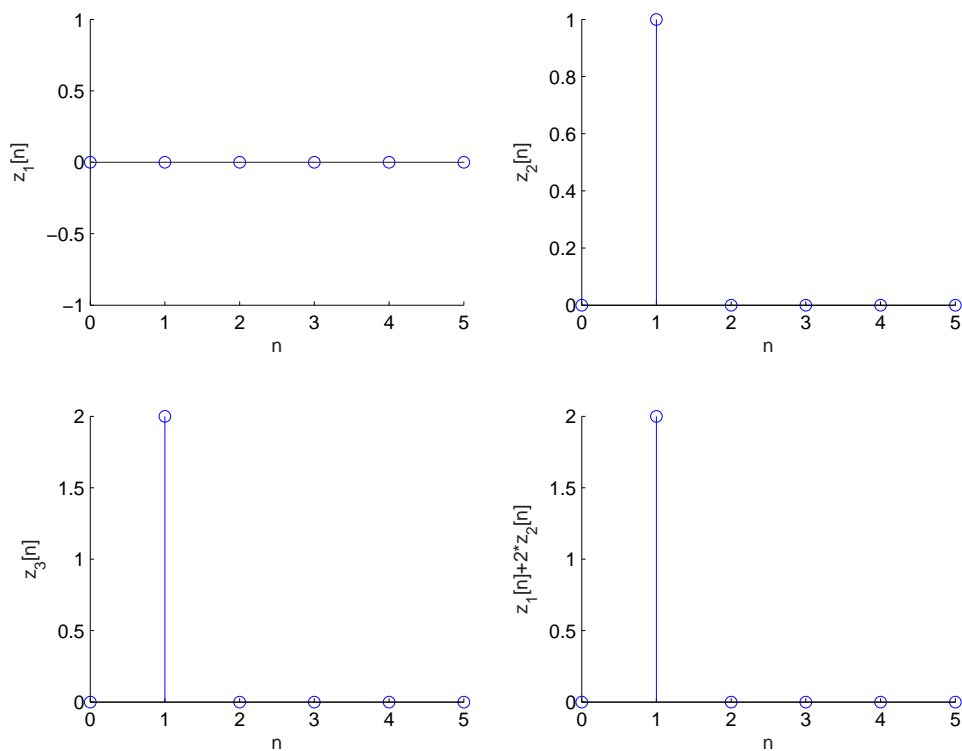
Teiknum upp gröfin fyrir kerfin:



Mynd 7: Kerfi 1.



Mynd 8: Kerfi 2.



Mynd 9: Kerfi 3.

Liður (b)

Dæmi

Við eigum nú að athuga hvort hvert kerfi sé línulegt. Ef kerfi er línulegt, þurfum við að réttlæta svarið. Ef það er ekki línulegt notum við gröfin sem voru teiknuð í lið (a) til þess að styðja svarið.

Lausn

- **Kerfi 1** er línulegt vegna þess að það er samlagning nokkurra LTI-kerfa. Reglur um línuleg kerfi segja að ef kerfið er línulegt þá eiga $w_3[n]$ og $w_1[n] + 2w_2[n]$ að vera eins. Við sjáum af mynd 7 að þau merki eru nákvæmlega eins. Kerfið er því línulegt.
- **Kerfi 2** er ekki línulegt því í því er framkvæmd aðgerð sem er ekki línuleg. Það varðveitir því ekki samlagningu. Þetta sést líka á mynd 8, þar eru $y_3[n]$ og $y_1[n] + 2y_2[n]$ ekki eins. Kerfið er því ekki línulegt.
- **Kerfi 3** er línulegt. Þetta sést á mynd 9 því z_3 og $z_1[n] + 2 * z_2[n]$ eru eins. Kerfið er því línulegt.

Liður (c)

Dæmi

Við eigum einnig að athuga hvort hvert kerfi sé tímaóháð. Ef kerfi er tímaóháð, þurfum við að réttlæta svarið. Ef það er tímaháð notum við gröfin sem voru teiknuð í lið (a) til þess að styðja svarið.

Lausn

- **Kerfi 1** er tímaóháð því það er samlagning LTI-kerfa. Við sjáum líka á mynd 7 að $w_2[n]$ er eins og $w_1[n]$ (nema hliðrað um 1) og því er kerfið tímaóháð.
- **Kerfi 2** er tímaóháð því við sjáum á mynd 8 að hliðrunin sem er gefin með merkinu $y_2[n]$ gefur sama útmerki og $y_1[n]$ (þó er það hliðrað, að sjálfsgöðu). Samkvæmt skilgreiningu á tímahæði er kerfið því tímaóháð.
- **Kerfi 3** er tímaháð því ef við lítum á mynd 9 gefur hliðrunin $z_2[n]$ ekki sömu gildi í merkinu og $z_1[n]$. Þar sem myndirnar ættu að sýna sama merkið (nema hliðrað) er kerfið tímaháð.

Intermediate Problems

Hér eigum við að íhuga hvernig impúlssvörðunin getur verið notuð til þess að reikna þrepsvörðun LTI kerfis. Skoðum tvö orsakatengd kerfi sem eru skilgreind með eftirfarandi línulegu mismunajöfnum:

$$\begin{aligned}\text{Kerfi 1: } y_1[n] &= (3/5)y_1[n-1] + x[n], \\ \text{Kerfi 2: } y_2[n] &= (3/5)^n y_2[n-1] + x[n].\end{aligned}$$

Hvert kerfi uppfyllir upphafsskilyrði, sem segja að ef $x[n] = 0$ fyrir $n \leq n_0$, þá er $y[n] = 0$ fyrir $n \leq n_0$. Skilgreinum $h_1[n]$ og $h_2[n]$ sem samsvarandi impúlssvaranir Kerfa 1 og 2 fyrir merkið $\delta[n]$.

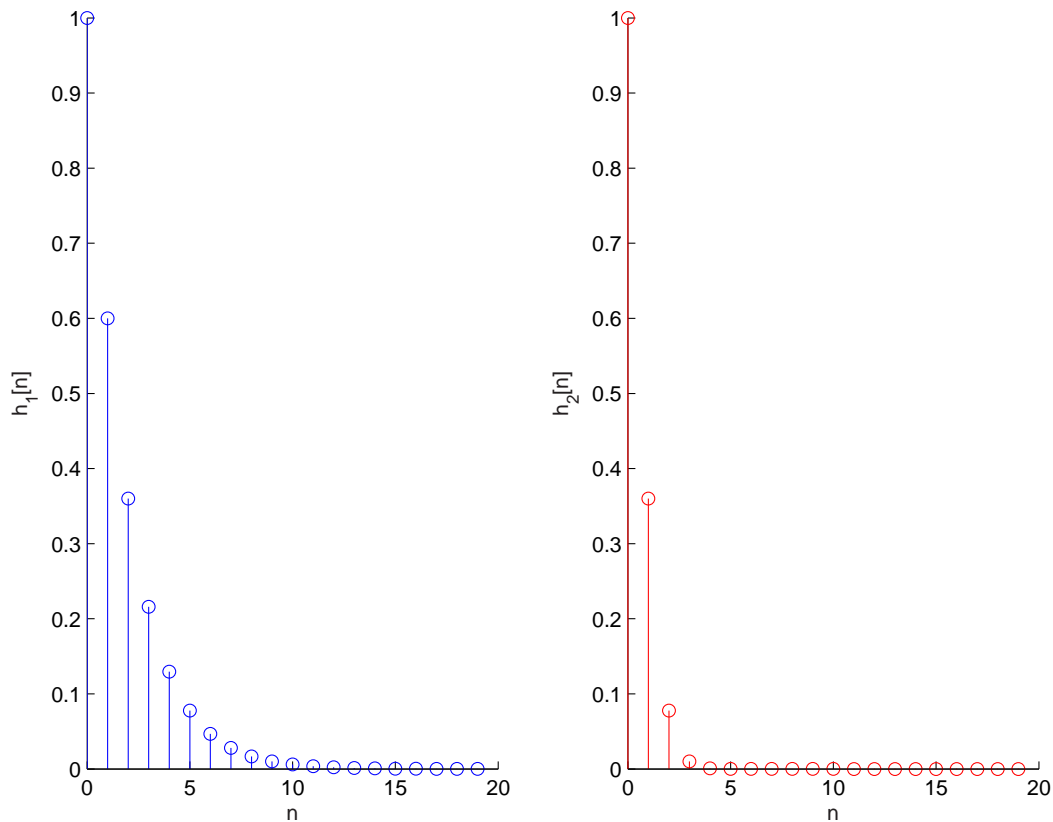
Liður (d)

Dæmi

Reiknum $h_1[n]$ og $h_2[n]$ á bilinu $0 \leq n \leq 19$, og geymum þessar svaranir í h_1 og h_2 .

Lausn

Sjá viðaukann *MATLAB kóðar* fyrir nánari lausn. Ekki var beðið um gröf af merkjunum en við sýnum þau hér:



Mynd 10: Impúlssvaranir $h_1[n]$ og $h_2[n]$.

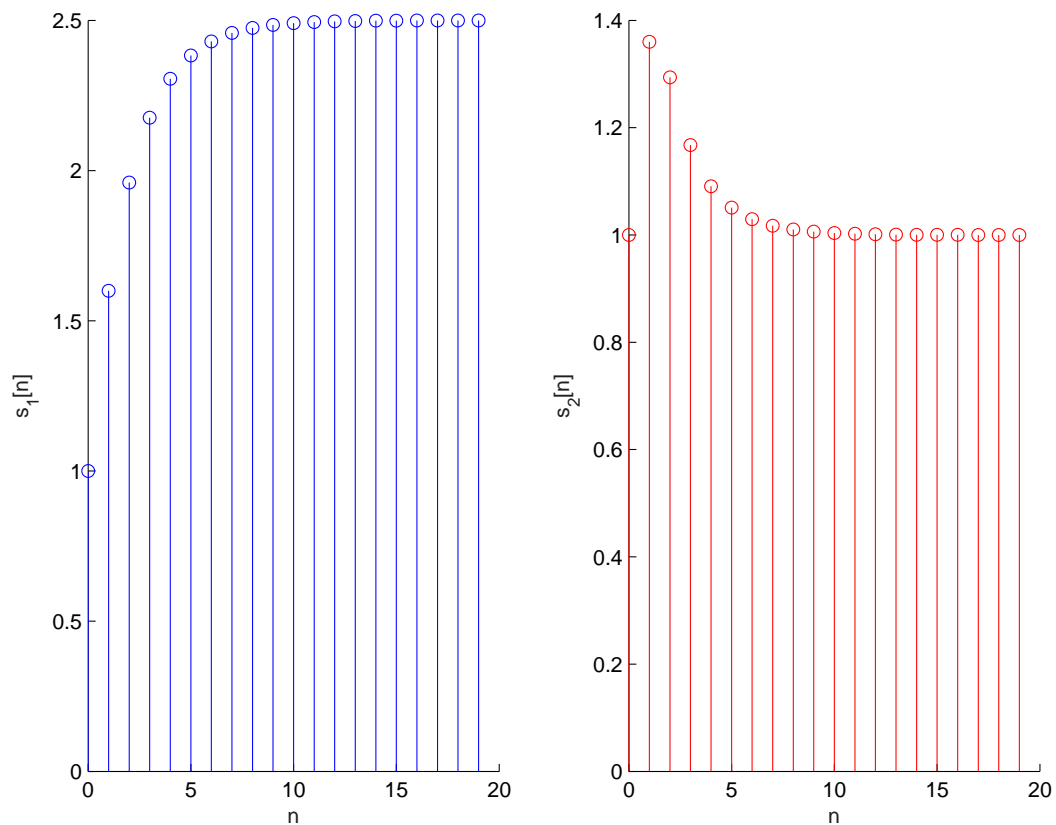
Liður (e)

Dæmi

Fyrir hvort kerfi eigum við að reikna einingarþrepsvörun á bilinu $0 \leq n \leq 19$, og geyma þær í s_1 og s_2 .

Lausn

Sjá viðaukann *MATLAB kóðar* fyrir nánari lausn. Ekki var beðið um gröf af merkjunum en við sýnum þau hér:



Mynd 11: Þrepsvaranir $s_1[n]$ og $s_2[n]$.

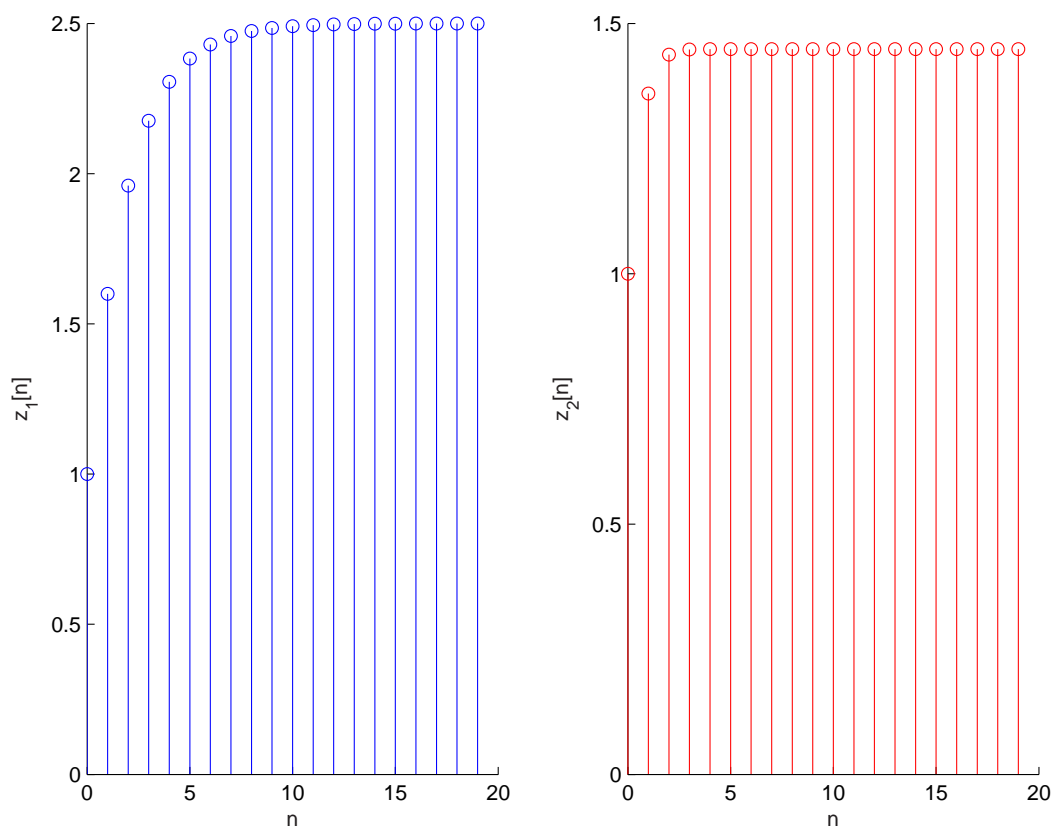
Liður (f)

Dæmi

Við tökum eftir því að $h_1[n]$ og $h_2[n]$ eru núll fyrir $n \geq 20$. Þannig innihalda h_1 og h_2 allar upplýsingar sem við þurfum á að halda um svörun hvors kerfis við einingarpúlsinum. Við skilgreinum $z_1[n] = h_1[n]*u[n]$ og $z_2[n] = h_2[n]*u[n]$, þar sem $u[n]$ er einingaprefallið. Við notum `conv` til þess að reikna $z_1[n]$ og $z_2[n]$ á bilinu $0 \leq n \leq 19$.

Lausn

Sjá viðaukann *MATLAB kóðar* fyrir nánari lausn. Ekki var beðið um gröf af merkjunum en við sýnum þau hér:



Mynd 12: Prepsvaranir $z_1[n]$ og $z_2[n]$.

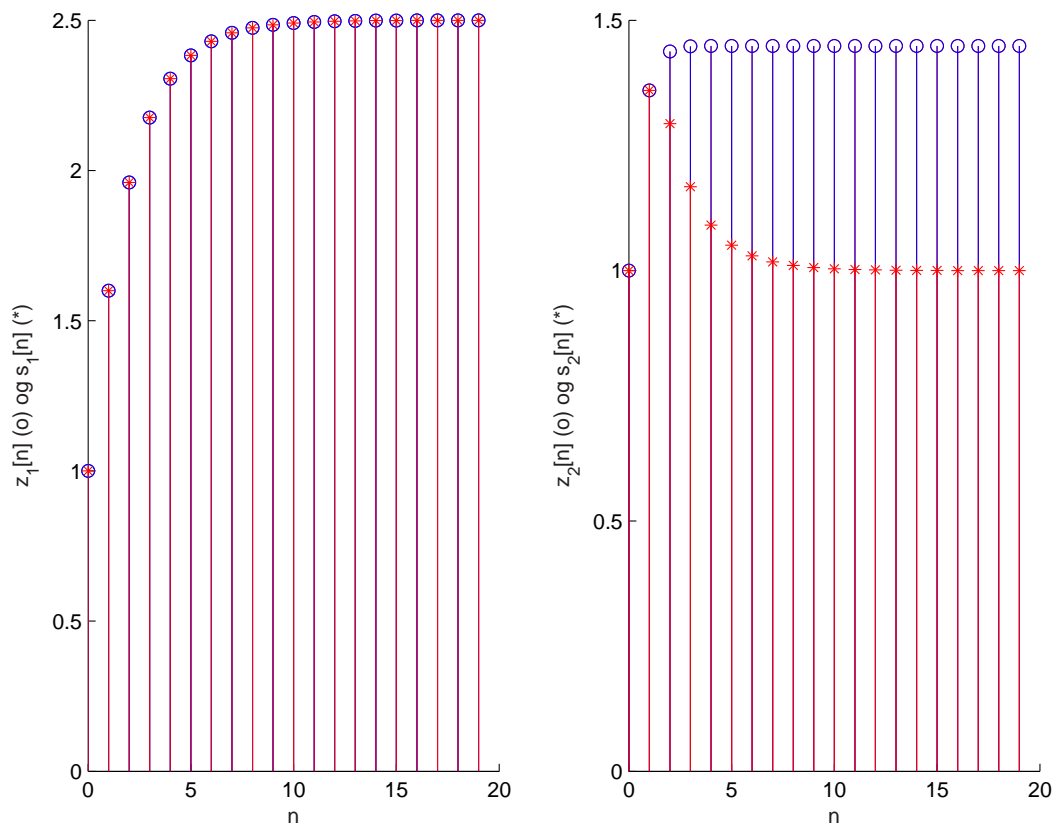
Liður (g)

Dæmi

Nú teiknum við s_1 og z_1 á sama hnitakerfi. Ef tvö merki eru eins eigum við að útskýra hvers vegna við því mátti búast. Annars eigum við að útskýra hver munurinn á merkjunum er. Á sama hátt teiknum við s_2 og z_2 og útskýrum mun milli merkjanna eða af hverju þau eru eins.

Lausn

Sjá viðaukann *MATLAB kóðar* fyrir nánari lausn. Við lítum á gröfin hér að neðan. Við sjáum að gröfin af $s_1[n]$ og $z_1[n]$ eru eins. Ástæðan fyrir því er að merkin eru bæði tímaóháð. Hins vegar eru gröfin af $s_2[n]$ og $z_2[n]$ ekki eins. Ástæðan fyrir því er sú að $z_2[n]$ er tímaóháð en $s_2[n]$ er tímaháð.



Mynd 13: $s_1[n]^{(*)}$ og $z_1[n]^{(o)}$ (t.v.) og $s_2[n]^{(*)}$ og $z_2[n]^{(o)}$ (t.h.).

Kafla 2.7 Discrete-Time Convolution

Földun stakrænna merkja $h[n]$ og $x[n]$ er skilgreind stærðfræðilega með jöfnunni

$$y[n] = \sum_{m=-\infty}^{\infty} h[m]x[n-m],$$

sem er í raun það sama og að snúa tímaásnum á merkinu $h[m]$ og hliðra því um n stök, margfalda síðan $h[n-m]$ með $x[m]$ og summa síðan þessa runu margfalda yfir m .

Basic Problems

Í þessum dæmum á að skilgreina nokkur stakræn merki og impúlssvaranir nokkurra LTI-kerfa. Þá er hægt að reikna útmerki LTI-kerfanna með `conv`.

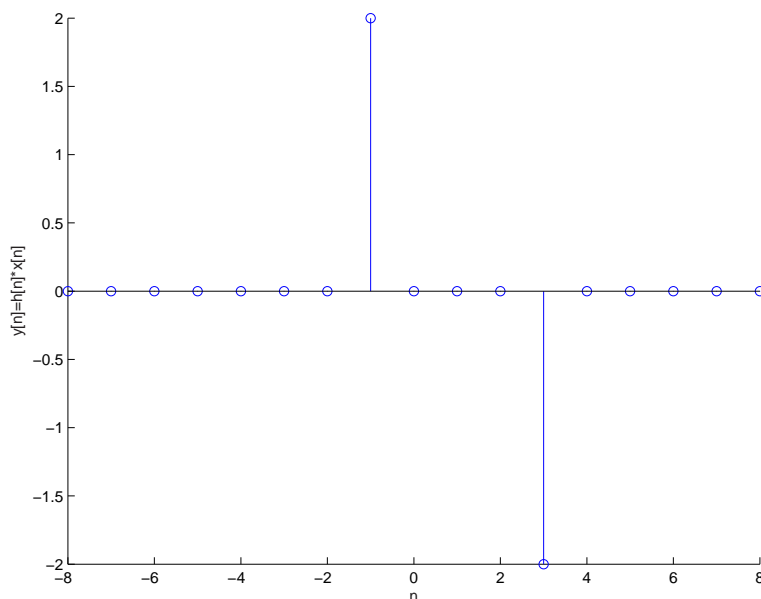
Liður (a)

Dæmi

Þar sem `conv` fallið heldur ekki utan um tímavísa runanna sem eru faldaðar þurfum við að halda utan um þessa vísa sjálf svo við vitum á hvaða bili við eigum að teikna merkin upp. Fyrir runurnar $h[n] = 2\delta[n+1] - 2\delta[n-1]$, og $x[n] = \delta[n] + \delta[n-2]$ eigum við að gera vigra `h` og `x`. Skilgreinum $y[n] = x[n] * h[n]$ og reiknum `y=conv(h,x)`. Finnum réttan tímavísi fyrir `y` og geymum hann í vigrinum `ny`. Teiknum síðan $y[n]$ sem fall af n með `stem(ny,y)`.

Lausn

Við skilgreinum $-4 \leq n \leq 4$. Nú skilar `conv` fallið vigri að lengd $\text{lengd}(h[n]) + \text{lengd}(x[n]) - 1$ svo okkar `ny` verður á bilinu $-8 \leq n \leq 8$. Teiknum svo grafið:



Mynd 14: Földunin $(2\delta[n+1] - 2\delta[n-1]) * (\delta[n] + \delta[n-2])$.

Liður (b)**Dæmi**

Höfum tvær endanlegar runur $h[n]$ og $x[n]$, táknaðar í MATLAB sem vigrar \mathbf{h} og \mathbf{x} , með samsavarandi tímavísa gefna með $\mathbf{nh}=[a:]$ og $\mathbf{nx}=[c:d]$. Aðgerðin $\mathbf{y}=\text{conv}(\mathbf{h},\mathbf{x})$ skilar vigri \mathbf{y} sem inniheldur rétt gildi fyrir $y[n] = h[n] * x[n]$; en við þurfum að ákvarða samsvarandi tímavísi \mathbf{ny} . Til þess að finna hann hugsum við okkur runurnar $h[n] = \delta[n - a] + \delta[n - b]$ og $x[n] = \delta[n - c] + \delta[n - d]$. Finnum með greiningu földunina $y[n] = h[n] * x[n]$. Út frá því svari eigum við að ákvarða hvernig \mathbf{ny} ætti að líta út sem fall af a, b, c og d . Til þess að fullvissa okkur um svarið eigum við að athuga hvort $y[n]$ sé af lengd $M + N - 1$ þegar $a = 0, b = N - 1, c = 0$ og $d = M - 1$.

Lausn

Við höfum vigur $x[n]$ sem er ekki núll á bilinu $n_x \leq n \leq n_x + N_x - 1$ og vigur $h[n]$ sem er ekki núll á bilinu $n_h \leq n \leq n_h + N_h - 1$, þá gefur földunin $\mathbf{y}=\text{conv}(\mathbf{h},\mathbf{x})$ okkur vigur $y[n]$ sem er ekki núll og er á bilinu

$$(n_x + n_h) \leq n \leq (n_x + n_h) + N_x + N_h - 2.$$

Þetta segir okkur að í raun þarf `conv` einungis að reikna $y[n]$ fyrir $(N_x + N_h) - 1$ stök á bili $y[n]$. Við erum beðin um að finna vektorinn \mathbf{ny} :

$$\mathbf{ny} = [a + b : c + d]$$

og fáum uppgefið að $a = 0, b = N - 1, c = 0$ og $d = M - 1$. Þá er

$$\mathbf{ny} = [0 : N_x + N_h - 2]$$

og lengd hans er, eins og við erum beðin að athuga, $N_x + N_h - 1$.

Liður (c)**Dæmi**

Höfum innmerki $x[n]$ og einingarimpúlssvörun $h[n]$ gefin með

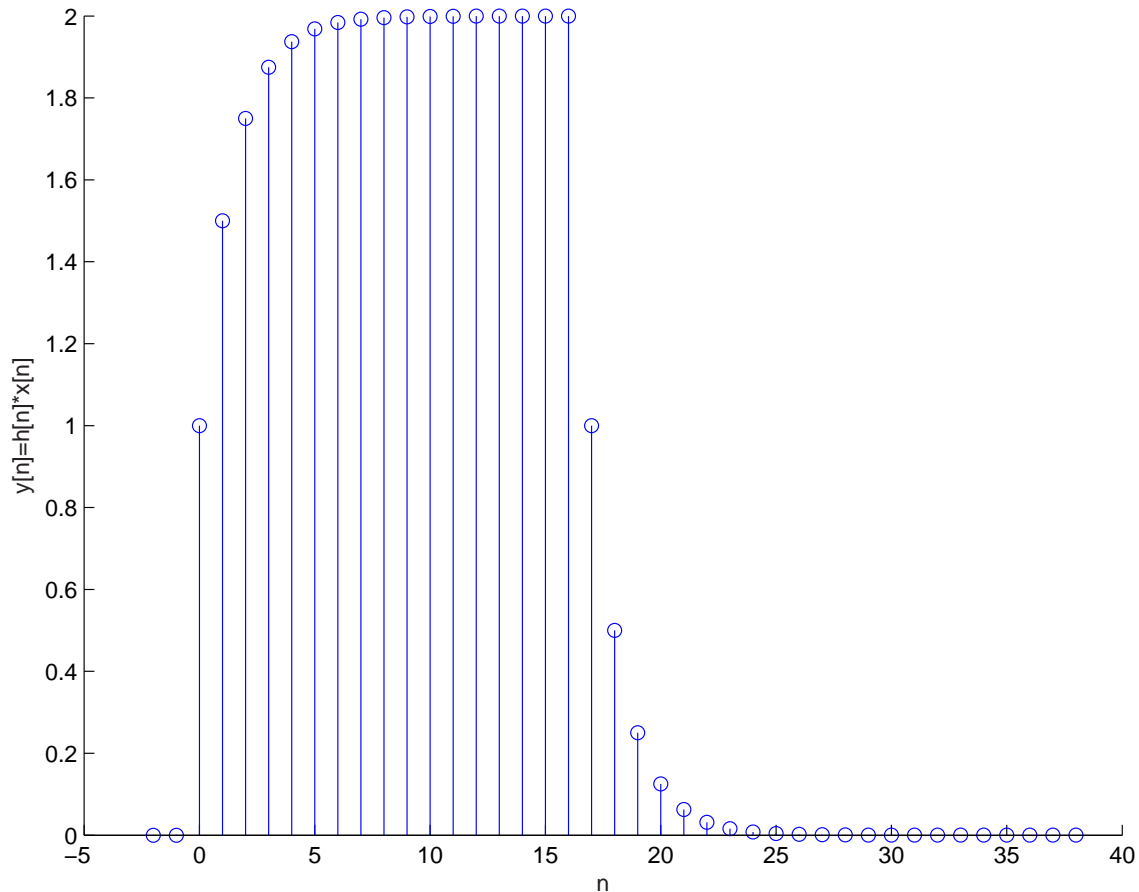
$$x[n] = \left(\frac{1}{2}\right)^{n-2} u[n-2],$$

$$h[n] = u[n+2].$$

Ef við viljum reikna $y[n] = h[n] * x[n]$ með `conv` verðum við að eiga við þá staðreynd að $x[n]$ og $h[n]$ eru óendanlega löng merki. Geymum í vigrinum \mathbf{x} gildin á $x[n]$ fyrir $0 \leq n \leq 24$ og í \mathbf{h} gildin á $h[n]$ fyrir $-2 \leq n \leq 14$. Geymum svo í vigrinum \mathbf{y} útmerki fallsins `conv(h,x)`. Útskýrum af hverju aðeins hluti útmerkisins verði gilt Þar sem við höfum einungis hluta af $h[n]$ og $x[n]$. Tilgreinum hvaða gildi í útmerkinu eru rétt og hver ekki. Notum niðurstöður úr b-lið til þess að búa til réttan tímaás fyrir \mathbf{y} . Teiknum $y[n]$ og sýnum hvaða gildi eru rétt og hver ekki.

Lausn

Höfum bilin sem gefin eru upp. Gildin á $x[n]$ stefna á núll innan þess mengis sem við erum með fyrir $x[n]$ svo það hefur ekki áhrif á földunina. Gildin á $h[n]$ stefna hins vegar á 1 þegar $n \rightarrow \infty$. Það að við skulum taka takmarkað bil á $h[n]$ hefur áhrif á heildarsvörunina. Setjum bilið fyrir vísavigurinn sem $-2 \leq n \leq 38$ (notum formúlu sem fundin var í b-lið) og skoðum grafið:



Mynd 15: Földunin $y[n] = h[n] * x[n]$.

Við sjáum að útmerkið fellur skyndilega hratt niður í núll í $n = 17$ þó að það ætti í raun að halda áfram að stefna á 2. En þar sem við erum að svindla og summum ekki yfir óendanlega tíma (með impúlsum sem er ekki núll þegar $n \rightarrow \infty$), hefur það áhrif á útkomu földunarinnar. Við segjum því að gildi fyrir $17 \leq n \leq \infty$ séu ógild.

MATLAB kóðar

Kafi 2.4

```
1 %MOK – Reikniverkefni III
2 %Kafli 2.4
3 %Saevar Ofjord Magnusson
4 %Skra: kafli_2_4.m
5
6 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
7 % a lidur
8 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
9
10 % Skilgreinum n viga:
11 nx1=0:9;
12 nh1=0:4;
13
14 x1 = [ones(1,5) zeros(1,5)];
15 h1 = [1 -1 3 0 1];
16 h2 = [0 2 5 4 -1];
17
18 figure(1);
19 stem(nx1,x1);
20 xlabel('n');
21 ylabel('x_1[n]');
22 print -depsc kafli_2_4_a1
23
24 stem(nh1,h1);
25 xlabel('n');
26 ylabel('h_1[n]');
27 print -depsc kafli_2_4_a2
28
29 stem(nh1,h2);
30 xlabel('n');
31 ylabel('h_2[n]');
32 print -depsc kafli_2_4_a3
33
34 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
35 % b lidur
36 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
37
38 % commutative
39
40 y1 = conv(x1,h1);
41 y2 = conv(h1,x1);
42
43 figure(2);
44 subplot(1,2,1);
45 stem(1:size(y1,2),y1);
46 xlabel('n');
```

```

47 ylabel('x_1[n] * h_1[n] ');
48
49 subplot(1,2,2);
50 stem(1:size(y2,2),y2,'r');
51 xlabel('n');
52 ylabel('h_1[n] * x_1[n] ');
53 print -depsc kafli_2_4_b
54
55 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
56 % c lidur
57 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
58
59 % distributive
60
61 figure(3);
62 y1 = conv(x1,h1+h2);
63 y2 = conv(x1,h1) + conv(x1,h2);
64
65 subplot(1,2,1);
66 stem(1:size(y1,2),y1);
67 xlabel('n');
68 ylabel('x_1[n] * (h_1[n]+h_2[n]) ');
69
70 subplot(1,2,2);
71 stem(1:size(y2,2),y2,'r');
72 xlabel('n');
73 ylabel('x_1[n] * h_1[n] + x_1[n] * h_2[n] ');
74 print -depsc kafli_2_4_c
75
76 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
77 % d lidur
78 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
79
80 % associative
81
82 wn = conv(x1,h1);
83 yd1 = conv(wn,h2);
84 hseries = conv(h1,h2);
85 yd2 = conv(x1,hseries);
86
87 figure(4);
88
89 subplot(1,2,1);
90 stem(1:size(yd1,2),yd1);
91 xlabel('n');
92 ylabel('w_n[n] * h_2[n] ');
93
94 subplot(1,2,2);
95 stem(1:size(yd2,2),yd2);
96 xlabel('n');

```

```

97 ylabel('x_1[n]_*_h_{series}');
98
99 print -depsc kafli_2_4_d

```

Kafli 2.5

```

1  %MOK – Reikniverkefni III
2  %Kafli 2.5
3  %Saevar Ofjord Magnusson
4  %Skra: kafli_2_5.m
5
6  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
7  % a lidur
8  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
9
10 n=0:5;
11
12 % Innmerki
13 x1 = delta(n);
14 x2 = delta(n-1);
15 x3 = delta(n)+2.*delta(n-1);
16
17 % Kerfi 1
18 w1 = delta(n) - delta(n-1) - delta(n-2);
19 w2 = delta(n-1) - delta(n-1-1) - delta(n-1-2);
20 w3 = (delta(n)+2.*delta(n-1))-(delta(n-1)+2.*delta(n-1-1))-(delta(n-2)+2.*delta(n-2-1));
21 w4 = w1+2.*w2;
22
23 subplot(2,2,1)
24 stem(n,w1);
25 xlabel('n');
26 ylabel('w_1[n]');
27
28 subplot(2,2,2)
29 stem(n,w2);
30 xlabel('n');
31 ylabel('w_2[n]');
32
33 subplot(2,2,3)
34 stem(n,w3);
35 xlabel('n');
36 ylabel('w_3[n]');
37
38 subplot(2,2,4)
39 stem(n,w4);
40 xlabel('n');
41 ylabel('w_1[n]+2*w_2[n]');
42
43 print -depsc kafli_2_5_a1;
44
45 % Kerfi 2

```

```
46 y1 = cos(delta(n));
47 y2 = cos(delta(n-1));
48 y3 = cos(delta(n)+2.*delta(n-1));
49 y4 = y1+2.*y2;
50
51 subplot(2,2,1)
52 stem(n,y1);
53 xlabel('n');
54 ylabel('y_1[n]');
55
56 subplot(2,2,2)
57 stem(n,y2);
58 xlabel('n');
59 ylabel('y_2[n]');
60
61 subplot(2,2,3)
62 stem(n,y3);
63 xlabel('n');
64 ylabel('y_3[n]');
65
66 subplot(2,2,4)
67 stem(n,y4);
68 xlabel('n');
69 ylabel('y_1[n]+2*y_2[n]');
70
71 print -depsc kafli_2_5_a2;
72
73 % Kerfi 3
74 z1 = n.*delta(n);
75 z2 = n.*delta(n-1);
76 z3 = n.*(delta(n)+2.*(delta(n-1)));
77 z4 = z1+2.*z2;
78
79 subplot(2,2,1)
80 stem(n,z1);
81 xlabel('n');
82 ylabel('z_1[n]');
83
84 subplot(2,2,2)
85 stem(n,z2);
86 xlabel('n');
87 ylabel('z_2[n]');
88
89 subplot(2,2,3)
90 stem(n,z3);
91 xlabel('n');
92 ylabel('z_3[n]');
93
94 subplot(2,2,4)
95 stem(n,z4);
```

```
96 xlabel('n');
97 ylabel('z_1[n]+2*z_2[n]');
98
99 print -depsc kafli_2_5_a3;
100
101 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
102 % d lidur
103 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
104
105 n = 0:19;
106
107 x = delta(n);
108
109 % setjum upp studla skv. adferd i tutorial
110 a1 = [1 (-3/5)];
111 b1 = [1 0];
112
113 h1 = filter(b1,a1,x);
114 % fyrsta stakid i h2
115 h2(1) = 1;
116 % og restin af h2
117 for j=2:length(n);
118     h2(j) = ((3/5)^j)*h2(j-1)+x(j);
119 end
120
121 subplot(1,2,1);
122 stem(n,h1);
123 xlabel('n');
124 ylabel('h_1[n]');
125
126 subplot(1,2,2);
127 stem(n,h2,'r');
128 xlabel('n');
129 ylabel('h_2[n]');
130
131 print -depsc kafli_2_5_d;
132
133 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
134 % e lidur
135 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
136
137 n=0:19;
138
139 x = unit(n);
140
141 % setjum upp studla skv. adferd i tutorial
142 a1 = [1 (-3/5)];
143 b1 = [1 0];
144
145 s1 = filter(b1,a1,x);
```

```
146 % fyrsta stakid i s2
147 s2(1) = 1;
148 % og restin
149 for k=2:length(n);
150     s2(k)=((3/5)^k)*s2(k-1)+x(k);
151 end
152
153 subplot(1,2,1);
154 stem(n,s1);
155 xlabel('n');
156 ylabel('s_1[n]');
157
158 subplot(1,2,2);
159 stem(n,s2,'r');
160 xlabel('n');
161 ylabel('s_2[n]');
162
163 print -depsc kafli_2_5_e;
164
165 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
166 % f lidur
167 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
168
169 n = 0:19;
170 x1 = delta(n);
171 x2 = unit(n);
172
173 % setjum upp studla skv. adferd i tutorial
174 a1 = [1 (-3/5)];
175 b1 = [1 0];
176
177 h1 = filter(b1,a1,x1);
178 % fyrsta stakid
179 h2(1) = 1;
180 % og svo restin
181 for i=2:length(n)
182     h2(i)=((3/5)^i)*h2(i-1)+x1(i);
183 end
184
185 z1 = conv(h1,x2);
186 z2 = conv(h2,x2);
187
188 nz1 = z1(1:20);
189 nz2 = z2(1:20);
190
191 subplot(1,2,1);
192 stem(n,nz1);
193 xlabel('n');
194 ylabel('z_1[n]');
195
```

```
196 subplot(1,2,2);
197 stem(n,nz2,'r');
198 xlabel('n');
199 ylabel('z_2[n]');
200
201 print -depsc kafli_2_5_f
202
203 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
204 % g lidur
205 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
206
207 n = 0:19;
208 x1 = delta(n);
209 x2 = unit(n);
210
211 % setjum upp studla skv. adferd i tutorial
212 a1 = [1 (-3/5)];
213 b1 = [1 0];
214
215 h1 = filter(b1,a1,x1);
216 h2(1) = 1;
217 for i=2:length(n)
218     h2(i)=((3/5)^i)*h2(i-1)+x1(i);
219 end
220
221 s1 = filter(b1,a1,x2);
222 s2(1)=1;
223 for i=2:length(n)
224     s2(i)=((3/5)^i)*s2(i-1)+x2(i);
225 end
226
227 z1 = conv(h1,x2);
228 z2 = conv(h2,x2);
229
230 nz1 = z1(1:20);
231 nz2 = z2(1:20);
232
233 subplot(1,2,1);
234 hold on;
235 stem(n,nz1,'ob');
236 stem(n,s1,'*r');
237 hold off;
238 xlabel('n');
239 ylabel('z_1[n]_(o)_og_s_1[n]_(*)');
240
241 subplot(1,2,2);
242 hold on;
243 stem(n,nz2,'ob');
244 stem(n,s2,'*r');
245 hold off;
```

```

246 xlabel('n');
247 ylabel('z_2[n]_o_g_s_2[n]_(*)');
248
249 print -depsc kafli_2_5_g

```

Kafli 2.7

```

1  %MOK – Reikniverkefni III
2  %Kafli 2.7
3  %Saevar Ofjord Magnusson
4  %Skra: kafli_2_7.m
5
6  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
7  % a lidur
8  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
9
10 % bua til n vigur
11 n = -4:4;
12
13 h=2*delta(n+1)-2*delta(n-1);
14 x=delta(n)+delta(n-2);
15
16 y=conv(h,x);
17
18 % bua til visavektorinn
19 ny=(-1*((size(y,2)-1)/2)):((size(y,2)-1)/2);
20
21 figure(1);
22 stem(ny,y);
23 xlabel('n');
24 ylabel('y[n]=h[n]*x[n]');
25
26 print -depsc kafli_2_7_a
27
28 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
29 % c lidur
30 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
31
32 % n vigrar
33 nx = 0:24;
34 nh=-2:14;
35
36 x=((0.5).^(nx-2)).*unit(nx-2);
37 h=unit(nh+2);
38
39 figure(2);
40 stem(-2:(24+14),conv(h,x));
41 xlabel('n');
42 ylabel('y[n]=h[n]*x[n]');
43
44 print -depsc kafli_2_7_c

```