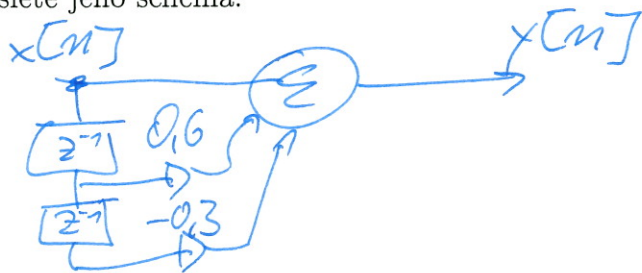


Login: ..... Příjmení a jméno: ..... Podpis: .....  
(čitelně!)

**Příklad 1** Číslicový filtr má diferenční rovnici:  $y[n] = x[n] + 0.6x[n - 1] - 0.3x[n - 2]$ .  
Nakreslete jeho schema.



**Příklad 2** Napište kód v jazyce C pro implementaci filtru z příkladu 1 off-line. Předpokládejte, že vstupní signál je v poli float x[N], výstupní signál uložte do pole float y[N] — tato pole nemusíte deklarovat. Proměnná int N je již naplněna a obsahuje počet vzorků.

```
int n
for (n=2; n<N; n++) {
    y[n] = x[n] + 0.6 * x[n-1] - 0.3 * x[n-2];
}
```

Řešení pro  $y[0]$  a  $y[1]$  nejsou třeba, ale pokud je máte, super.

**Příklad 3** Napište impulsní odezvu  $h[n]$  filtru z příkladu 1.

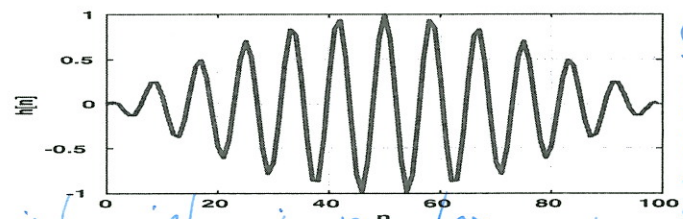
$$h[0] = 1 \quad h[1] = 0,6 \quad h[2] = -0,3$$

jinak nuly.

**Příklad 4** Filtrem z příkladu 1 filtrujte zadaný vstupní signál  $x[n]$ . Výsledek запиšte do tabulky.

$n$	-2	-1	0	1	2	3	4	5
$x[n]$	0	0	1	-1	1	0	0	0
$y[n]$	0	0	1	-0,4	0,1	0,9	-0,3	0

**Příklad 5** Impulsní odezva filtru je 100 vzorků dlouhá. Pro  $n \in 0 \dots 99$  je dána jako  $h[n] = \sin(\pi \frac{1}{100} n) \cos(2\pi \frac{12}{100} n)$  a je zobrazena na obrázku. Odhadněte, jak budete vypadat frekvenční charakteristika takového filtru a buď ji popište slovně nebo nakreslete. Vzorkovací frekvence je  $F_s = 10$  kHz.

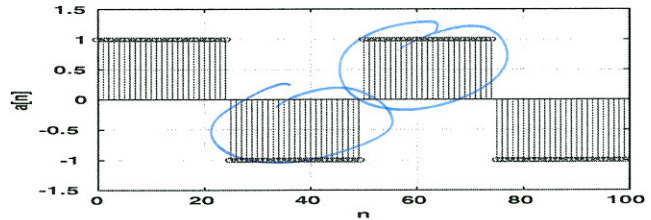
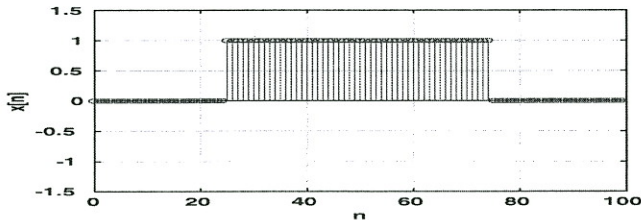


Sinus je jen uhlazení na krajích. Důležitý je cos. Filtrování vstupního signálu zesiluje složku, co vypadá jako jeho imp. odezva. Nosná frekvence  $\frac{12}{100} \cdot 10^4 = 1,2 \text{ kHz}$ . Pásmová propust propouští stejnou  $1,2 \text{ kHz}$ .

**Příklad 6** Napište vztah pro diskretní cosinusovku  $x[n]$ , která za  $N = 400$  vzorků vykoná tři periody.

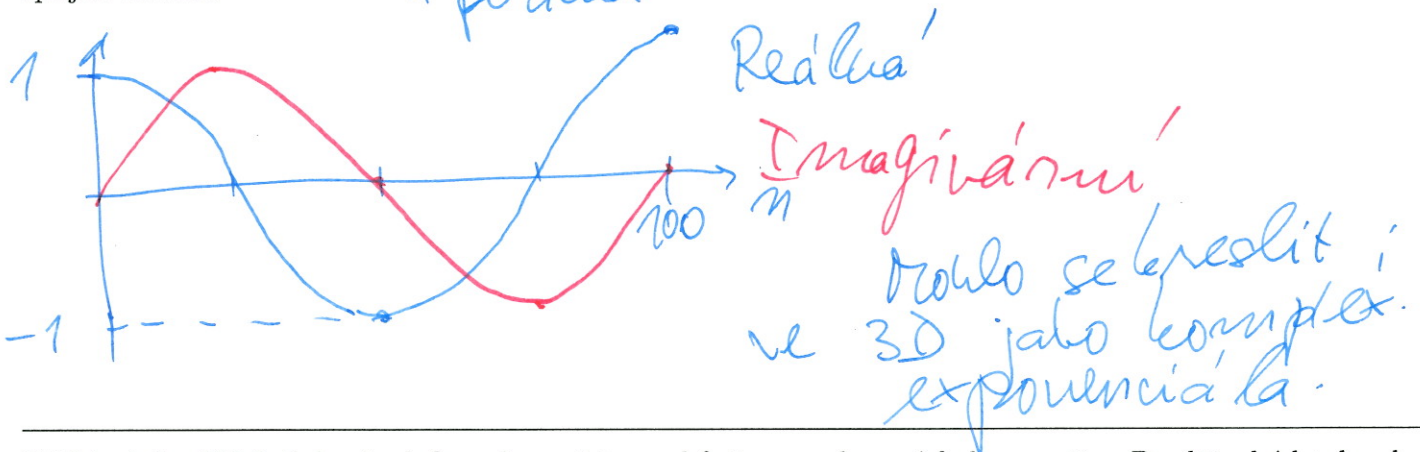
$$x[n] = \cos\left(2\pi \frac{3}{400} n\right)$$

**Příklad 7** Na obrázku jsou neznámý signál  $x[n]$  a báze (nebo analyzační signál)  $a[n]$ , oba o délce  $N = 100$ . Určete hodnotu koeficientu  $c = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]a[n]$ .



$c = 0$

**Příklad 8** Nakreslete průběh reálné a imaginární složky komplexní exponenciály  $a[n] = e^{j2\pi \frac{k}{N} n}$  pro  $N = 100$  a  $k = 1$  v závislosti na  $n$ . Můžete kreslit do jednoho obrázku nebo do dvou. Kreslete jako spojité funkce.



**Příklad 9** V Matlabu je definován počet vzorků  $N$  a vzorkovací frekvence  $F_s$ . Doplňte kód tak, aby se spektrum signálu zobrazilo se správnou frekvenční osou v Hertzích.

`X = fft(x);`

$$f = (0:(N-1))/N * F_s;$$

`plot (f,abs(X));`

**Příklad 10** Provádíme výpočet spektra pomocí diskretní Fourierovy transformace. Počet vzorků je  $N = 1024$ , vzorkovací frekvence je  $F_s = 64$  kHz. Zajímá nás frekvence 12 kHz. Který koeficient  $X[k]$  budeme zobrazovat?

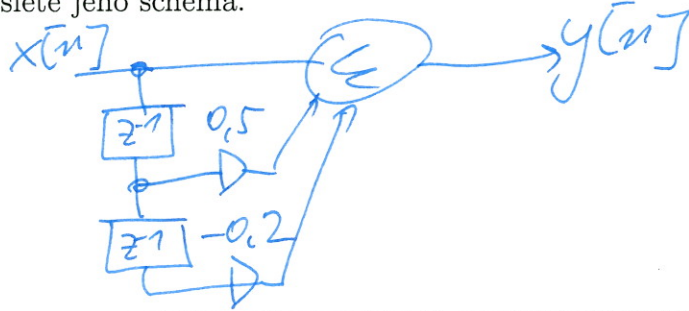
$k = 192$ 
  
*krůček ve frekvenci:*  $\frac{64k}{1024}$ 
  
*coefficient:*  $\frac{12k}{\frac{64k}{1024}} = \frac{12k}{64k} = 12 \cdot 16 = 192$ 
  
*pozice koeficientu:*



# Půlsemestrální zkouška ISS, 18.10.2016, BIB, zadání B

Login: ..... Příjmení a jméno: ..... Podpis: .....  
(čitelně!)

**Příklad 1** Číslicový filtr má diferenční rovnici:  $y[n] = x[n] + 0.5x[n-1] - 0.2x[n-2]$ .  
Nakreslete jeho schema.



**Příklad 2** Napište kód v jazyce C pro implementaci filtru z příkladu 1 off-line. Předpokládejte, že vstupní signál je v poli float  $x[N]$ , výstupní signál uložte do pole float  $y[N]$  — tato pole nemusíte deklarovat. Proměnná int  $N$  je již naplněna a obsahuje počet vzorků.

viz A

$$\dots x[n] + 0.5 * x[n-1] - 0.2 * x[n-2];$$

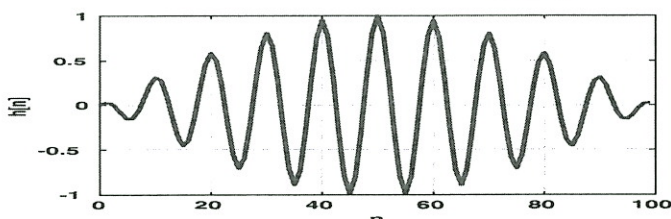
**Příklad 3** Napište impulsní odezvu  $h[n]$  filtru z příkladu 1.

viz A: 1      0,5      -0,2

**Příklad 4** Filtrem z příkladu 1 filtrujte zadaný vstupní signál  $x[n]$ . Výsledek zapište do tabulky.

$n$	-2	-1	0	1	2	3	4	5
$x[n]$	0	0	1	-1	1	0	0	0
$y[n]$	0	0	1	-0,5	0,3	0,7	-0,2	0

**Příklad 5** Impulsní odezva filtru je 100 vzorků dlouhá. Pro  $n \in 0 \dots 99$  je dána jako  $h[n] = \sin(\pi \frac{1}{100} n) \cos(2\pi \frac{10}{100} n)$  a je zobrazena na obrázku. Odhadněte, jak budete vypadat frekvenční charakteristika takového filtru a buď ji popište slovně nebo nakreslete. Vzorkovací frekvence je  $F_s = 10$  kHz.



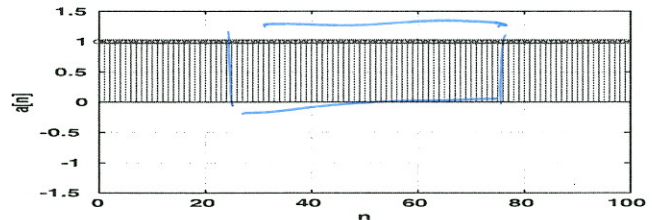
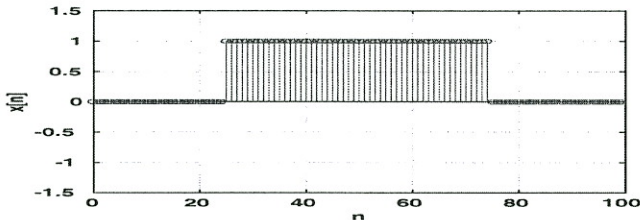
viz A :

pásmová propust  
propouštějíca 16kHz

**Příklad 6** Napište vztah pro diskrétní cosinusovku  $x[n]$ , která za  $N = 400$  vzorků vykoná dvě periody.

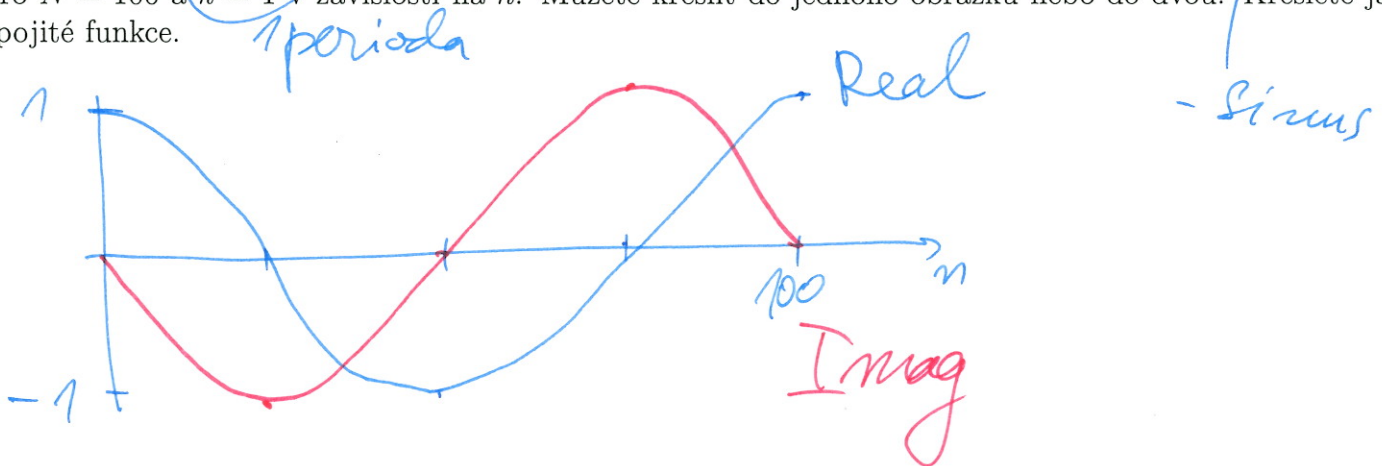
$$x[n] = \cos\left(2\pi \frac{2}{400} n\right)$$

**Příklad 7** Na obrázku jsou neznámý signál  $x[n]$  a báze (nebo analyzační signál)  $a[n]$ , oba o délce  $N = 100$ . Určete hodnotu koeficientu  $c = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]a[n]$ .



$c =$  50

**Příklad 8** Nakreslete průběh reálné a imaginární složky komplexní exponenciály  $a[n] = e^{j2\pi \frac{k}{N} n}$  pro  $N = 100$  a  $k = 1$  v závislosti na  $n$ . Můžete kreslit do jednoho obrázku nebo do dvou. Kreslete jako spojitě funkce.



**Příklad 9** V Matlabu je definován počet vzorků  $N$  a vzorkovací frekvence  $F_s$ . Doplňte kód tak, aby se spektrum signálu zobrazilo se správnou frekvenční osou v Hertzích.

```
X = fft(x);
```

viz A

```
plot (f,abs(X));
```

**Příklad 10** Provádíme výpočet spektra pomocí diskrétní Fourierovy transformace. Počet vzorků je  $N = 1024$ , vzorkovací frekvence je  $F_s = 64$  kHz. Zajímá nás frekvence 13 kHz. Který koeficient  $X[k]$  budeme zobrazovat ?

viz A

$k =$  208

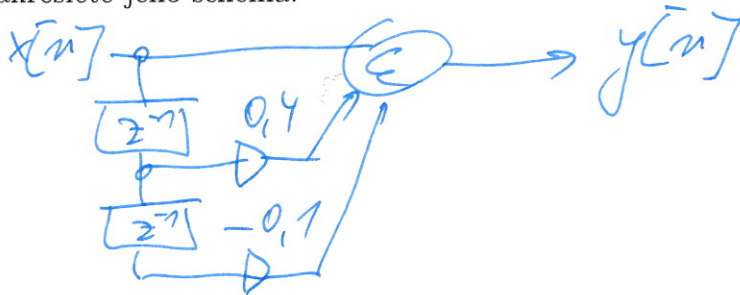
13 · 16



# Půlsemestrální zkouška ISS, 18.10.2016, BIB, zadání C

Login: ..... Příjmení a jméno: ..... Podpis: .....  
(čitelně!)

**Příklad 1** Číslicový filtr má diferenční rovnici:  $y[n] = x[n] + 0.4x[n-1] - 0.1x[n-2]$ .  
Nakreslete jeho schema.



**Příklad 2** Napište kód v jazyce C pro implementaci filtru z příkladu 1 off-line. Předpokládejte, že vstupní signál je v poli float  $x[N]$ , výstupní signál uložte do pole float  $y[N]$  — tato pole nemusíte deklarovat. Proměnná int  $N$  je již naplněna a obsahuje počet vzorků.

viž A

$$\dots x[n] + 0.4 * x[n-1] - 0.1 * x[n-2];$$

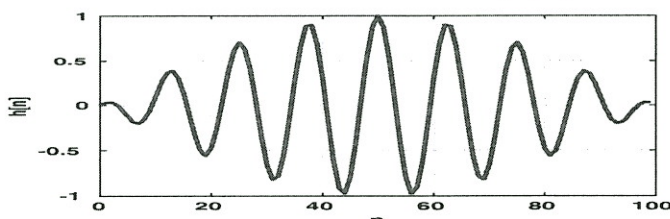
**Příklad 3** Napište impulsní odezvu  $h[n]$  filtru z příkladu 1.

viž A: 1 0,4 -0,1

**Příklad 4** Filtrem z příkladu 1 filtrujte zadaný vstupní signál  $x[n]$ . Výsledek zapište do tabulky.

$n$	-2	-1	0	1	2	3	4	5
$x[n]$	0	0	1	-1	1	0	0	0
$y[n]$	0	0	1	-0,6	0,5	0,5	-0,1	0

**Příklad 5** Impulsní odezva filtru je 100 vzorků dlouhá. Pro  $n \in 0 \dots 99$  je dána jako  $h[n] = \sin(\pi \frac{1}{100} n) \cos(2\pi \frac{8}{100} n)$  a je zobrazena na obrázku. Odhadněte, jak budete vypadat frekvenční charakteristika takového filtru a buď ji popište slovně nebo nakreslete. Vzorkovací frekvence je  $F_s = 10$  kHz.

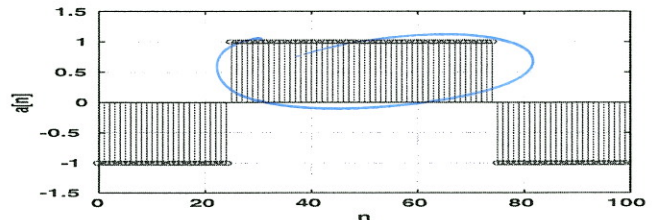
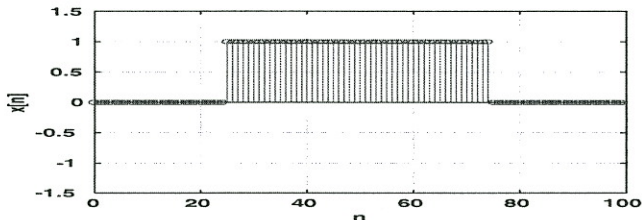


viž A:  
pásmová propust'  
0,8 kHz

**Příklad 6** Napište vztah pro diskretní cosinusovku  $x[n]$ , která za  $N = 400$  vzorků vykoná pět period.

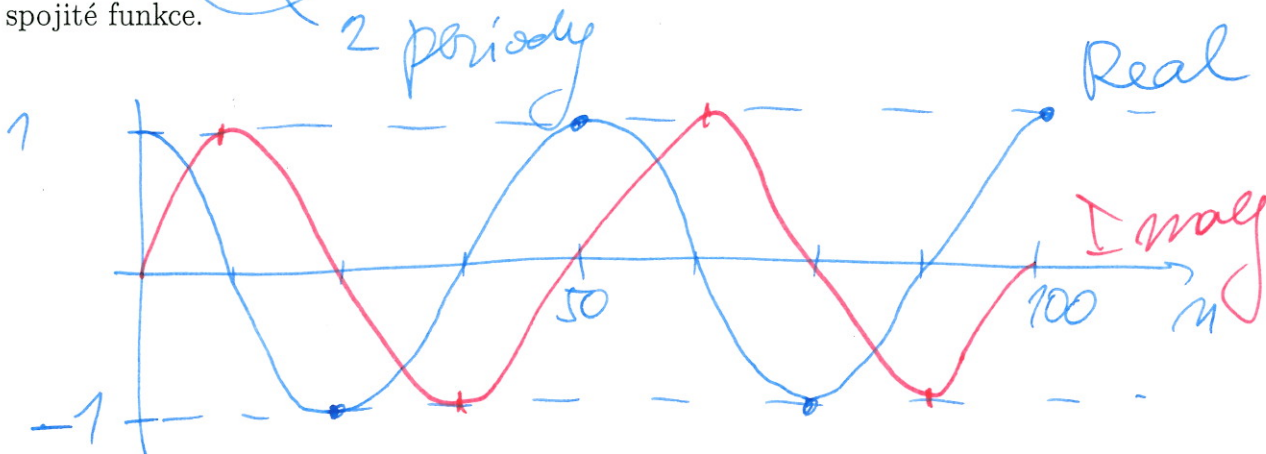
$$x[n] = \cos\left(2\pi \frac{5}{400} n\right)$$

**Příklad 7** Na obrázku jsou neznámý signál  $x[n]$  a báze (nebo analyzační signál)  $a[n]$ , oba o délce  $N = 100$ . Určete hodnotu koeficientu  $c = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]a[n]$ .



$c =$  50

**Příklad 8** Nakreslete průběh reálné a imaginární složky komplexní exponenciály  $a[n] = e^{j2\pi \frac{k}{N} n}$  pro  $N = 100$  a  $k = 2$  v závislosti na  $n$ . Můžete kreslit do jednoho obrázku nebo do dvou. Kreslete jako spojité funkce.



**Příklad 9** V Matlabu je definován počet vzorků  $N$  a vzorkovací frekvence  $F_s$ . Doplňte kód tak, aby se spektrum signálu zobrazilo se správnou frekvenční osou v Hertzech.

```
X = fft(x);
```

viz A

```
plot (f,abs(X));
```

**Příklad 10** Provádíme výpočet spektra pomocí diskretní Fourierovy transformace. Počet vzorků je  $N = 1024$ , vzorkovací frekvence je  $F_s = 64$  kHz. Zajímá nás frekvence 15 kHz. Který koeficient  $X[k]$  budeme zobrazovat ?

viz A

$k =$  240

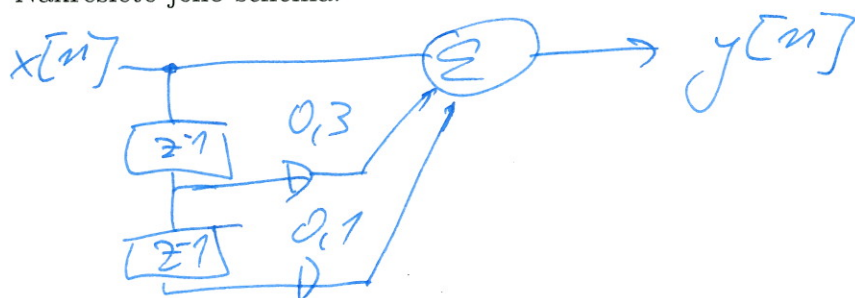
15 · 16



# Půlsemestrální zkouška ISS, 18.10.2016, BIB, zadání D

Login: ..... Příjmení a jméno: ..... Podpis: .....  
(čitelně!)

**Příklad 1** Číslicový filtr má diferenční rovnici:  $y[n] = x[n] + 0.3x[n - 1] + 0.1x[n - 2]$ .  
Nakreslete jeho schema.



**Příklad 2** Napište kód v jazyce C pro implementaci filtru z příkladu 1 off-line. Předpokládejte, že vstupní signál je v poli float  $x[N]$ , výstupní signál uložte do pole float  $y[N]$  — tato pole nemusíte deklarovat. Proměnná int  $N$  je již naplněna a obsahuje počet vzorků.

viz A

$$\dots x[n] + 0.3 * x[n-1] + 0.1 * x[n-2];$$

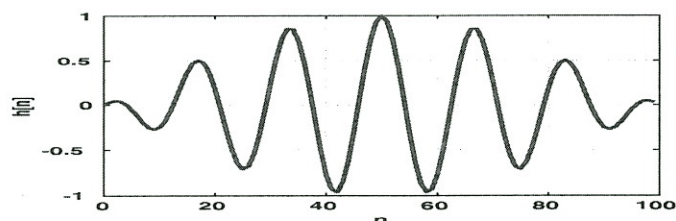
**Příklad 3** Napište impulsní odezvu  $h[n]$  filtru z příkladu 1.

viz A: 1 0,3 0,1

**Příklad 4** Filtrem z příkladu 1 filtrujte zadaný vstupní signál  $x[n]$ . Výsledek zapište do tabulky.

$n$	-2	-1	0	1	2	3	4	5
$x[n]$	0	0	1	-1	1	0	0	0
$y[n]$	0	0	1	-0,7	0,8	0,2	0,1	0

**Příklad 5** Impulsní odezva filtru je 100 vzorků dlouhá. Pro  $n \in 0 \dots 99$  je dána jako  $h[n] = \sin(\pi \frac{1}{100} n) \cos(2\pi \frac{6}{100} n)$  a je zobrazena na obrázku. Odhadněte, jak budete vypadat frekvenční charakteristika takového filtru a buď ji popište slovně nebo nakreslete. Vzorkovací frekvence je  $F_s = 10$  kHz.

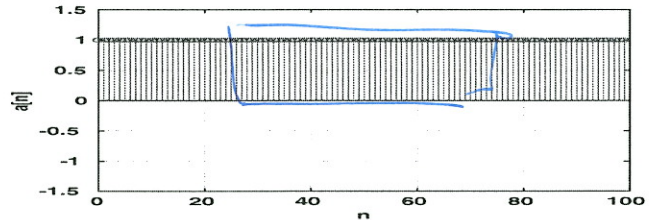
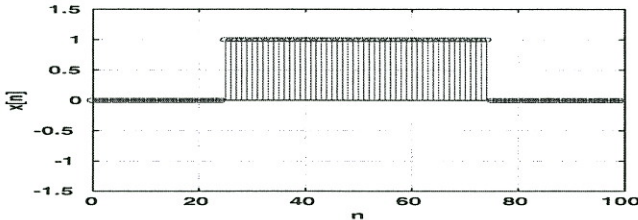


viz A:  
pásmová propust'  
0,6 kHz

**Příklad 6** Napište vztah pro diskrétní cosinusovku  $x[n]$ , která za  $N = 400$  vzorků vykoná čtyři periody.

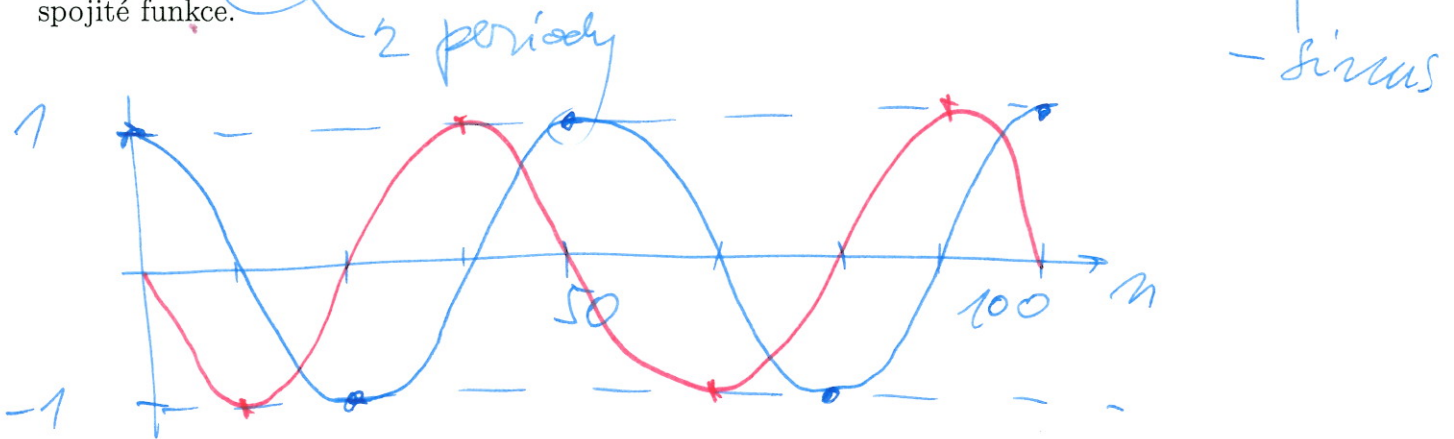
$$x[n] = \cos\left(2\pi \frac{4}{400} n\right)$$

**Příklad 7** Na obrázku jsou neznámý signál  $x[n]$  a báze (nebo analyzační signál)  $a[n]$ , oba o délce  $N = 100$ . Určete hodnotu koeficientu  $c = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]a[n]$ .



$c =$  50

**Příklad 8** Nakreslete průběh reálné a imaginární složky komplexní exponenciály  $a[n] = e^{j2\pi \frac{k}{N} n}$  pro  $N = 100$  a  $k = 2$  v závislosti na  $n$ . Můžete kreslit do jednoho obrázku nebo do dvou. Kreslete jako spojité funkce.



**Příklad 9** V Matlabu je definován počet vzorků  $N$  a vzorkovací frekvence  $F_s$ . Doplňte kód tak, aby se spektrum signálu zobrazilo se správnou frekvenční osou v Hertzech.

```
X = fft(x);
```

viz A

```
plot (f,abs(X));
```

**Příklad 10** Provádíme výpočet spektra pomocí diskrétní Fourierovy transformace. Počet vzorků je  $N = 1024$ , vzorkovací frekvence je  $F_s = 64$  kHz. Zajímá nás frekvence 19 kHz. Který koeficient  $X[k]$  budeme zobrazovat ?

viz A

$k =$  304

19.16

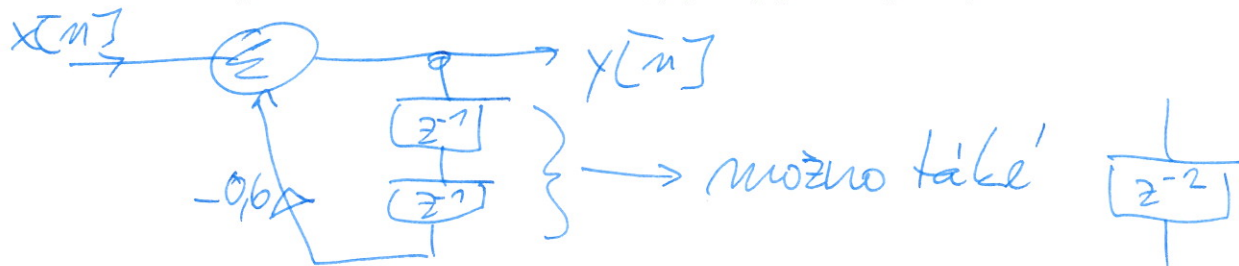


# Půlsemestrální zkouška ISS, 21.10.2016, BIA, zadání E

REF

Login: ..... Příjmení a jméno: ..... Podpis: .....  
(čitelně!)

**Příklad 1** Číslicový filtr má diferenční rovnici:  $y[n] = x[n] - 0.6y[n - 2]$ . Nakreslete jeho schema.



**Příklad 2** Doplňte funkci v jazyce C tak, aby implementovala filtr z příkladu 1. Funkce se volá pro každý vzorek  $x[n]$ , výstupem je vzorek  $y[n]$ . Nezapomeňte na statické proměnné, pokud jsou potřeba.

```
float filter (float xn) {
    static float y1=0.0, y2=0.0;
    ym = xn - 0.6 * y2;
    y2 = y1;
    y1 = ym;
    return ym;
}
```

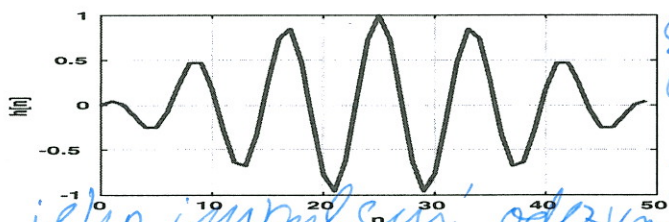
**Příklad 3** Napište impulsní odezvu  $h[n]$  filtru z příkladu 1 pro  $n = 0 \dots 6$ .

$n$	0	1	2	3	4	5	6
$h[n]$	1	0	-0,6	0	0,36	0	-0,216

**Příklad 4** Filtrem z příkladu 1 filtrujte zadaný vstupní signál  $x[n]$ . Výsledek zapište do tabulky. Předpokládejte, že paměti filtru jsou před spuštěním vynulované.

$n$	-2	-1	0	1	2	3	4	5
$x[n]$	0	0	1	0	1	0	0	0
$y[n]$	0	0	1	0	0,4	0	-0,24	0

**Příklad 5** Impulsní odezva filtru je 50 vzorků dlouhá. Pro  $n \in 0 \dots 49$  je dána jako  $h[n] = \sin(\pi \frac{1}{50}n) \cos(2\pi \frac{6}{50}n)$  a je zobrazena na obrázku. Odhadněte, jak budete vypadat frekvenční charakteristika takového filtru a buď ji popište slovně nebo nakreslete. Vzorkovací frekvence je  $F_s = 50$  kHz.



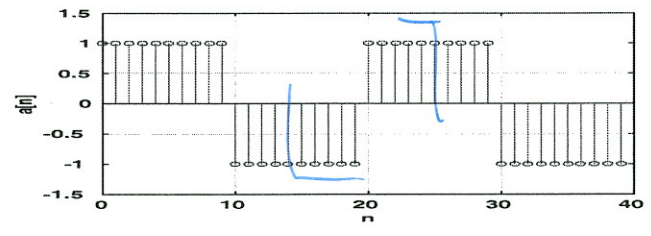
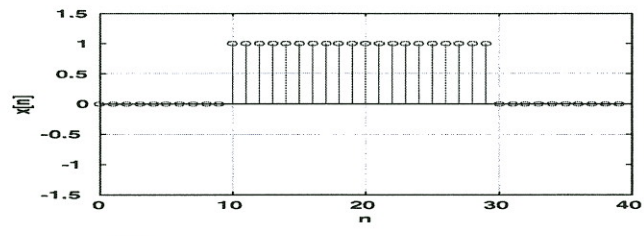
Sinus je jen utlumem na okrajích. Důležitá je cosinu-souba. Filtr ve vst. signálu zesiluje to, co vypadá jako škeřka  $\frac{6}{50} \cdot 50 \text{ kHz} = 6 \text{ kHz}$ . Pásmová propust  $\frac{50}{50}$  kHz.

**Příklad 6** Diskrétní cosinusovka je definována  $x[n] = \cos(2\pi 0.04n)$ .  $\Rightarrow \cos\left(\frac{2\pi \cdot 4}{100} n\right)$   
 Určete, kolik period vykoná tato cosinusovka za  $N = 100$  vzorků.

..... 4 ..... periody

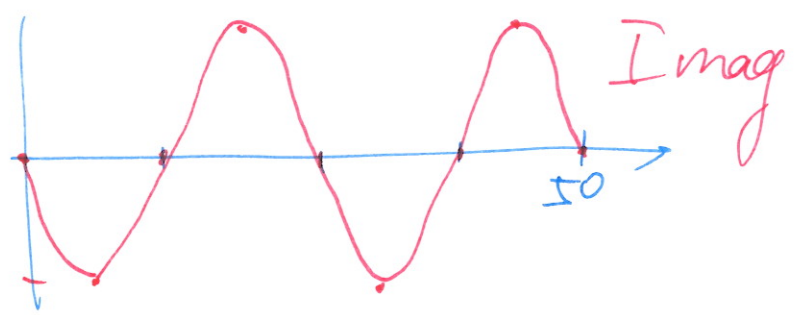
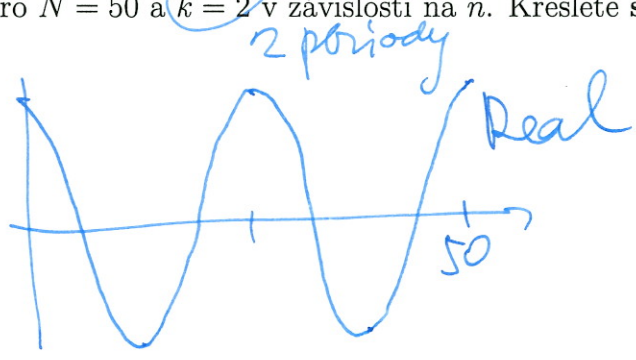
počet period

**Příklad 7** Na obrázku jsou neznámý signál  $x[n]$  a báze (nebo analyzační signál)  $a[n]$ , oba o délce  $N = 40$ . Určete hodnotu koeficientu  $c = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]a[n]$ .



$c = 0$

**Příklad 8** Nakreslete průběh reálné a imaginární složky komplexní exponenciály  $a[n] = e^{j2\pi \frac{k}{N} n}$  pro  $N = 50$  a  $k = 2$  v závislosti na  $n$ . Kreslete **samostatně** do dvou obrázků jako spojité funkce.



**Příklad 9** V Matlabu je definován počet vzorků  $N$  a vzorkovací frekvence  $F_s$ . Doplňte kód tak, aby se spektrum signálu zobrazilo s normovanou frekvencí na vodorovné ose.

```
X = fft(x);
```

$$f_n = (0 : (N-1)) / N;$$

```
plot (fn,abs(X));
```

**Příklad 10** Při výpočtu spektra pomocí diskrétní Fourierovy transformace s počtem vzorků  $N$  obvykle zobrazujeme koeficienty  $X[k]$  pouze pro  $k = 0 \dots \frac{N}{2}$ . Proč nezobrazujeme i druhou polovinu koeficientů  $X[k]$ ?

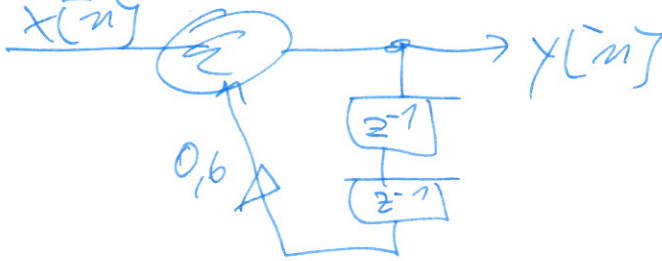
vysvětlení 1. Druhá polovina je symetrická s tou první a nese žádnou novou informaci.  
 vysvětlení 2. nejrychlejší možný signál má  $f_{max} = \frac{N/2}{N} = \frac{1}{2}$   $\cos(2\pi \frac{1}{2} n) = \cos(\pi n)$  má hodnoty  $+1, -1, +1, -1$ , rychleji už to nejde, takže to má  $N/2$  úmírně, případně ještě jiné rozumné vysvětlení!



# Půlsemestrální zkouška ISS, 21.10.2016, BIA, zadání F

Login: ..... Příjmení a jméno: ..... Podpis: .....  
(čitelně!)

**Příklad 1** Číslicový filtr má diferenční rovnici:  $y[n] = x[n] + 0.6y[n - 2]$ . Nakreslete jeho schema.



**Příklad 2** Doplňte funkci v jazyce C tak, aby implementovala filtr z příkladu 1. Funkce se volá pro každý vzorek  $x[n]$ , výstupem je vzorek  $y[n]$ . Nezapomeňte na statické proměnné, pokud jsou potřeba.

```
float filter (float xn) {
```

...  
 $y[n] = x[n] + 0.6 * y[n-2]$  viz A  
 ...

```
    return yn;  
}
```

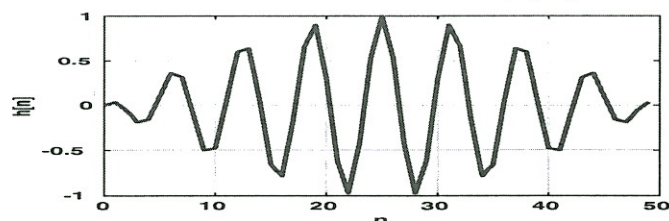
**Příklad 3** Napište impulsní odezvu  $h[n]$  filtru z příkladu 1 pro  $n = 0 \dots 6$ .

$n$	0	1	2	3	4	5	6
$h[n]$	1	0	0,6	0	0,36	0	0,216

**Příklad 4** Filtrem z příkladu 1 filtrujte zadaný vstupní signál  $x[n]$ . Výsledek zapište do tabulky. Předpokládejte, že paměti filtru jsou před spuštěním vynulované.

$n$	-2	-1	0	1	2	3	4	5
$x[n]$	0	0	1	0	1	0	0	0
$y[n]$	0	0	1	0	1,6	0	0,96	0

**Příklad 5** Impulsní odezva filtru je 50 vzorků dlouhá. Pro  $n \in 0 \dots 49$  je dána jako  $h[n] = \sin(\pi \frac{1}{50} n) \cos(2\pi \frac{8}{50} n)$  a je zobrazena na obrázku. Odhadněte, jak budete vypadat frekvenční charakteristika takového filtru a buď ji popište slovně nebo nakreslete. Vzorkovací frekvence je  $F_s = 50$  kHz.



viz A  
 Pásmová propust'  
 8 kHz

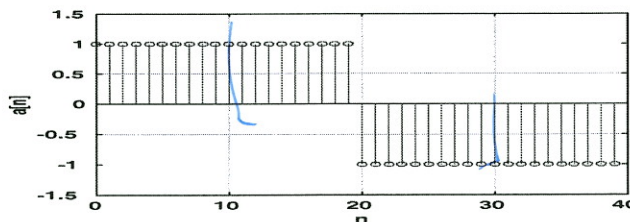
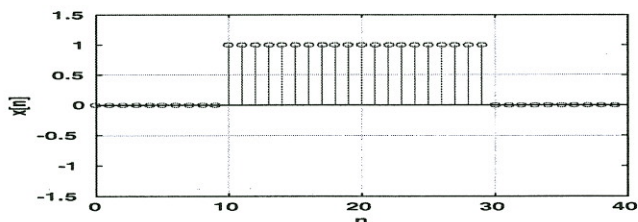
**Příklad 6** Diskrétní cosinusovka je definována  $x[n] = \cos(2\pi 0.03n)$ .

Určete, kolik period vykoná tato cosinusovka za  $N = 100$  vzorků.

Viz

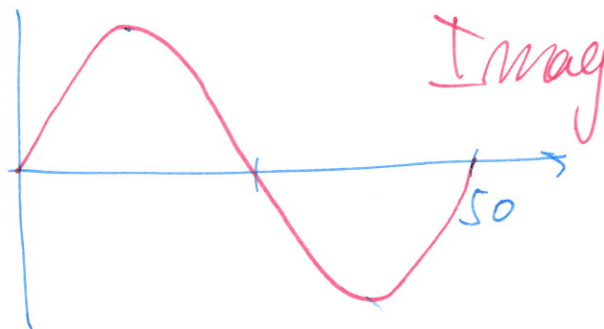
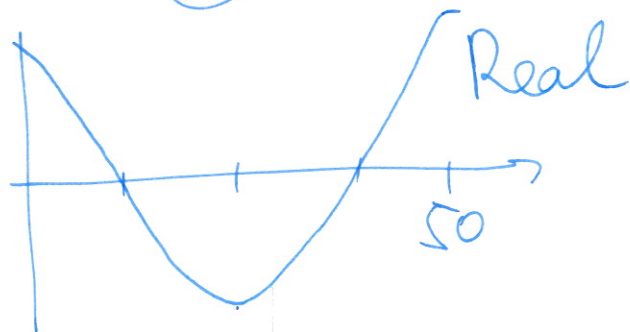
3 periody

**Příklad 7** Na obrázku jsou neznámý signál  $x[n]$  a báze (nebo analyzační signál)  $a[n]$ , oba o délce  $N = 40$ . Určete hodnotu koeficientu  $c = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]a[n]$ .



$c = 0$

**Příklad 8** Nakreslete průběh reálné a imaginární složky komplexní exponenciály  $a[n] = e^{j2\pi \frac{k}{N}n}$  pro  $N = 50$  a  $k = 1$  v závislosti na  $n$ . Kreslete **samostatně** do dvou obrázků jako spojité funkce.



**Příklad 9** V Matlabu je definován počet vzorků  $N$  a vzorkovací frekvence  $F_s$ . Doplňte kód tak, aby se spektrum signálu zobrazilo s normovanou frekvencí na vodorovné ose.

```
X = fft(x);
```

Viz

```
plot (fn,abs(X));
```

**Příklad 10** Při výpočtu spektra pomocí diskrétní Fourierovy transformace s počtem vzorků  $N$  obvykle zobrazujeme koeficienty  $X[k]$  pouze pro  $k = 0 \dots \frac{N}{2}$ . Proč nezobrazujeme i druhou polovinu koeficientů  $X[k]$  ?

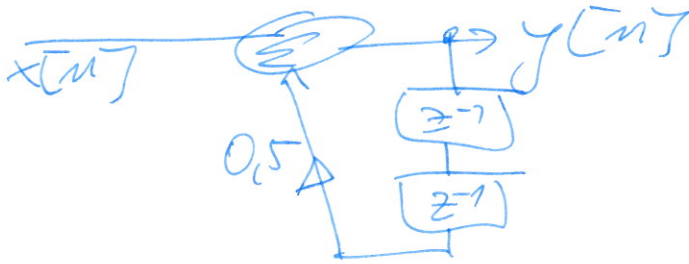
Viz



# Půlsemestrální zkouška ISS, 21.10.2016, BIA, zadání G

Login: ..... Příjmení a jméno: ..... Podpis: .....  
(čitelně!)

**Příklad 1** Číslcový filtr má diferenční rovnici:  $y[n] = x[n] + 0.5y[n - 2]$ . Nakreslete jeho schema.



**Příklad 2** Doplněte funkci v jazyce C tak, aby implementovala filtr z příkladu 1. Funkce se volá pro každý vzorek  $x[n]$ , výstupem je vzorek  $y[n]$ . Nezapomeňte na statické proměnné, pokud jsou potřeba.

```
float filter (float xn) {
```

*Handwritten C code:*  
 $y_n = x_n + 0.5 * x_{n-2};$  *viz A*

```
    return yn;  
}
```

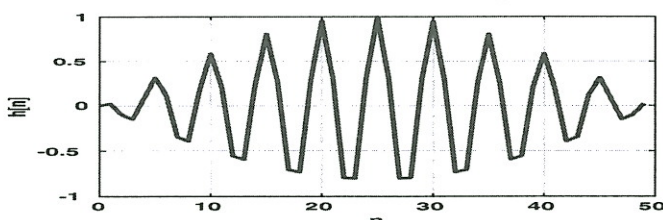
**Příklad 3** Napište impulsní odezvu  $h[n]$  filtru z příkladu 1 pro  $n = 0 \dots 6$ .

$n$	0	1	2	3	4	5	6
$h[n]$	1	0	0,5	0	0,25	0	0,125

**Příklad 4** Filtrem z příkladu 1 filtrujte zadaný vstupní signál  $x[n]$ . Výsledek zapište do tabulky. Předpokládejte, že paměti filtru jsou před spuštěním vynulované.

$n$	-2	-1	0	1	2	3	4	5
$x[n]$	0	0	1	0	1	0	0	0
$y[n]$	0	0	1	0	1,5	0	0,75	0


**Příklad 5** Impulsní odezva filtru je 50 vzorků dlouhá. Pro  $n \in 0 \dots 49$  je dána jako  $h[n] = \sin(\pi \frac{1}{50} n) \cos(2\pi \frac{10}{50} n)$  a je zobrazena na obrázku. Odhadněte, jak budete vypadat frekvenční charakteristika takového filtru a buď ji popište slovně nebo nakreslete. Vzorkovací frekvence je  $F_s = 50$  kHz.



*Handwritten notes:*  
 viz A  
 Pásmová propust'  
 10 kHz

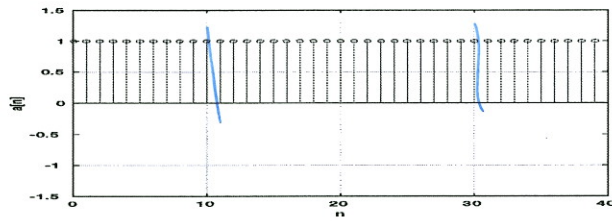
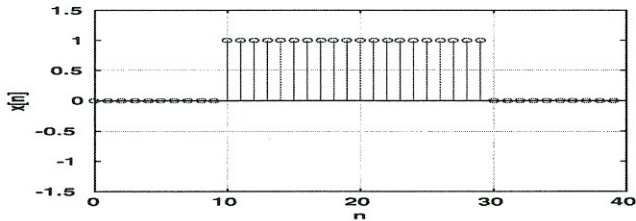
**Příklad 6** Diskrétní cosinusovka je definována  $x[n] = \cos(2\pi 0.02n)$ .

Určete, kolik period vykoná tato cosinusovka za  $N = 100$  vzorků.

viz 

..... 2 periody

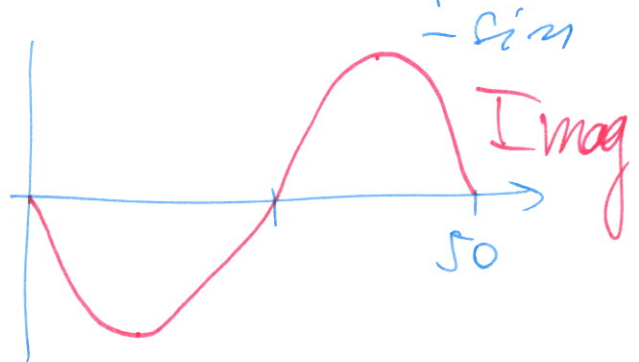
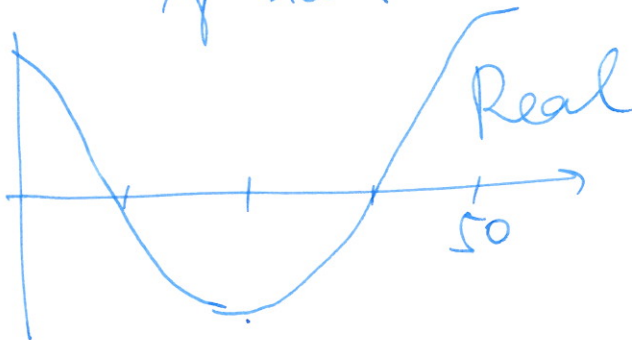
**Příklad 7** Na obrázku jsou neznámý signál  $x[n]$  a báze (nebo analyzační signál)  $a[n]$ , oba o délce  $N = 40$ . Určete hodnotu koeficientu  $c = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]a[n]$ .



$c = 20$

**Příklad 8** Nakreslete průběh reálné a imaginární složky komplexní exponenciály  $a[n] = e^{-j2\pi \frac{k}{N}n}$  pro  $N = 50$  a  $k = 1$  v závislosti na  $n$ . Kreslete **samostatně** do dvou obrázků jako spojité funkce.

1 perioda



**Příklad 9** V Matlabu je definován počet vzorků  $N$  a vzorkovací frekvence  $F_s$ . Doplňte kód tak, aby se spektrum signálu zobrazilo s normovanou frekvencí na vodorovné ose.

`X = fft(x);`

viz 

`plot (fn,abs(X));`

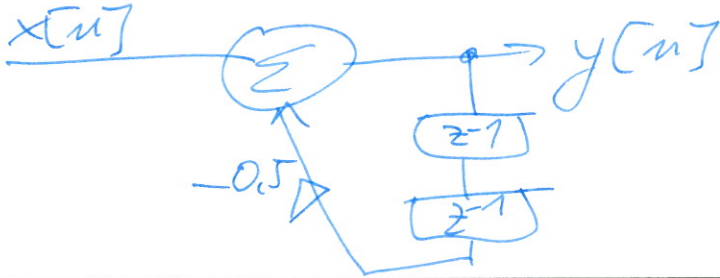
**Příklad 10** Při výpočtu spektra pomocí diskrétní Fourierovy transformace s počtem vzorků  $N$  obvykle zobrazujeme koeficienty  $X[k]$  pouze pro  $k = 0 \dots \frac{N}{2}$ . Proč nezobrazujeme i druhou polovinu koeficientů  $X[k]$  ?

viz 

# Půlsemestrální zkouška ISS, 21.10.2016, BIA, zadání H

Login: ..... Příjmení a jméno: ..... Podpis: .....  
(čitelně!)

**Příklad 1** Číslicový filtr má diferenční rovnici:  $y[n] = x[n] - 0.5y[n - 2]$ . Nakreslete jeho schema.



**Příklad 2** Doplňte funkci v jazyce C tak, aby implementovala filtr z příkladu 1. Funkce se volá pro každý vzorek  $x[n]$ , výstupem je vzorek  $y[n]$ . Nezapomeňte na statické proměnné, pokud jsou potřeba.

float filter (float xn) {

$y_m = x_m - 0.5 * y_2;$

viz ~~☒~~

return yn;  
}

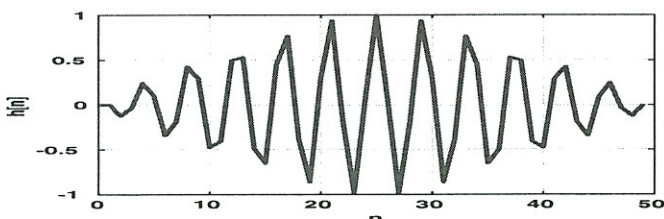
**Příklad 3** Napište impulsní odezvu  $h[n]$  filtru z příkladu 1 pro  $n = 0 \dots 6$ .

n	0	1	2	3	4	5	6
$h[n]$	1	0	-0.5	0	0.25	0	-0.125

**Příklad 4** Filtrem z příkladu 1 filtrujte zadaný vstupní signál  $x[n]$ . Výsledek zapište do tabulky. Předpokládejte, že paměti filtru jsou před spuštěním vynulované.

$n$	-2	-1	0	1	2	3	4	5
$x[n]$	0	0	1	0	1	0	0	0
$y[n]$	0	0	1	0	0.5	0	-0.25	0

**Příklad 5** Impulsní odezva filtru je 50 vzorků dlouhá. Pro  $n \in 0 \dots 49$  je dána jako  $h[n] = \sin(\pi \frac{1}{50} n) \cos(2\pi \frac{12}{50} n)$  a je zobrazena na obrázku. Odhadněte, jak budete vypadat frekvenční charakteristika takového filtru a buď ji popište slovně nebo nakreslete. Vzorkovací frekvence je  $F_s = 50$  kHz.



viz ~~☒~~  
Pásmová propust'  
12 kHz.



**Příklad 6** Diskrétní cosinusovka je definována  $x[n] = \cos(2\pi 0.01n)$ .

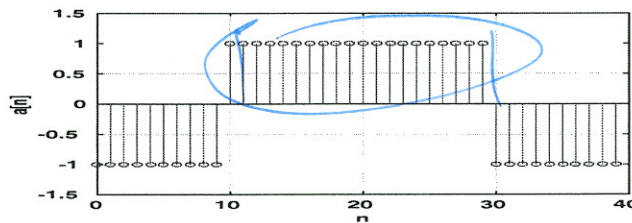
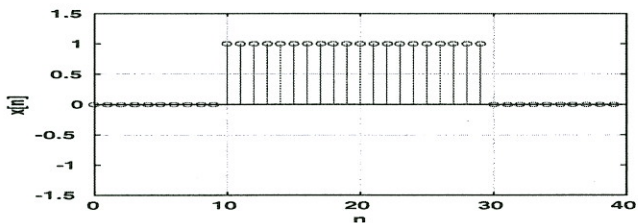
Určete, kolik period vykoná tato cosinusovka za  $N = 100$  vzorků.

viz ~~A~~

..... perioda

**Příklad 7** Na obrázku jsou neznámý signál  $x[n]$  a báze (nebo analyzační signál)  $a[n]$ , oba o délce  $N = 40$ .

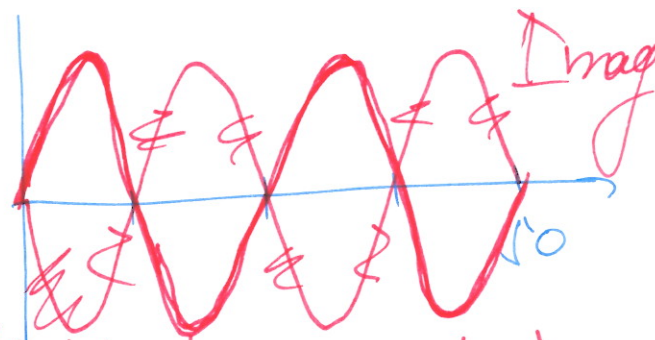
Určete hodnotu koeficientu  $c = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]a[n]$ .



$c = 20$

**Příklad 8** Nakreslete průběh reálné a imaginární složky komplexní exponenciály  $a[n] = e^{j2\pi \frac{k}{N}n}$  pro  $N = 50$  a  $k = 2$  v závislosti na  $n$ . Kreslete **samostatně** do dvou obrázků jako spojité funkce.

2 periody



tlustá čára je správně!...

**Příklad 9** V Matlabu je definován počet vzorků  $N$  a vzorkovací frekvence  $F_s$ . Doplňte kód tak, aby se spektrum signálu zobrazilo s normovanou frekvencí na vodorovné ose.

`X = fft(x);`

viz ~~A~~

`plot (fn,abs(X));`

**Příklad 10** Při výpočtu spektra pomocí diskrétní Fourierovy transformace s počtem vzorků  $N$  obvykle zobrazujeme koeficienty  $X[k]$  pouze pro  $k = 0 \dots \frac{N}{2}$ . Proč nezobrazujeme i druhou polovinu koeficientů  $X[k]$  ?

viz E