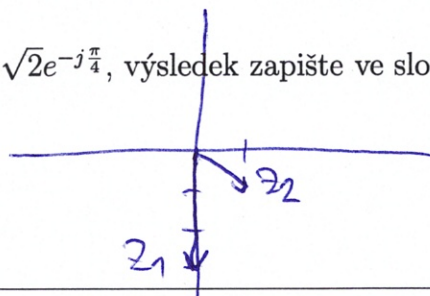


Login: ..... Příjmení a jméno: ..... Podpis: .....

(prosím čitelně!)

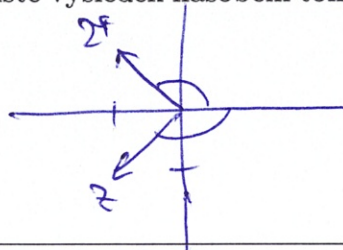
**Příklad 1** Sečtěte komplexní čísla  $z_1 = 3e^{-j\frac{\pi}{2}}$ ,  $z_2 = \sqrt{2}e^{-j\frac{\pi}{4}}$ , výsledek запиšte ve složkovém tvaru.

$$z_1 + z_2 = 1 - 4j$$



**Příklad 2** Je dáno komplexní číslo  $z = -1 - j$ . Napište výsledek násobení tohoto čísla s číslem komplexně sdruženým.

$$z z^* = 2$$

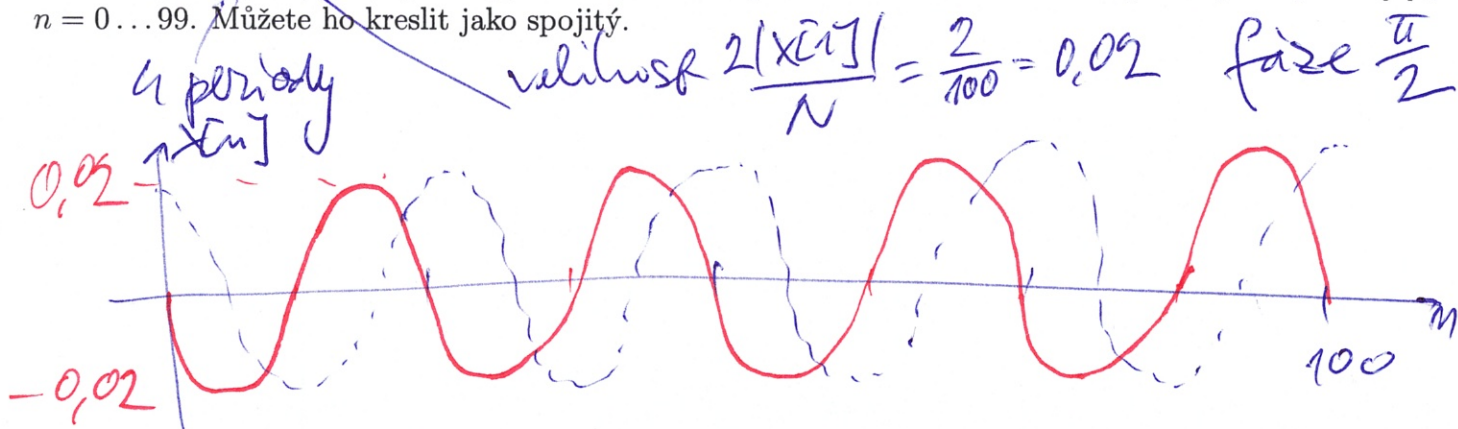


**Příklad 3** Signál  $x[n]$  o délce  $N = 4$  vzorků má hodnoty  $x[n] = [0, 0, -1, 1]$ . Určete všechny koeficienty  $X[k]$  jeho diskrétní Fourierovy transformace (DFT) a napište je ve složkovém tvaru. Pomůcka:  $X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]e^{-j\frac{2\pi}{N}kn}$

|                          | 0 | 0 | -1 | 1 | $X[k]$  |
|--------------------------|---|---|----|---|---------|
| $e^{-j2\pi\frac{0}{4}n}$ | 1 | 1 | 1  | 1 | 0       |
| $e^{-j2\pi\frac{1}{4}n}$ |   |   |    |   | $1 + j$ |
| $e^{-j2\pi\frac{2}{4}n}$ |   |   |    |   | $-2$    |
| $e^{-j2\pi\frac{3}{4}n}$ |   |   |    |   | $1 - j$ |

$$X[0] = 0 \quad X[1] = 1 + j \quad X[2] = -2 \quad X[3] = 1 - j$$

**Příklad 4** Diskrétní Fourierova transformace (DFT) reálného signálu o délce  $N = 100$  vzorků má koeficienty  $X[4] = j$ ,  $X[96] = -j$ , všechny ostatní jsou nulové. Nakreslete odpovídající signál  $x[n]$  pro  $n = 0 \dots 99$ . Můžete ho kreslit jako spojitý.



**Příklad 5** Vysvětlete, proč je při výpočtu DFT reálného signálu  $x[n]$  koeficient  $X[0]$  reálný.

$$X[0] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]e^{-j2\pi\frac{0}{N}n} = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]$$

Součet reálných čísel je reálný.

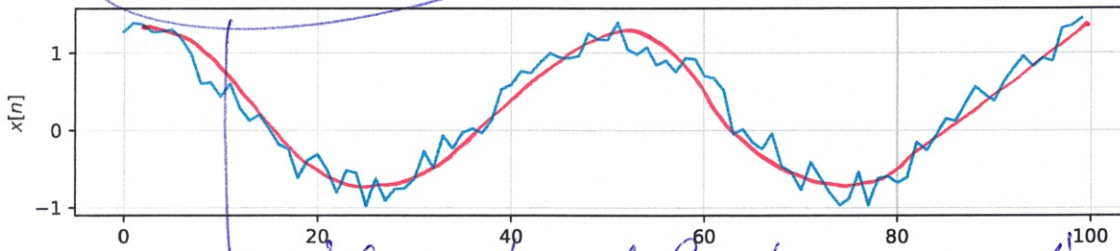
**Příklad 6** Napište pseudokód nebo kód v Pythonu nebo jazyce C pro generování 10 sekund cosinusovky s frekvencí  $f = 450$  Hz. Vzorkovací frekvence je  $F_s = 16000$  Hz..

$F_s = 16000$   
 $N = 10 * F_s$   
 $n = \text{np.arange}(N)$   
 $x = \text{np.cos}(2 * \text{np.pi} * 450 / F_s * n)$

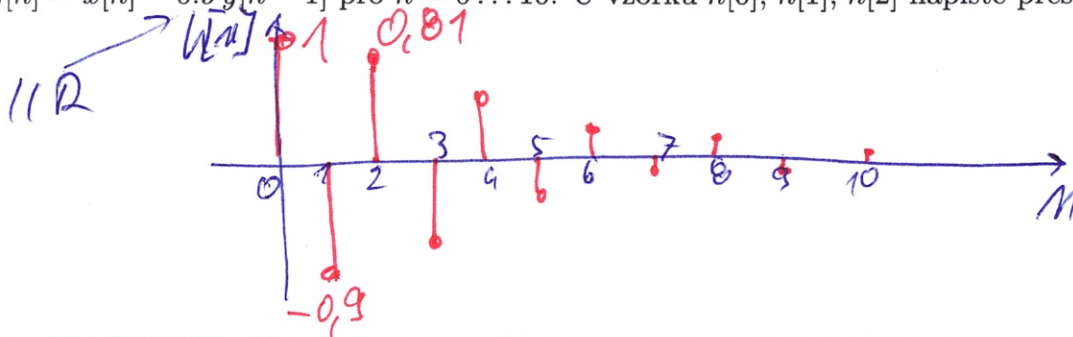
**Příklad 7** Diskrétní signál  $x[n] = \cos(2\pi \frac{40}{256} n)$  má při výběru  $N = 256$  vzorků celý počet period. Nakreslete modulovou složku jeho DFT  $|X[k]|$  pro  $k = 0 \dots 255$ .



**Příklad 8** Na obrázku je diskrétní signál  $x[n]$ , který bude konvoluován s impulsní odezvou  $h[n] = [0.2, 0.2, 0.2, 0.2, 0.2]$ . Nakreslete do stejného obrázku výsledek  $y[n] = x[n] * h[n]$ .



**Příklad 9** Nakreslete impulsní odezvu  $h[n]$  číslicového filtru s diferenční rovnicí  $y[n] = x[n] - 0.9y[n-1]$  pro  $n = 0 \dots 10$ . U vzorků  $h[0]$ ,  $h[1]$ ,  $h[2]$  napište přesně jejich hodnoty.



**Příklad 10** Napište kód v C pro filtraci obecným IIR filtrem s koeficienty vstupní části  $b_0 \dots b_Q$  v poli b a s koeficienty výstupní části  $a_0 = 1, a_1, \dots, a_P$  v poli a. Vstupní signál  $x[n]$  je reálný a je v poli x, které má N vzorků, výstupní signál nechť je v poli y. Kód nemusíte optimalizovat, zanořené cykly jsou OK.

```
from = P > Q ? P : Q;
for (n = from; n < N; n++) {
    acc = 0.0;
    for (k = 0; k < Q; k++)
        acc += x[n-k] * b[k];
    for (k = 1; k < P; k++)
        acc -= y[n-k] * a[k];
    y[n] = acc;
}
```



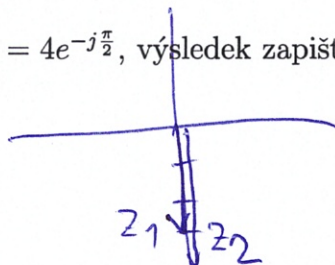
REF

Login: ..... Příjmení a jméno: ..... Podpis: .....

(prosím čitelně!)

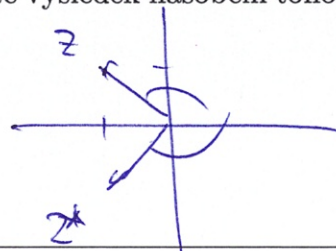
**Příklad 1** Sečtěte komplexní čísla  $z_1 = 3e^{-j\frac{\pi}{2}}$ ,  $z_2 = 4e^{-j\frac{\pi}{2}}$ , výsledek zapište ve složkovém tvaru.

$$z_1 + z_2 = -7j$$



**Příklad 2** Je dáno komplexní číslo  $z = -1 + j$ . Napište výsledek násobení tohoto čísla s číslem komplexně sdruženým.

$$z z^* = 2$$



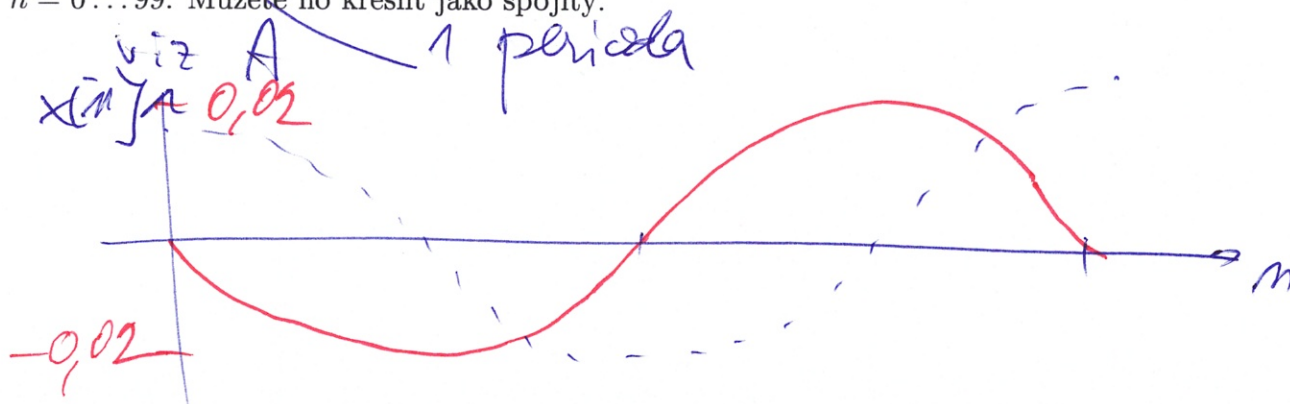
**Příklad 3** Signál  $x[n]$  o délce  $N = 4$  vzorků má hodnoty  $x[n] = [0, 0, 1, -1]$ . Určete všechny koeficienty  $X[k]$  jeho diskrétní Fourierovy transformace (DFT) a napište je ve **složkovém** tvaru. Pomůcka:  $X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]e^{-j\frac{2\pi}{N}kn}$ .

| $x[n]$ | 0 | 0 | 1 | -1 | $X[k]$ |
|--------|---|---|---|----|--------|
|        |   |   |   |    | 0      |
|        |   |   |   |    | $-1-j$ |
|        |   |   |   |    | $+2j$  |
|        |   |   |   |    | $-1+j$ |

viz A

$$X[0] = 0 \quad X[1] = -1-j \quad X[2] = 2 \quad X[3] = -1+j$$

**Příklad 4** Diskrétní Fourierova transformace (DFT) reálného signálu o délce  $N = 100$  vzorků má koeficienty  $X[1] = j$ ,  $X[99] = -j$ , všechny ostatní jsou nulové. Nakreslete odpovídající signál  $x[n]$  pro  $n = 0 \dots 99$ . Můžete ho kreslit jako spojitý.



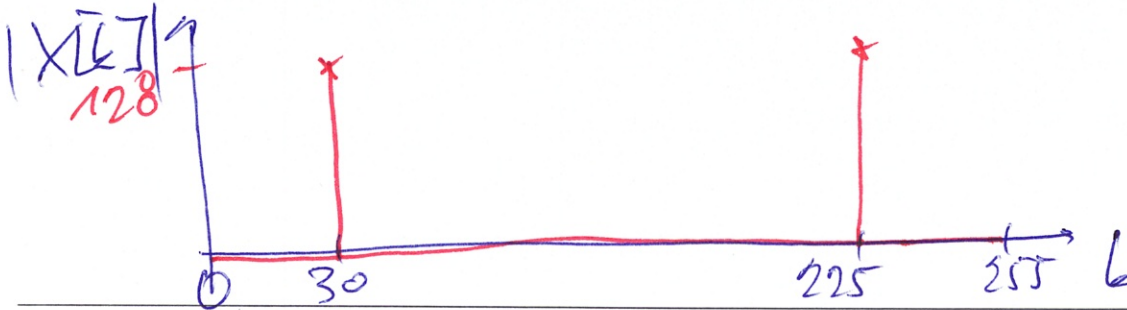
**Příklad 5** Vysvětlete, proč je při výpočtu DFT reálného signálu  $x[n]$  koeficient  $X[0]$  reálný.

viz A

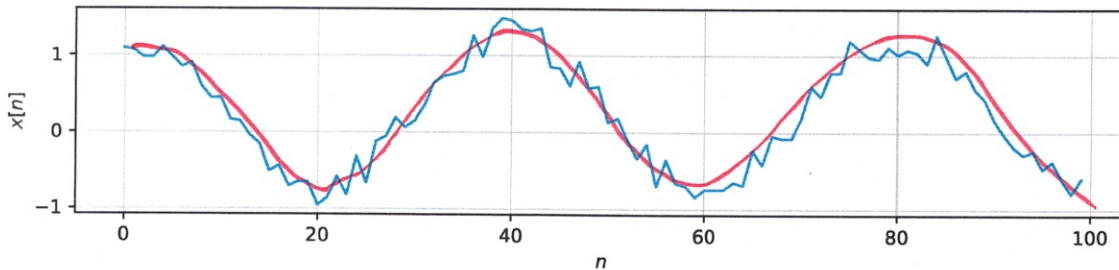
**Příklad 6** Napište pseudokód nebo kód v Pythonu nebo jazyce C pro generování 10 sekund cosinusovky s frekvencí  $f = 450$  Hz. Vzorkovací frekvence je  $F_s = 16000$  Hz..

viz A

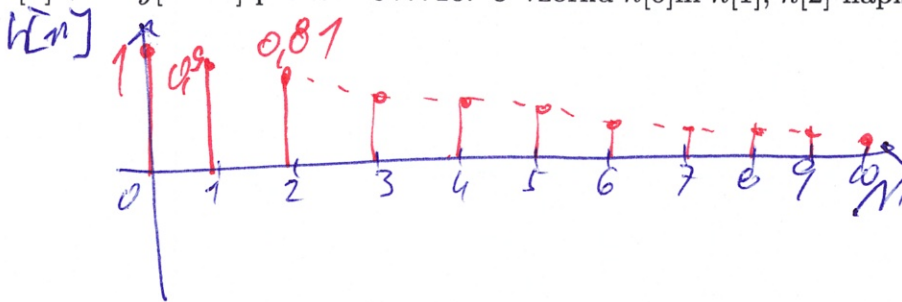
**Příklad 7** Diskrétní signál  $x[n] = \cos(2\pi \frac{30}{256}n)$  má při výběru  $N = 256$  vzorků celý počet period. Nakreslete modulovou složku jeho DFT  $|X[k]|$  pro  $k = 0 \dots 255$ .



**Příklad 8** Na obrázku je diskrétní signál  $x[n]$ , který bude konvoluován s impulsní odezvou  $h[n] = [0.2, 0.2, 0.2, 0.2, 0.2]$ . Nakreslete do stejného obrázku výsledek  $y[n] = x[n] \star h[n]$ .



**Příklad 9** Nakreslete impulsní odezvu  $h[n]$  číslicového filtru s diferenční rovnicí  $y[n] = x[n] + 0.9y[n-1]$  pro  $n = 0 \dots 10$ . U vzorků  $h[0]$  a  $h[1]$ ,  $h[2]$  napište přesně jejich hodnoty.



**Příklad 10** Napište kód v C pro filtraci obecným IIR filtrem s koeficienty vstupní části  $b_0 \dots b_Q$  v poli b a s koeficienty výstupní části  $a_0 = 1, a_1, \dots, a_P$  v poli a. Vstupní signál  $x[n]$  je reálný a je v poli x, které má N vzorků, výstupní signál nechť je v poli y. Kód nemusíte optimalizovat, zanořené cykly jsou OK.

viz A



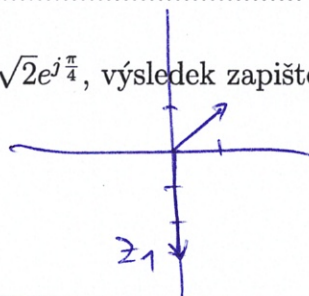
# Půlsemestrální zkouška ISS, 11.11.2025, zadání C

Login: ..... Příjmení a jméno: ..... Podpis: 

(prosím čitelně!)

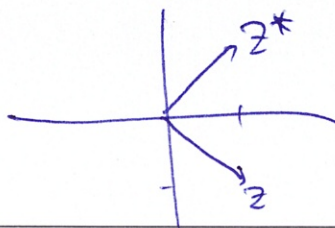
**Příklad 1** Sečtěte komplexní čísla  $z_1 = 3e^{-j\frac{\pi}{2}}$ ,  $z_2 = \sqrt{2}e^{j\frac{\pi}{4}}$ , výsledek zapíše ve složkovém tvaru.

$$z_1 + z_2 = 1 - 2j$$



**Příklad 2** Je dáno komplexní číslo  $z = 1 - j$ . Napište výsledek násobení tohoto čísla s číslem komplexně sdruženým.

$$z z^* = 2$$

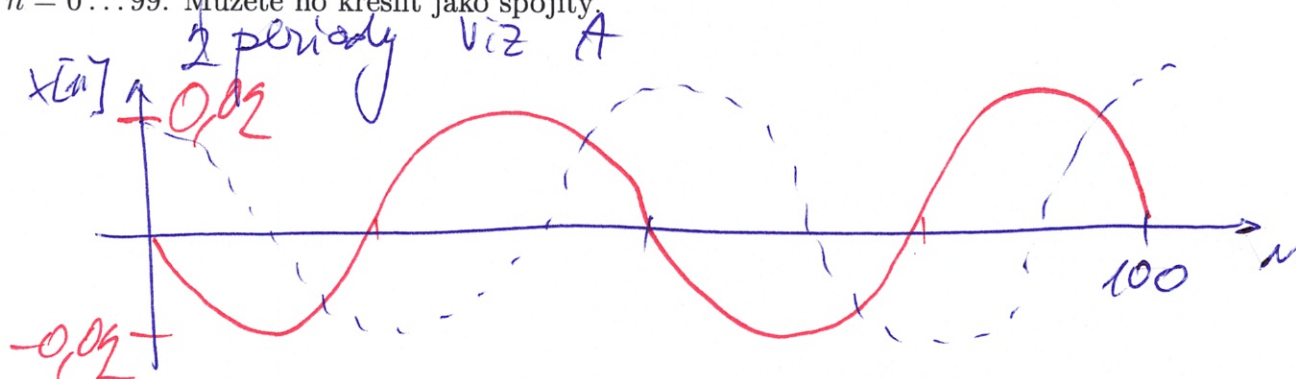


**Příklad 3** Signál  $x[n]$  o délce  $N = 4$  vzorků má hodnoty  $x[n] = [-1, 0, 0, 1]$ . Určete všechny koeficienty  $X[k]$  jeho diskrétní Fourierovy transformace (DFT) a napište je ve **složkovém** tvaru. Pomůcka:  $X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]e^{-j\frac{2\pi}{N}kn}$

| $x[n]$ | -1 | 0 | 0 | 1 | $X[k]$ |
|--------|----|---|---|---|--------|
|        |    |   |   |   | 0      |
|        |    |   |   |   | $-1+j$ |
|        |    |   |   |   | $-2$   |
|        |    |   |   |   | $-1-j$ |

$$X[0] = 0 \quad X[1] = -1+j \quad X[2] = -2 \quad X[3] = -1-j$$

**Příklad 4** Diskrétní Fourierova transformace (DFT) reálného signálu o délce  $N = 100$  vzorků má koeficienty  $X[2] = j$ ,  $X[98] = -j$ , všechny ostatní jsou nulové. Nakreslete odpovídající signál  $x[n]$  pro  $n = 0 \dots 99$ . Můžete ho kreslit jako spojitý.



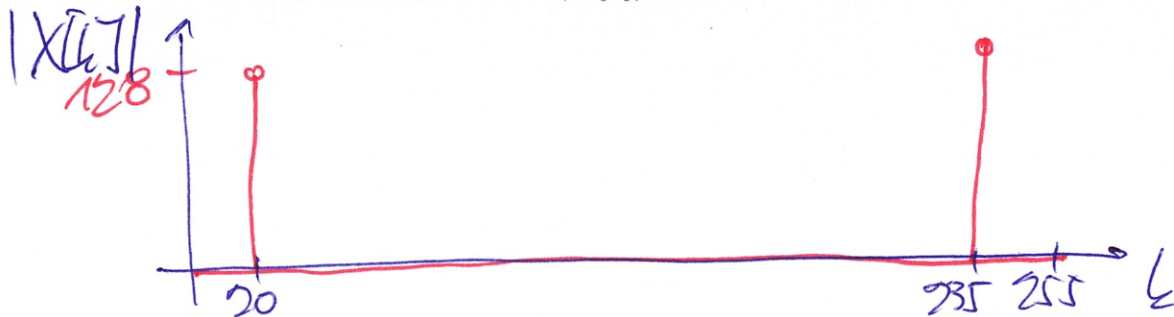
**Příklad 5** Vysvětlete, proč je při výpočtu DFT reálného signálu  $x[n]$  koeficient  $X[0]$  reálný.

viz A

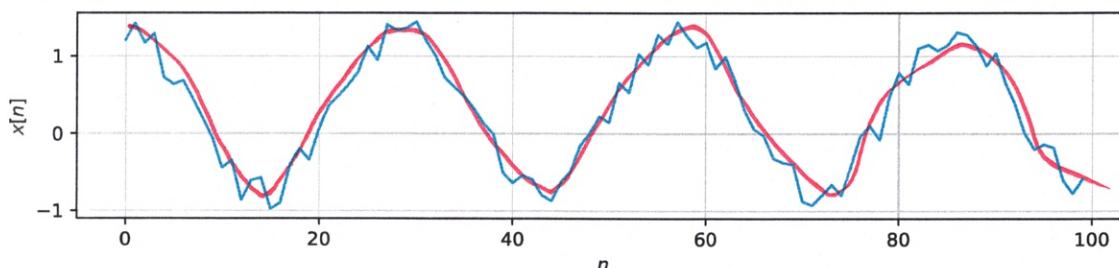
**Příklad 6** Napište pseudokód nebo kód v Pythonu nebo jazyce C pro generování 10 sekund cosinusovky s frekvencí  $f = 450$  Hz. Vzorkovací frekvence je  $F_s = 16000$  Hz..

viz A

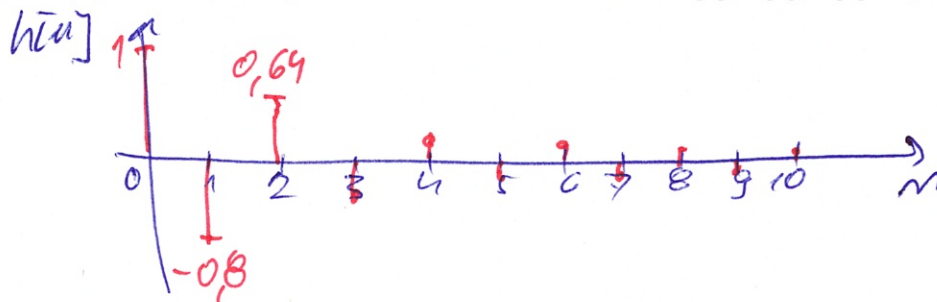
**Příklad 7** Diskrétní signál  $x[n] = \cos(2\pi \frac{20}{256}n)$  má při výběru  $N = 256$  vzorků celý počet period. Nakreslete modulovou složku jeho DFT  $|X[k]|$  pro  $k = 0 \dots 255$ .



**Příklad 8** Na obrázku je diskrétní signál  $x[n]$ , který bude konvoluován s impulsní odezvou  $h[n] = [0.2, 0.2, 0.2, 0.2, 0.2]$ . Nakreslete do stejného obrázku výsledek  $y[n] = x[n] * h[n]$ .



**Příklad 9** Nakreslete impulsní odezvu  $h[n]$  číslicového filtru s diferenční rovnicí  $y[n] = x[n] - 0.8y[n-1]$  pro  $n = 0 \dots 10$ . U vzorků  $h[0]$ ,  $h[1]$ ,  $h[2]$  napište přesně jejich hodnoty.



**Příklad 10** Napište kód v C pro filtraci obecným IIR filtrem s koeficienty vstupní části  $b_0 \dots b_Q$  v poli b a s koeficienty výstupní části  $a_0 = 1, a_1, \dots, a_P$  v poli a. Vstupní signál  $x[n]$  je reálný a je v poli x, které má N vzorků, výstupní signál nechť je v poli y. Kód nemusíte optimalizovat, zanořené cykly jsou OK.

viz A



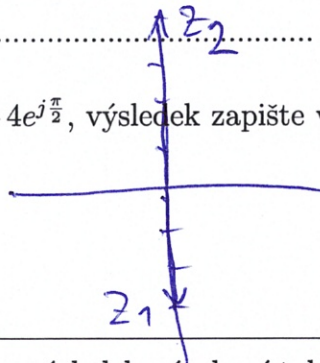
# Půlsemestrální zkouška ISS, 11.11.2025, zadání D

Login: ..... Příjmení a jméno: ..... Podpis: **RET**

(prosím čitelně!)

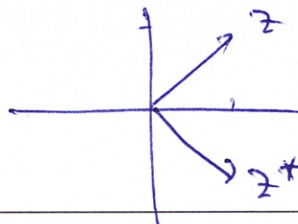
**Příklad 1** Sečtěte komplexní čísla  $z_1 = 3e^{-j\frac{\pi}{2}}$ ,  $z_2 = 4e^{j\frac{\pi}{2}}$ , výsledek zapište ve složkovém tvaru.

$$z_1 + z_2 = j$$



**Příklad 2** Je dáno komplexní číslo  $z = 1 + j$ . Napište výsledek násobení tohoto čísla s číslem komplexně sdruženým.

$$z z^* = 2$$



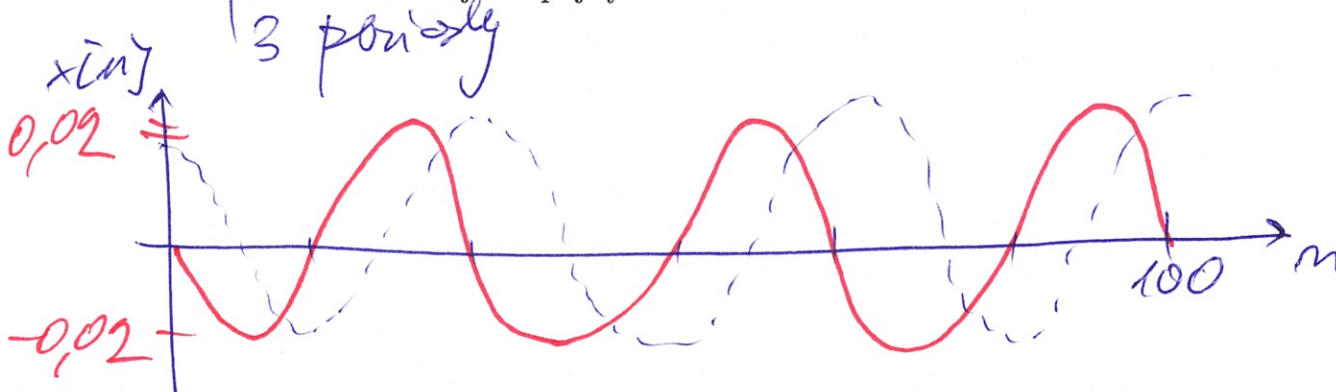
**Příklad 3** Signál  $x[n]$  o délce  $N = 4$  vzorků má hodnoty  $x[n] = [-1, 0, -1, 0]$ . Určete všechny koeficienty  $X[k]$  jeho diskrétní Fourierovy transformace (DFT) a napište je ve složkovém tvaru. Pomůcka:

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{-j\frac{2\pi}{N}kn}$$

| $x[n]$ | -1 | 0 | -1 | 0 | $X[k]$ |
|--------|----|---|----|---|--------|
|        |    |   |    |   | -2     |
|        |    |   |    |   | 0      |
|        |    |   |    |   | -2     |
|        |    |   |    |   | 0      |

$$X[0] = -2 \quad X[1] = 0 \quad X[2] = -2 \quad X[3] = 0$$

**Příklad 4** Diskrétní Fourierova transformace (DFT) reálného signálu o délce  $N = 100$  vzorků má koeficienty  $X[3] = j$ ,  $X[97] = -j$ , všechny ostatní jsou nulové. Nakreslete odpovídající signál  $x[n]$  pro  $n = 0 \dots 99$ . Můžete ho kreslit jako spojitý.



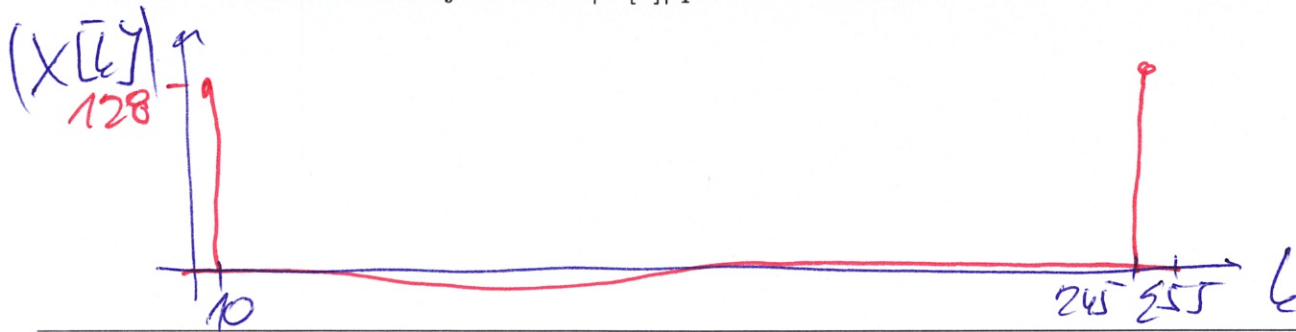
**Příklad 5** Vysvětlete, proč je při výpočtu DFT reálného signálu  $x[n]$  koeficient  $X[0]$  reálný.

viz A

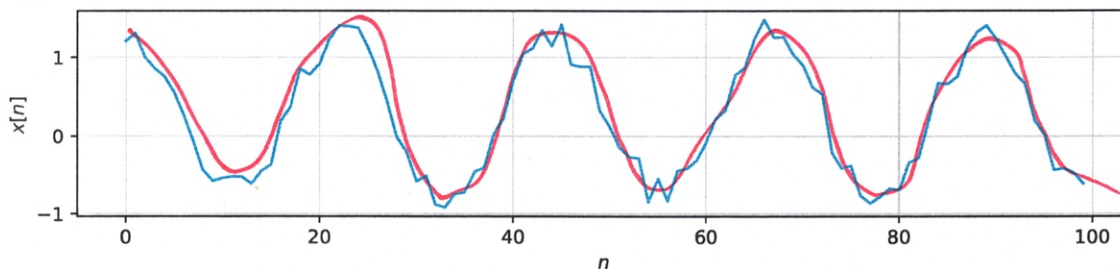
**Příklad 6** Napište pseudokód nebo kód v Pythonu nebo jazyce C pro generování 10 sekund cosinusovky s frekvencí  $f = 450$  Hz. Vzorkovací frekvence je  $F_s = 16000$  Hz..

vit A

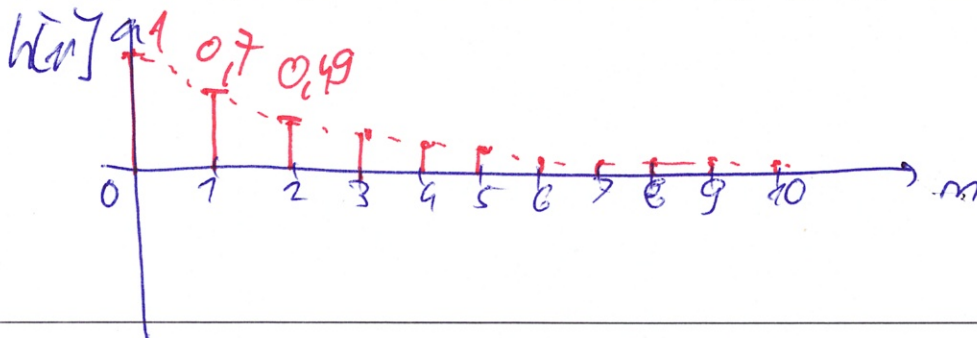
**Příklad 7** Diskrétní signál  $x[n] = \cos(2\pi \frac{10}{256} n)$  má při výběru  $N = 256$  vzorků celý počet period. Nakreslete modulovou složku jeho DFT  $|X[k]|$  pro  $k = 0 \dots 255$ .



**Příklad 8** Na obrázku je diskretní signál  $x[n]$ , který bude konvoluován s impulsní odezvou  $h[n] = [0.2, 0.2, 0.2, 0.2, 0.2]$ . Nakreslete do stejného obrázku výsledek  $y[n] = x[n] \star h[n]$ .



**Příklad 9** Nakreslete impulsní odezvu  $h[n]$  číslicového filtru s diferenční rovnicí  $y[n] = x[n] + 0.7y[n-1]$  pro  $n = 0 \dots 10$ . U vzorků  $h[0]$ ,  $h[1]$ ,  $h[2]$  napište přesně jejich hodnoty.



**Příklad 10** Napište kód v C pro filtraci obecným IIR filtrem s koeficienty vstupní části  $b_0 \dots b_Q$  v poli b a s koeficienty výstupní části  $a_0 = 1, a_1, \dots, a_P$  v poli a. Vstupní signál  $x[n]$  je reálný a je v poli x, které má N vzorků, výstupní signál nechť je v poli y. Kód nemusíte optimalizovat, zanořené cykly jsou OK.

vit A