

# Půlsestrální zkouška ISS, 24.10.2024, zadání H

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

**Příklad 1** Nakreslete komplexní čísla  $z_1 = 1+j$  a  $z_2 = 1-j$  do komplexní roviny jako vektory a nakreslete vektor jejich rozdílu:  $z_2 - z_1$ . Vypočtěte rozdíl také numericky a ověřte, že jsou výsledky stejné.

$z_2 - z_1 = \dots\dots\dots$

---

**Příklad 2** Vynásobte komplexní čísla  $z_1 = 3e^{j0.4}$  a  $z_2 = 4e^{-j0.7}$  a napište výsledek v exponenciálním tvaru.

$z_1 z_2 = \dots\dots\dots$

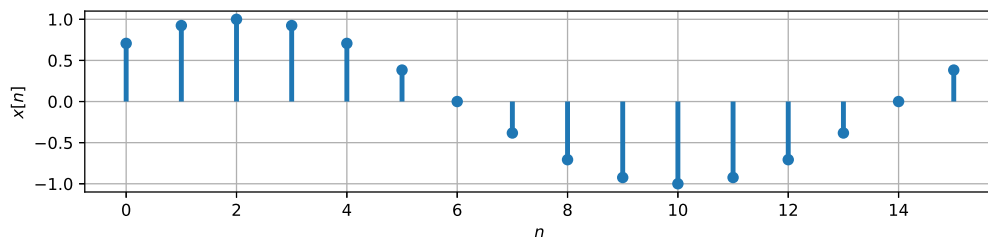
---

**Příklad 3** Určete hodnotu komplexní exponenciály  $x[n] = 5e^{j\frac{\pi}{4}}e^{j2\pi\frac{1}{8}n}$  pro vzorek  $x[9]$ . Výsledek zapište ve složkovém tvaru. Pro jednoduchost můžete použít  $\frac{5}{\sqrt{2}} = q$ .

$x[9] = \dots\dots\dots$

---

**Příklad 4** Napište vztah pro diskretní cosinusovku na obrázku.



$x[n] = \dots\dots\dots$

---

**Příklad 5** Napište pseudokód nebo kód v Pythonu nebo jazyce C pro výpočet součtu kvadrátů absolutních hodnot vzorků **komplexního** signálu  $x[n]$ :  $\sum_{n=0}^{N-1} |x[n]|^2$ . Je zakázáno použít funkci `abs`.

**Příklad 6** Signál  $x[n]$  o délce  $N = 256$  vzorků obsahuje cosinusovku o periodě 50 vzorků: dal by se vygenerovat např. jako  $x[n] = \cos(\frac{2\pi}{50}n)$ . Analyzační signál o délce  $N = 256$  obsahuje obdélník o délce 50 vzorků:

$$a[n] = \begin{cases} 1 & \text{pro } 150 \leq n \leq 199 \\ 0 & \text{jinde} \end{cases} .$$

Určete koeficient podobnosti / korelace / síly projekce  $c = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]a[n]$ .

---

**Příklad 7** Napište kód v C pro výpočet inverzní diskrétní Fourierovy transformace (IDFT):

$x[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X[k]e^{+j\frac{2\pi}{N}kn}$ . Reálné složky koeficientů  $X[k]$  jsou v poli `Xre` a imaginární v poli `Xim`. Platí  $X[k] = X^*[N-k]$ , takže výsledný signál  $x[n]$  bude reálný, očekávám ho v poli `x`. O alokaci polí se nemusíte starat. Můžete použít funkce `cos` a `sin`, ale ne funkce pracující s komplexními čísly. Kód nemusíte nijak optimalizovat, 2 zanořené cykly jsou OK. Upozorňuji, že imaginární složky koeficientů  $X[k]$  **jsou** potřeba.

---

**Příklad 8** Vzorkovací frekvence je  $F_s = 100$  kHz. Počet vzorků signálu (a tedy i koeficientů DFT) je  $N = 1000$ . Určete, pro který index  $k$  je koeficient  $X[k]$  nejbližší frekvenci zadaného tónu:

E3b 1245 Hz

$k = \dots\dots\dots$

---

**Příklad 9** Pole `Xre` a `Xim` o velikosti sudé  $N$  obsahují reálné a imaginární složky koeficientů DFT reálného signálu. Jsou naplněny od prvku  $k=0$  do  $k=N/2$ . Napište pseudokód nebo kód v Pythonu nebo jazyce C pro doplnění hodnot pro  $k=N/2+1$  až  $N-1$ .

---

**Příklad 10** Signál na vzorkovací frekvenci  $F_s = 16000$  Hz trvá 5 sekund a obsahuje cosinusovku, jejíž frekvence se v čase lineárně zvyšuje od 0 až po 8000 Hz. Nakreslete jeho spektrogram (bílá barva = 0, tmavá barva = velká hodnota). Řádně popište osy.