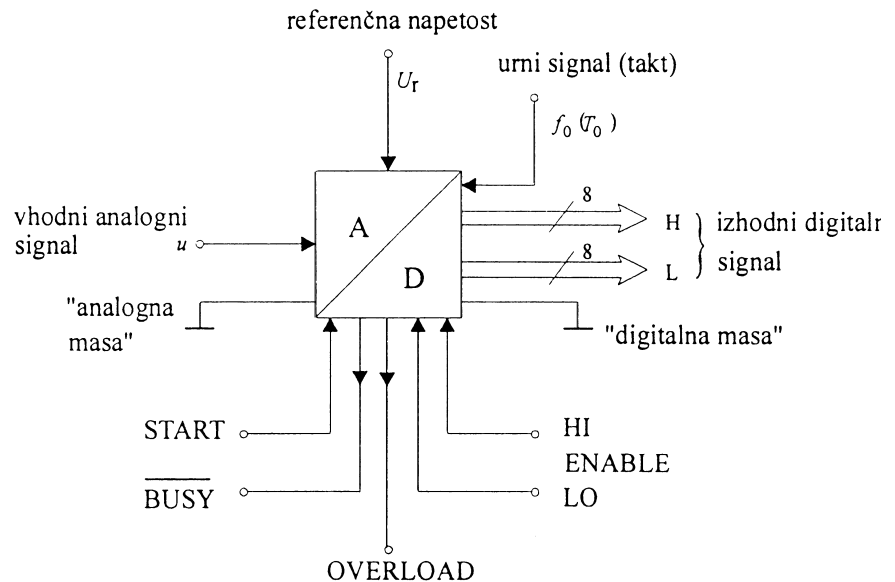


Rešitve nalog – MERITVE 2. del

1. Narišite tipično blokovno shemo analogno-digitalnega pretvornika in opišite vhodne in izhodne priključke. Skicirajte primere kvantizacijskih karakteristik, če je korak kvantizacije $\Delta = U_D/2^n$ oziroma $\Delta = U_D/(2^n - 1)$ za $n = 2$.

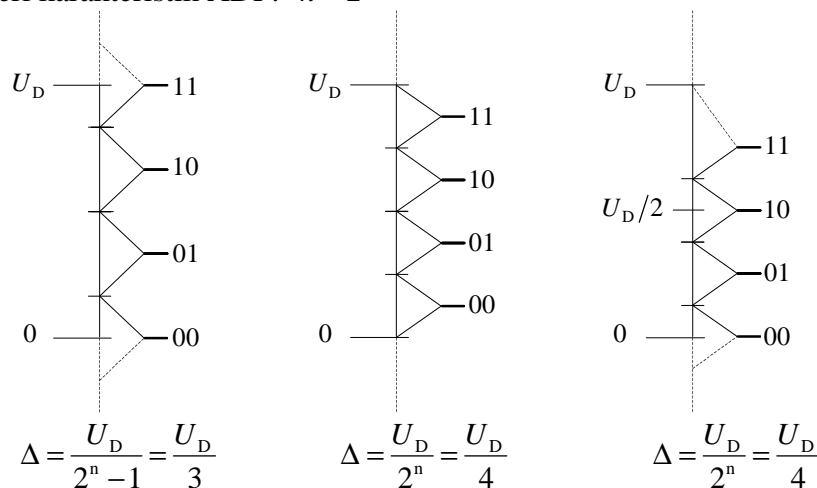
Rešitev:

- Tipična blokovna shema analogno-digitalnega pretvornika ima naslednje priključke:



- referenčni potencial 'analogna masa' (Agnd);
- skupni potencial izhoda 'digitalna masa' (Dgnd);
- referenčna napetost U_r za primerjavo z merjeno napetostjo;
- urni signal, ki daje takt korakov pri pretvarjanju;
- prožilni signal za začetek pretvorbe (START);
- signal zasedenosti z delom (BUSY). Ko preide v stanje 1, lahko sprožimo novo pretvarjanje z $1 \rightarrow 0$;
- če je **ADP izkrmljen** (prevelika napetost na vhodu), nam ADP to sporoči na priključku OVERLOAD;
- prisotnost 8-bitnih **podatkov na vodilu** (HI ali LO ENABLE) s pomočjo 'tristate' gonilnikov.

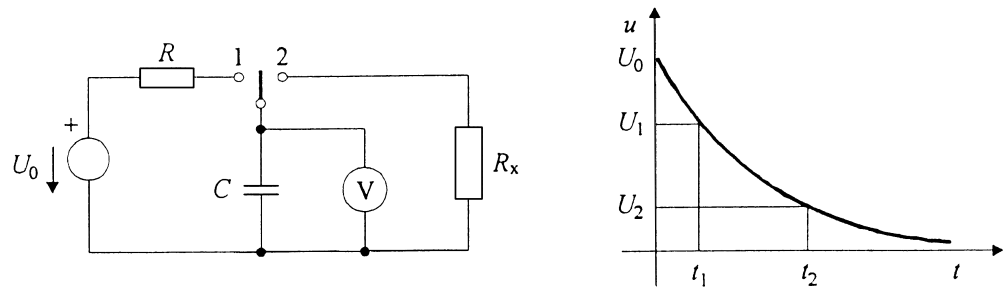
- Primeri karakteristik ADP: $n = 2$



2. Skicirajte vezje za merjenje zelo velikih upornosti po metodi praznenja kondenzatorja in jo ugotovite, če se kondenzator s kapacitivnostjo 10nF sprazni na polovično vrednost začetne napetosti v 10s? Kondenzator brez priključenega upora neznane vrednosti se sam sprazni na polovično vrednost v 50s.

Rešitev:

- Vezje za merjenje zelo velikih upornosti po metodi praznenja kondenzatorja



- Ko preklopimo v položaj 1, se kondenzator nabije na napetost U_0 .
- Ko preklopimo v položaj 2, se kondenzator začne prazniti pretežno preko R_x . Kadar izolacijsko upornost R_i in upornost voltmetra R_v lahko zanemarimo, zapišemo:

- za čas t_1 : $U_1 = U_0 e^{-t_1/R_x C}$;

- za čas t_2 : $U_2 = U_0 e^{-t_2/R_x C}$

- neznana upornost je v našem primeru: $R_x = \frac{t_2 - t_1}{C \ln U_1 / U_2} = \frac{\Delta t}{C \ln 2}$

- Kondenzator se prazni tudi sam zaradi izolacijske upornosti R_i in upornosti voltmetra R_v (preklopnik je v vmesnem položaju). V tem primeru merimo skupno paralelno upornost:

$$R_1 = R_i \parallel R_v = \frac{\Delta t_1}{C \ln 2} = \frac{50\text{s}}{10\text{nF} \ln 2} = 7,213\text{G}\Omega$$

- Ko praznimo kondenzator preko R_x (preklopnik v položaju 2), dejansko praznimo preko skupne paralelne upornosti $R_2 = R_1 \parallel R_x$.

$$R_2 = R_1 \parallel R_x = \frac{\Delta t_2}{C \ln 2} = \frac{10\text{s}}{10\text{nF} \ln 2} = 1,443\text{G}\Omega$$

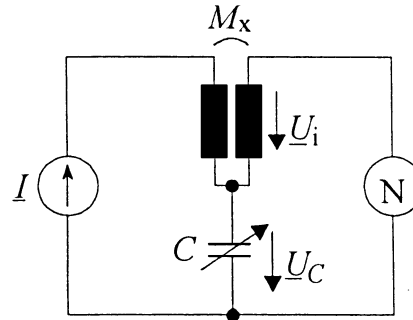
- Od tod izračunamo **neznano upornost**:

$$R_x = \frac{R_1 R_2}{R_1 - R_2} = 1,803\text{G}\Omega$$

3. Skicirajte Campbellovo vezje za merjenje medsebojne induktivnosti in dokažite, da je ločljivost vezja $\delta_q = \omega C (\Delta U)_q / I$, če je ničelni indikator voltmeter z zelo visoko upornostjo $R \rightarrow \infty \Omega$ in ločljivostjo $(\Delta U)_q$!

Rešitev:

- Campbellovo vezje za merjenje medsebojne induktivnosti:



- Tok skozi primarno navitje in kondenzator mora biti sinusne oblike.
 - Inducirana napetost na sekundarju M_x je: $\underline{U}_i = j\omega M_x \underline{I}$,
 - napetost na kondenzatorju pa: $\underline{U}_C = \underline{I} \frac{1}{j\omega C}$.
- Če se napetosti odštejeta in je ničelni indikator brez odklona, imamo:

$$j\omega M_x \underline{I} + \underline{I} \frac{1}{j\omega C} = 0 \quad \rightarrow \quad \omega M_x - \frac{1}{\omega C} = 0$$

- Od tod izračunamo medsebojno induktivnost: $M_x = \frac{1}{\omega^2 C}$
- V okolici ravnovesne lege lahko za napetost ničelnega indikatorja zapišemo

$$U_N = \omega M_x I - \frac{1}{\omega C} I$$

- Občutljivost napetosti ničelnega indikatorja na spremembo medsebojne induktivnosti izračunamo z delnim odvodom:

$$\frac{\partial U_N}{\partial M_x} = \omega I$$

- Če infinitezimalne spremembe veličin zamenjamo s končnimi, dobimo:

$$\Delta M_x = \frac{\Delta U_N}{\omega I}$$

- in v relativni obliki: $\frac{\Delta M_x}{M_x} = \frac{\Delta U_N}{\omega I} \omega^2 C = \omega C \frac{\Delta U_N}{I}$

- Ločljivost vezja dobimo, če v enačbi ločljivostjo ničelnega indikatorja zamenjamo z ločljivostjo voltmetra $(\Delta U)_q$.

$$\delta_q = \frac{(\Delta M_x)_q}{M_x} = \omega C \frac{(\Delta U)_q}{I}$$

4. Znana je karakteristika elektronskega pretvornika delovne moči (glej tabelo). Podajte merilni rezultat opazovane veličine, če prikazovalnik na izhodu pretvornika kaže 6,0 A . Napetostni vhod je konstantno 100 V . Merilna negotovost sistema je 2% .

I/A	I_{izh}/A
1,0	2,1
2,0	3,9
3,0	6,0
4,0	8,1
5,0	9,8
6,0	11,9

Rešitev:

- Opazovana veličina je moč. Napetost na vhodu je 100 V . Izmerjeni tok na izhodu je bil 6,0 A . Iz tabele se razbere tok na vhodu 3,0 A . Moč ki jo opazujemo je tako:

$$P = 3 \text{ A} \cdot 100 \text{ V} = 300 \text{ W}$$

- Merilni rezultat je:

$$P = 300 \text{ W} , u(P) = 0,02 P = 6 \text{ W} , n = 1$$

5. Feromagnetno toroidno jedro ima presek $A = 1\text{cm}^2$. Ko vključimo enosmerni magnetilni tok, se v tuljavici z $N_2 = 100$ ovoji inducira napetostni impulz s ploščino 26mVs , ko ga izključimo, napetostni impulz s ploščino 4mVs , ko ga ponovno vključimo, vendar v obratni smeri, pa impulz s ploščino 36mVs . Skicirajte potek B v odvisnosti od H in izračunajte B_r in B_m ! Kje je bila izhodiščna točka?

Rešitev:

- Upoštevajoč Faradejev zakon zapišemo za inducirano napetost u_i v tuljavici konstantne površine A z N ovoji pri spremembi magnetne indukcije B :

$$u_i = -N A \frac{dB}{dt} \rightarrow \int_{t_1}^{t_2} u_i dt = -N A \int_{B_1}^{B_2} dB = \int_0^{T_M} u_i dt$$

- Integral napetostnega pulza je enak spremembi magnetne indukcije ΔB , ki jo povzroča enosmerni magnetilni tok ob obeh vklopih in izklopu:

$$\int_0^{T_M} u_i dt = N A (B_1 - B_2) = N A \Delta B \rightarrow \Delta B = \frac{\int_0^{T_M} u_i dt}{NA}$$

- Pri posameznih spremembah magnetilnega toka smo dobili naslednje spremembe magnetne indukcije:

$$\Delta B_1 = \frac{26\text{mVs}}{100 \cdot 1\text{cm}^2} = \frac{26 \cdot 10^{-3} \text{Vs}}{100 \cdot 10^{-4} \text{m}^2} = 2,6\text{T}$$

$$\Delta B_2 = \frac{4 \cdot 10^{-3} \text{Vs}}{100 \cdot 10^{-4} \text{m}^2} = 0,4\text{T}$$

$$\Delta B_3 = \frac{36 \cdot 10^{-3} \text{Vs}}{100 \cdot 10^{-4} \text{m}^2} = 3,6\text{T}$$

- Maksimalno vrednost magnetne indukcije nam neglede na izhodiščno točko določata izklop magnetilnega toka in ponovni vklop v nasprotno smer (glej skico):

$$B_m = \frac{\Delta B_2 + \Delta B_3}{2} = 2,0\text{T}$$

- Remanenčno vrednost magnetne indukcije določimo pri izklopu vzbujanja in prehodu iz maksimalne točke v remanenčno:

$$B_r = B_m - \Delta B_2 = 2,0\text{T} - 0,4\text{T} = 1,6\text{T}$$

- Izhodiščna točka je bila pri vrednosti:

$$B_{izh} = B_m - \Delta B_1 = 2,0\text{T} - 2,6\text{T} = -0,6\text{T}$$

