

ODPOVĚDNÍ TABULKA

Jméno:	Login:
--------	--------

Otázka číslo	Odpověď
1 (6 b.)	$I_{R3} =$
2 (6 b.)	$I_D =$
3 (6 b.)	$A =$, $I_{B1} =$, $I_{B2} =$, $U_{11} =$, $U_{12} =$, $U_{CE1} =$, $U_{CE2} =$
4 (3 b.)	$I_{RZ} =$
5 (6 b.)	b) $\omega_r =$, c) $ u_C =$, d) $ u_C =$
6 (2 b.)	$u_0 =$
7 (6 b.)	$u_5 =$
8 (3 b.)	Výsledek převodu (v přímém kódu):
9 (2 b.)	$Y =$
10 (3 b.)	$C =$
11 (2 b.)	$I =$, $U_C =$, $U_R =$
12 (2 b.)	$U_i =$, $Z_i =$
13 (3 b.)	----- vyplňte do zadání -----
14 (2 b.)	$R_1 =$, $R_2 =$, $\rho =$
15 (3 b.)	$RL =$, $RB =$

Jméno:	Login:
Učebna:	Podpis:

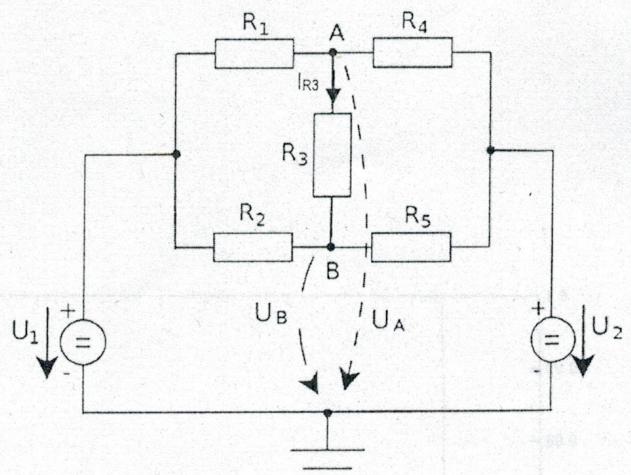
U každého příkladu se hodnotí rovněž postup výpočtu. Výsledky všech příkladů (kromě příkladu 13) zapište do ODPOVĚDNÍ TABULKY na konci zadání.

Chybějící výsledky v ODPOVĚDNÍ TABULCE budou hodnoceny 0 body.

Otázka č. 1 (až 6 bodů)

V Obr. 1 je $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$, $R_3 = 14 \Omega$, $R_4 = 15 \Omega$, $R_5 = 20 \Omega$, $U_1 = 40 \text{ V}$, $U_2 = 10 \text{ V}$.

Určete libovolnou metodou proud I_{R3} v obvodu na Obr. 1.

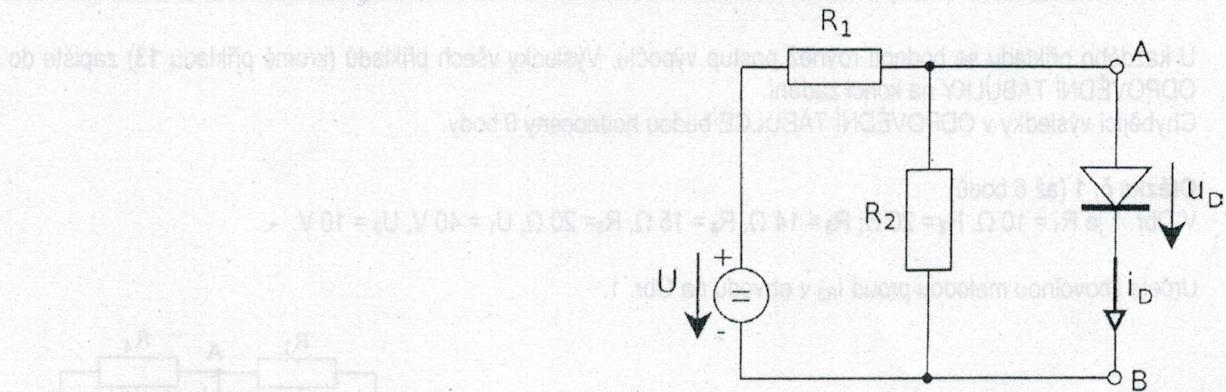


Obr. 1

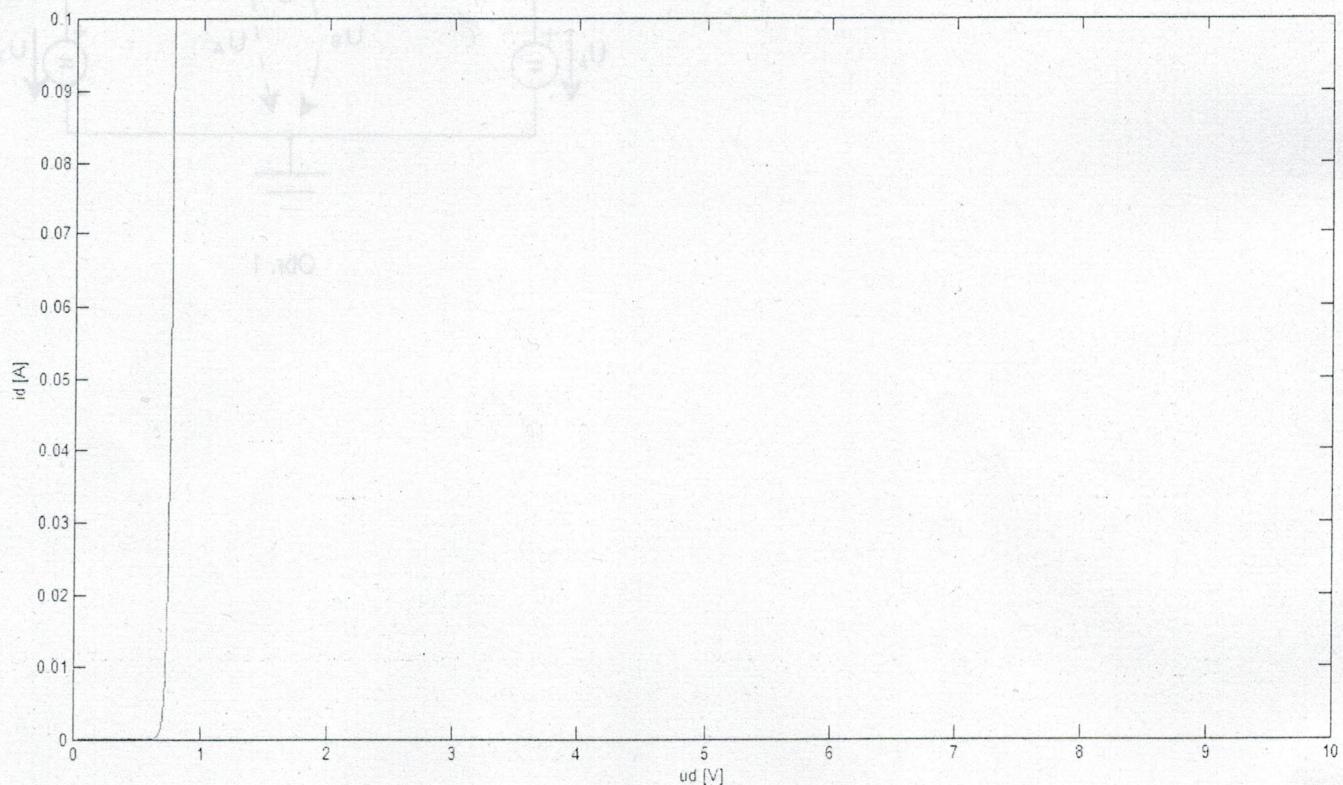
Otázka č. 2 (až 6 bodů)

V obvodu na Obr. 2a je $R_1=150\Omega$, $R_2=100\Omega$ a $U=7.5V$. Určete grafickou metodou velikost proudu i_D protékajícího diodou.

Charakteristika diody je vyjádřena graficky (Obr. 2b). Doporučeným postupem je použití Theveninova teorému.



Obr. 2a



Obr. 2b

Jméno:

Login:

Otázka č. 3 (až 6 bodů)

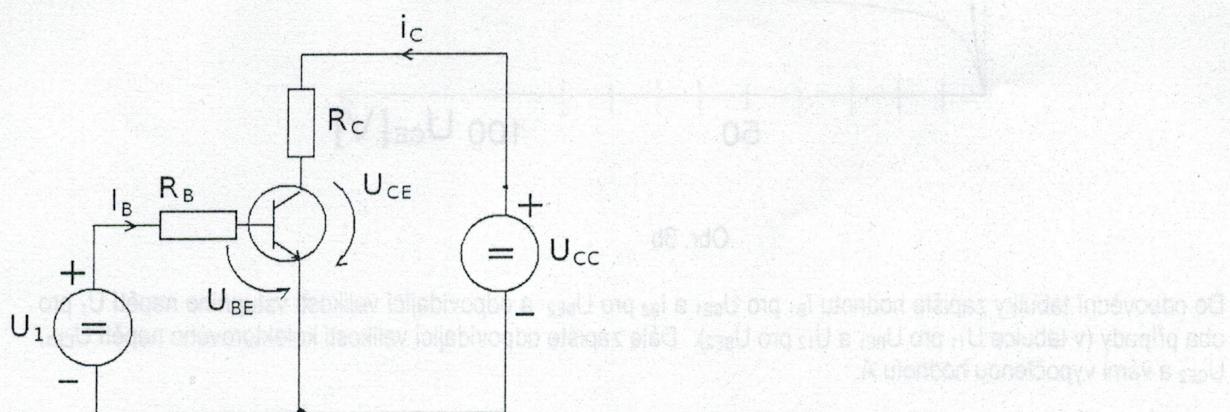
Stanovte zesílení $A = \left| \frac{\Delta U_{CE}}{\Delta U_1} \right|$ tranzistorového obvodu z Obr. 3a. Napájecí napětí $U_{CC} = 100$ V, kolektorový

odpor $R_C = 1000 \Omega$, odpor v bázi $R_B = 1000 \Omega$. Zjednodušená vstupní charakteristika tranzistoru v zapojení se společným emitorem (Obr. 3a) je vyjádřena závislostí:

$I_B = A \cdot (e^{B \cdot U_{BE}} - 1)$, kde $A = 10^{-2}$ a $B = 0,014214772$ jsou technologické parametry ($e \approx 2,71828$). Zesílení

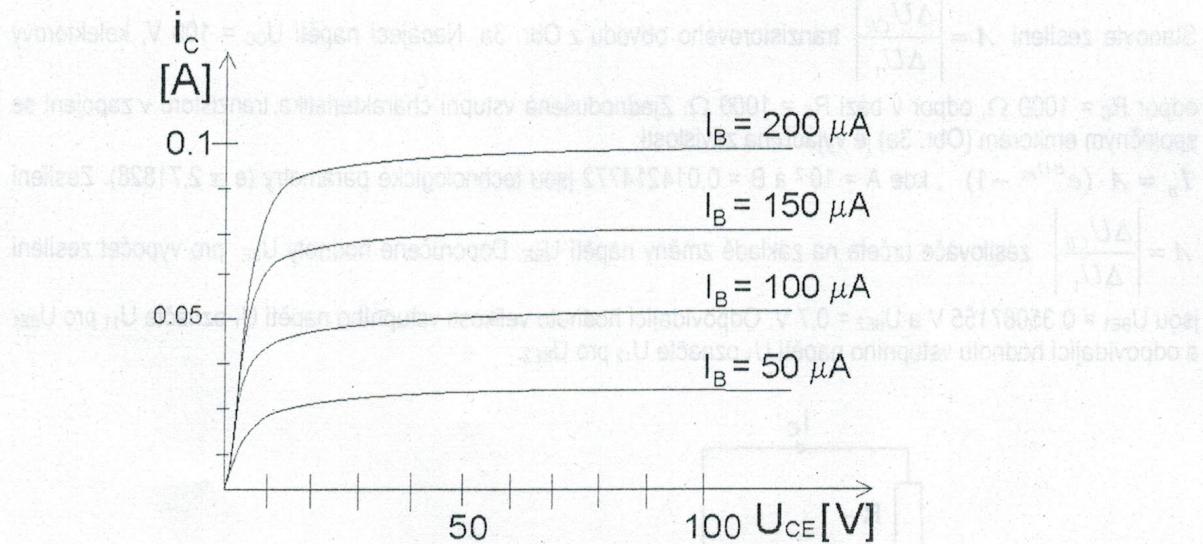
$A = \left| \frac{\Delta U_{CE}}{\Delta U_1} \right|$ zesilovače určete na základě změny napětí U_{BE} . Doporučené hodnoty U_{BE} pro výpočet zesílení

jsou $U_{BE1} = 0,35087155$ V a $U_{BE2} = 0,7$ V. Odpovídající hodnotu velikosti vstupního napětí U_1 označte U_{11} pro U_{BE1} a odpovídající hodnotu vstupního napětí U_1 označte U_{12} pro U_{BE2} .



Obr. 3a

Pro výpočet ΔU_{CE} použijte grafickou metodu. Konkrétní sítí výstupních charakteristik tranzistoru v zapojení se společným emitorem je v Obr. 3b.



Obr. 3b

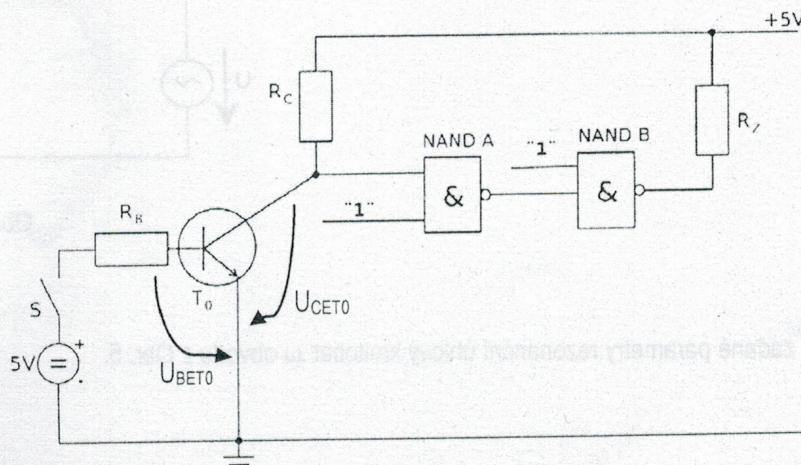
Do odpovědní tabulky zapište hodnotu I_B pro U_{BE1} a I_B pro U_{BE2} a odpovídající velikosti vstupního napětí U_1 pro oba případy (v tabulce U_{11} pro U_{BE1} a U_{12} pro U_{BE2}). Dále zapište odpovídající velikosti kolektorového napětí U_{CE1} , U_{CE2} a vám vypočtenou hodnotu A .

Jméno:

Login:

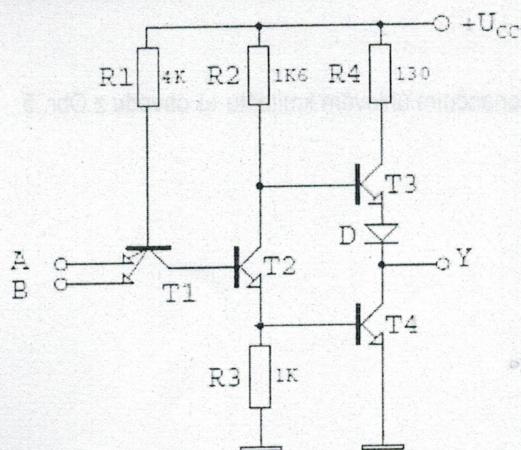
Oázka č. 4 (až 3 bodů)

Analyzuje se zapojení tranzistoru T_0 a připojené dvojice obvodů NAND (Obr. 4a), kde $R_Z=480 \Omega$ a $U_{CC} = 5V$. Tranzistor T_0 pracuje ve spínacím režimu (sepnut/rozepnut). Při rozepnutém spínači S je $U_S = 0 V$ a $U_B = 5 V$. Při sepnutém spínači $S=1$ bude přibližně $U_{BE0} \approx 0,7 V$ a $U_{CE0} \approx 0,2 V$. Symbol „1“ představuje úroveň 5V.



Obr. 4a

Podrobně je obvod NAND rozkreslen v Obr. 4b.



Obr. 4b

Pro varianty spínače $S=1$ (sepnut) a $S=0$ (rozepnut) zaznačte do přiložené tabulky symbolom „0“, že odpovídající tranzistor je sepnut (protéká jeho kolektorový proud) a symbolom „1“ označte, že tranzistor je rozepnut (neprotéká jeho kolektorový proud).

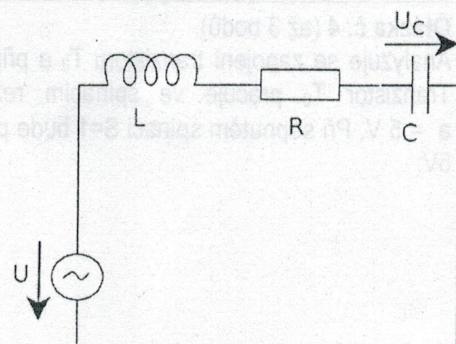
	NAND A			NAND B		
	T_0	T_{2A}	T_{4A}	T_{2B}	T_{4B}	I_{RZ}
$S=0$						XXXX
$S=1$						

Dále do přiložené tabulky zapište hodnotu proudu I_{RZ} , tj. proudu, který protéká odporem R_Z při sepnutém spínači ($S=1$).

Otázka č. 5 (až 6 bodů)

V Obr. 5 je $R = 10 \Omega$, $L = 100H$, $C = 10^{-6} F$, $u = U \sin(\omega t) [V]$ kde $U = 1 V$.

- a) (2 body) Zapište výraz pro celkovou impedanci obvodu z Obr. 5 ve tvaru komplexního čísla.



Obr. 5

- b) (2 body) Určete pro zadané parametry rezonanční úhlový kmitočet ω obvodu z Obr. 5.

- c) (1 bod) Určete amplitudu napětí U_c na kapacitě C při rezonančním úhlovém kmitočtu ω obvodu z Obr. 5.

- d) (1 bod) Jak se změní amplituda napětí U_c při rezonančním kmitočtu ω , změní-li se hodnota odporu R na hodnou $R = 1 \Omega$.

Kmitoček je "0", nejdopříma vložen do číselného políčka funkce 0-2 a (kliknutím) lze vložit do druhého číselného políčka sítě žádat o vložení do číselny "1", nejdopříma vložen do číselného políčka funkce 1-2 a (kliknutím) lze vložit do druhého číselného políčka sítě žádat o vložení do číselny "2".

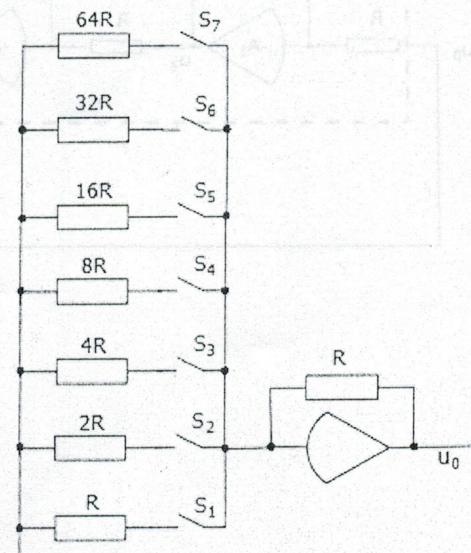
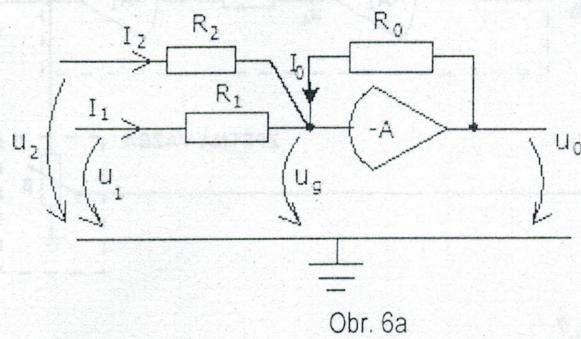
0-2	1-2
XXXX	

Jméno:

Login:

Otázka č. 6 (až 2 bodů)

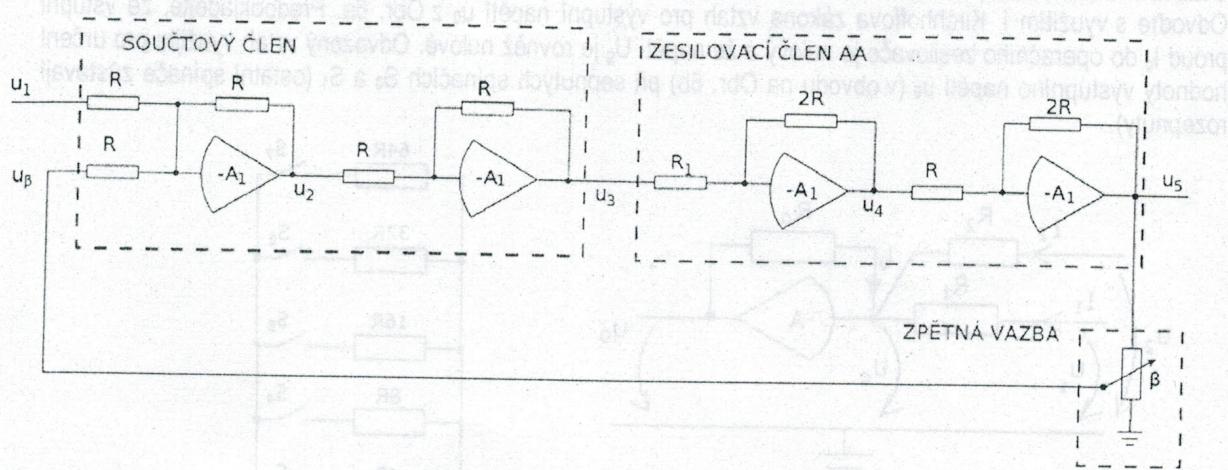
Ovdoňte s využitím I. Kirchhoffova zákona vztah pro výstupní napětí u_0 z Obr. 6a. Předpokládejte, že vstupní proud I_g do operačního zesilovače je nulový a že napětí U_g je rovněž nulové. Odvozený vztah využijte pro určení hodnoty výstupního napětí u_0 (v obvodu na Obr. 6b) při sepnutých spínačích S_3 a S_1 (ostatní spínače zůstávají rozepnuty).



Obr. 6b

Otzážka č. 7 (až 6 bodů)

Pro vysvětlení činnosti operačních zesilovačů analyzujte obvod podle Obr. 7. Hodnoty prvků v obvodu jsou $u_1 = 0,3 \text{ V}$, $R = 1000 \Omega$. Teoreticky je zesílení operačních zesilovačů $A = -\infty$. Určete hodnotu u_5 pro $\beta = 0,125$.



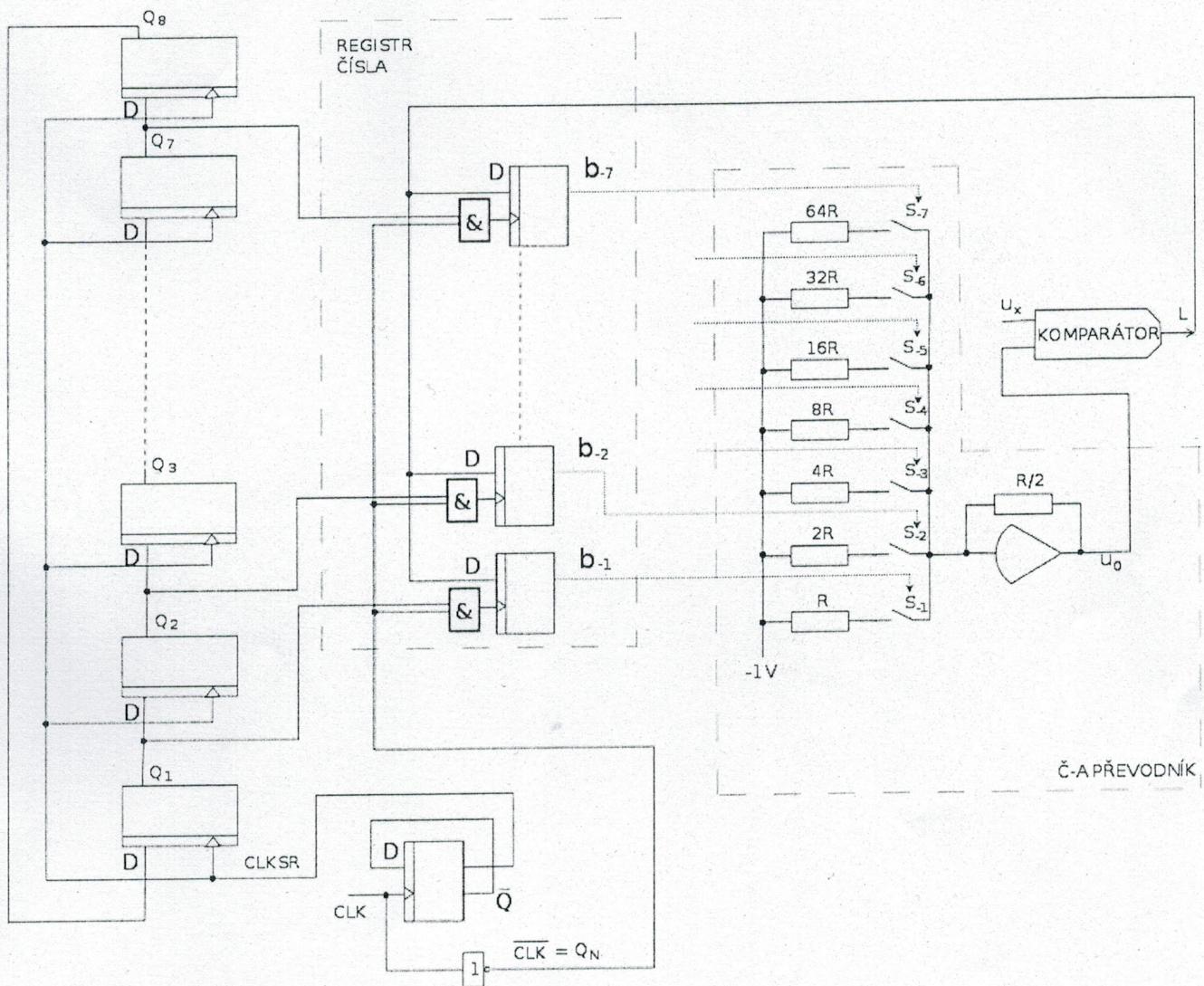
Obr. 7

Jméno:

Login:

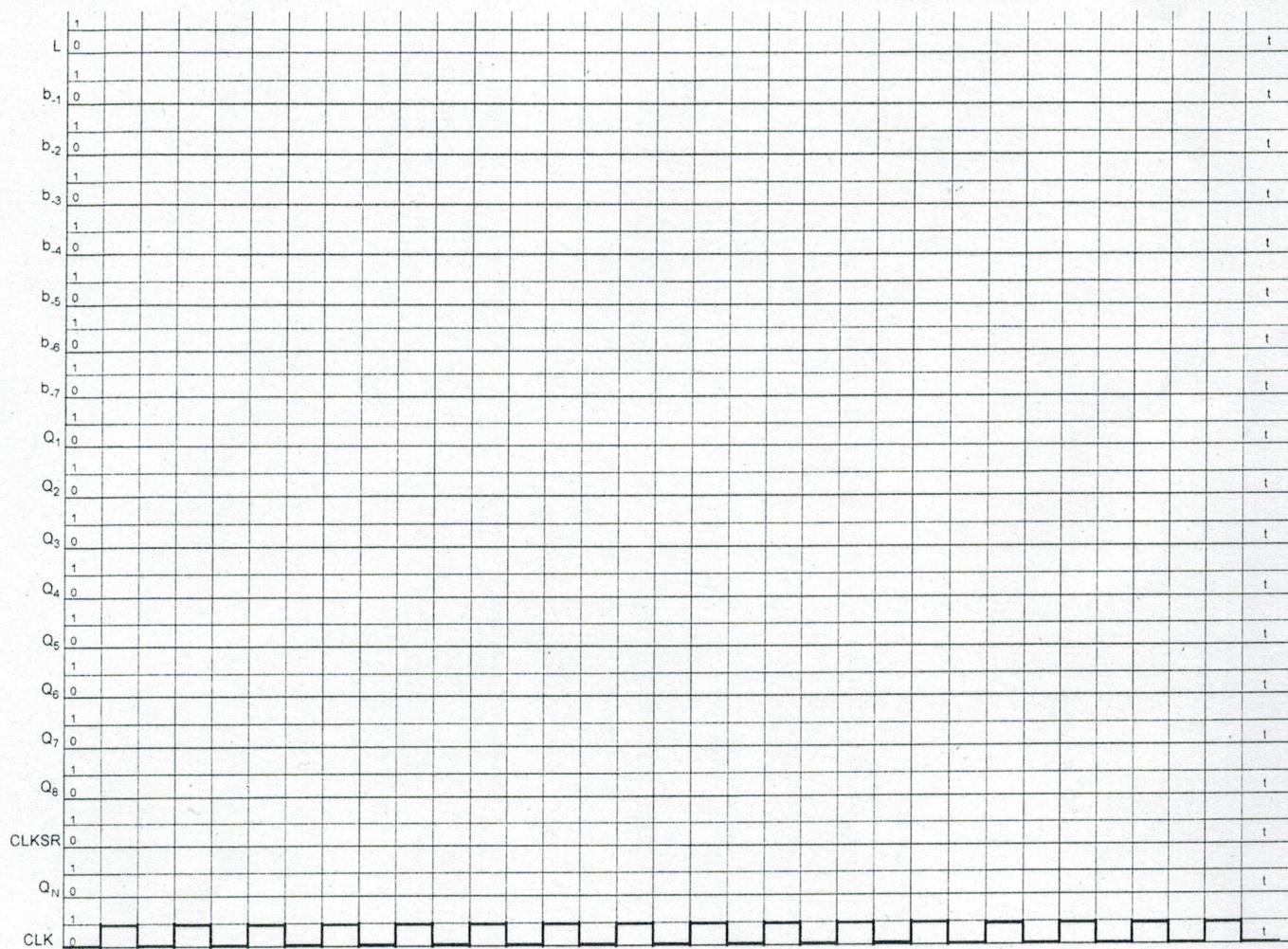
Otázka č. 8 (až 3 bodů)

Základem A-Č převodníku (Obr. 8a) je Č-A převodník realizovaný odporovou sítí R, 2R, 4R..., spínači S₁, S₂... a operačním zesilovačem se zpětnovazebním odporem R/2. Tento Č-A převodník generuje napětí u₀, které se v komparátoru porovnává s hledaným napětím u_x. Spínače S₁, S₂... jsou ovládány z registru čísla. Registr čísla je tvořen klopňovými obvody typu D a výstupní signály těchto klopňových obvodů jsou postupně označeny b₁, b₂..., b₇. Je-li úroveň logického signálu b_i=0, je odpovídající spínač S_i rozepnut, je-li b_i=1, je spínač S_i sepnut. Podobně b₂...S₂, atd. V klidovém stavu (t=0) jsou klopné obvody (reprezentované výstupy b₁, b₂..., b₇) vynulovány. Stejně tak jsou v klidovém stavu vynulovány pomocné klopné obvody Q₁, Q₂, ..., Q₇ (opět klopné obvody typu D).



Obr. 8a

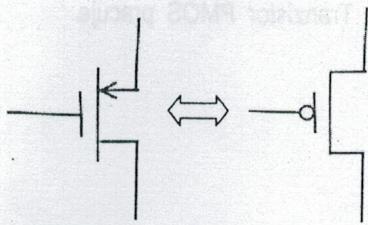
Pomocný klopný obvod s výstupem Q₈ je nastaven na úrovni Q₈=1. Výstup komparátoru L je v úrovni L=1, pokud $u_x+u_0<0$. Pokud je $u_x+u_0>0$, je výstup komparátoru v úrovni L=0. Převod neznámého napětí u_x probíhá postupným testem bitů b₁, b₂..., b₇. Pokud je $u_x+u_0<0$, odpovídající bit se potvrdí a pokračuje se následujícím testovacímitem. Předpokládejte, že máte k dispozici hodinový signál CLK, z kterého se odvozuje dílčí hodinové signály CLKSR, Q_N. Výsledek převodu zakreslete do připravených časových průběhů (Obr. 8b). Předpokládejte, že $u_x = -0,43$ V. Zapište rovněž v přímém kódu výsledek převodu.



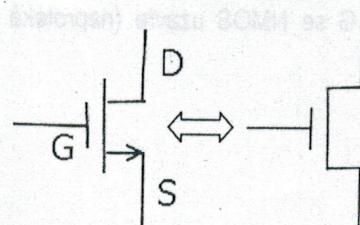
Obr. 8b

Otázka č. 9 (až 2 bodů)

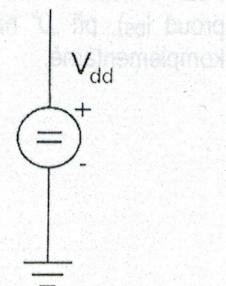
Jako symbolická značka pro unipolární tranzistory PMOS se používá symbol v Obr. 9a. Podobně pro unipolární tranzistory NMOS se používá symbol v Obr. 9b. Pro napájecí napětí V_{DD} se používá symbol v Obr. 9c.



Obr. 9a

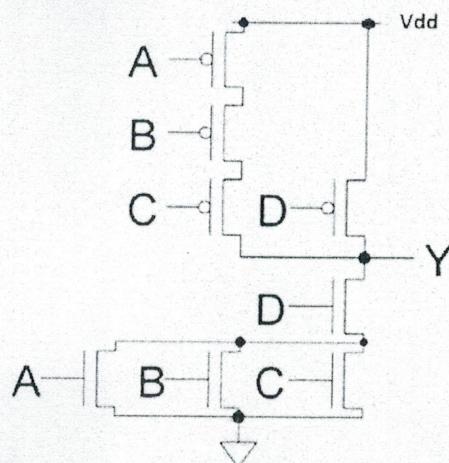


Obr. 9b



Obr. 9c

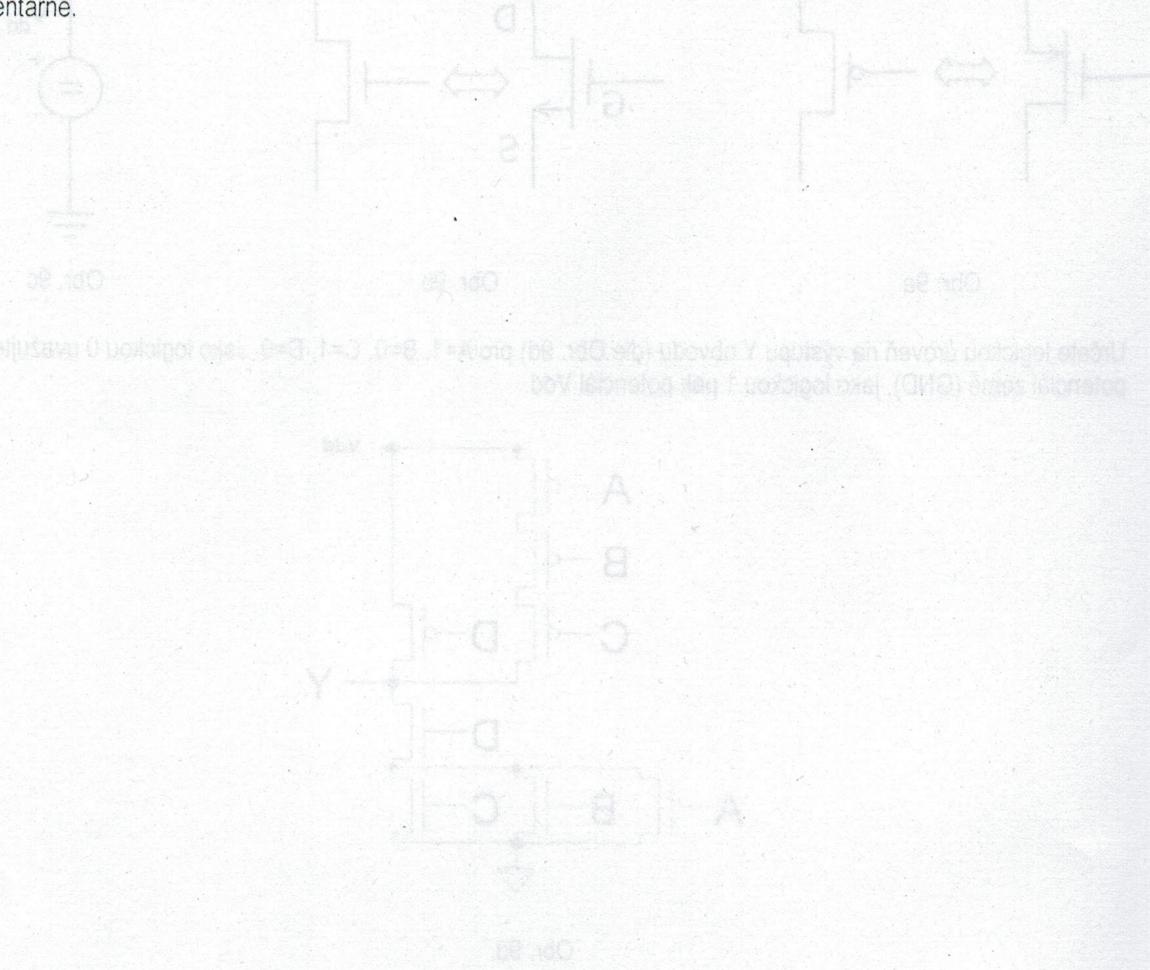
Určete logickou úroveň na výstupu Y obvodu (dle Obr. 9d) pro A=1, B=0, C=1, D=0. Jako logickou 0 uvažujte potenciál země (GND), jako logickou 1 pak potenciál V_{DD} .



Obr. 9d

Nakreslete v provedení CMOS obvody pro realizaci $Y_1 = \overline{A}$, $Y_2 = \overline{ABC}$, $Y_3 = \overline{A+B}$, $Y_4 = A+B$.

Pozn. Přiložením úrovně logická „1“ na řídící elektrodu G tranzistoru NMOS se NMOS tranzistor otevírá (protéká proud I_{DS}), při „0“ na řídící elektrodě G se NMOS uzavře (neprotéká proud I_{DS}). Tranzistor PMOS pracuje komplementárně.

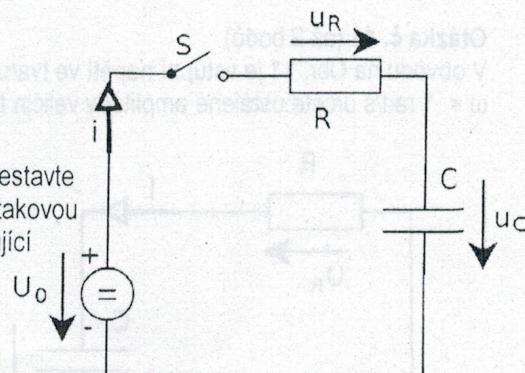


Otázka č. 10 (až 3 bodů)

V Obr. 10 je $u_C(0) = 0V$, $R = 2 \Omega$, $U_0 = 4V$.

V čase $t=0s$ sepně spínač 'S' a začne přechodný děj v obvodu. Sestavte diferenciální rovnici popisující chování obvodu z Obr. 10. Určete takovou hodnotu kapacity kondenzátoru C , aby pro přechodný děj vyjadřující nabíjení kondenzátoru platil vztah

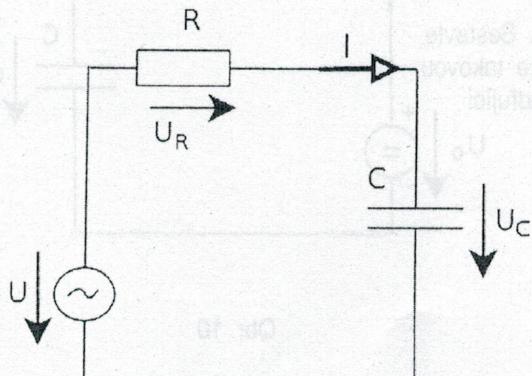
$$u_C(t) = 4(1-e^{-0.5t}).$$



Obr. 10

Otázka č. 11 (až 2 bodů)

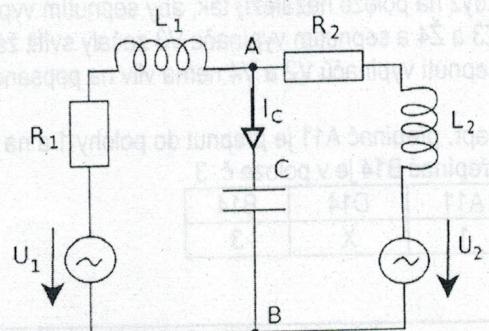
V obvodu na Obr. 11 je vstupní napětí ve tvaru $u(t) = U \sin(\omega t)$. Pro zadané hodnoty $R = 2 \Omega$, $C = 1 F$, $U = 10V$, $\omega = 1 \text{ rad/s}$ určete ustálené amplitudy veličin I , U_C , U_R .



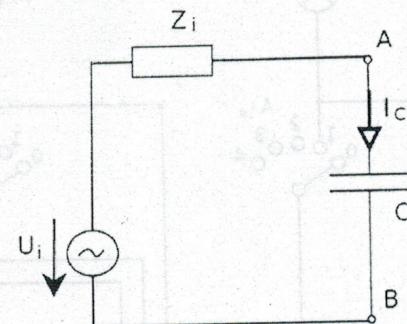
Obr. 11

Otázka č. 12 (až 2 bodů)

V Obr. 12a je $R_1 = R_2 = 4 \Omega$, $L_1 = L_2 = 1 \text{ H}$, $u_1 = 80\sin(\omega t) \text{ V}$, $u_2 = 12\sin(\omega t) \text{ V}$, $\omega = 1 \text{ rad/s}$. Náložadě Theveninova teorému určete (ve tvaru komplexního čísla) velikosti U_i a Z_i náhradního obvodu v Obr. 12b.



Obr. 12a

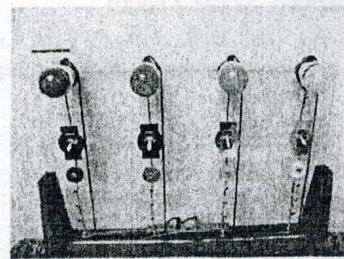


Obr. 12b

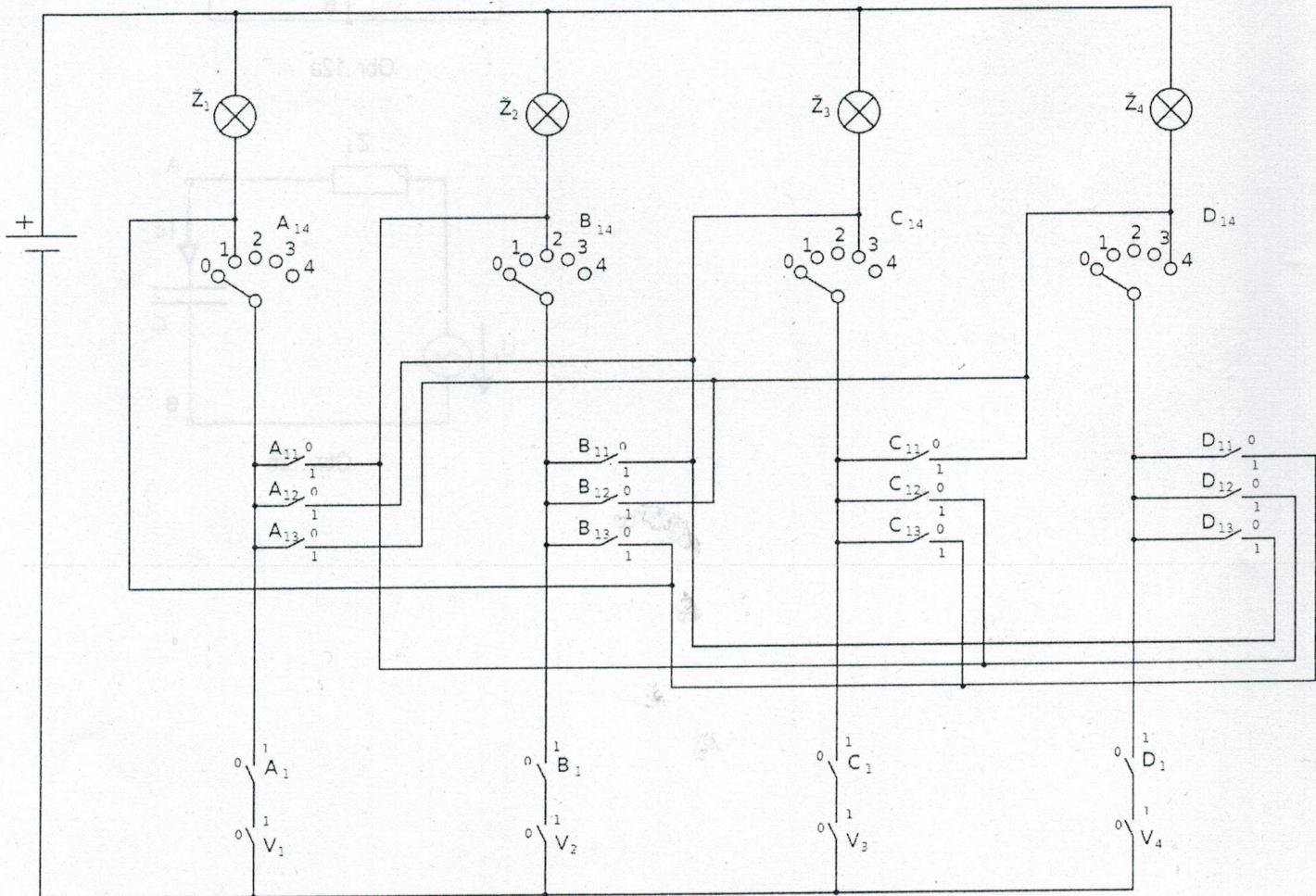
Otázka č. 13 (až 3 bodů)

Uveďte do přiložené tabulky číselnou hodnotu, do které se přepnou přepínače z obvodu na Obr. 13 (pomocí symbolů 0, 1, 2, 3, 4, případně symbolem „X“, když na poloze nezáleží) tak, aby sepnutím vypínače V1 začaly svítit žárovky Ž3 a Ž4 a sepnutím vypínače V3 začaly svítit žárovky Ž1 a Ž2. Samozřejmě sepnutí vypínačů V2 a V4 nemá vliv na popsanou požadovanou funkci obvodu.

např. přepínač A11 je přepnut do polohy 1 a na poloze přepínače D14 nezáleží, přepínač B14 je v poloze č. 3



A11	D14	B14
1	X	3



Obr. 13

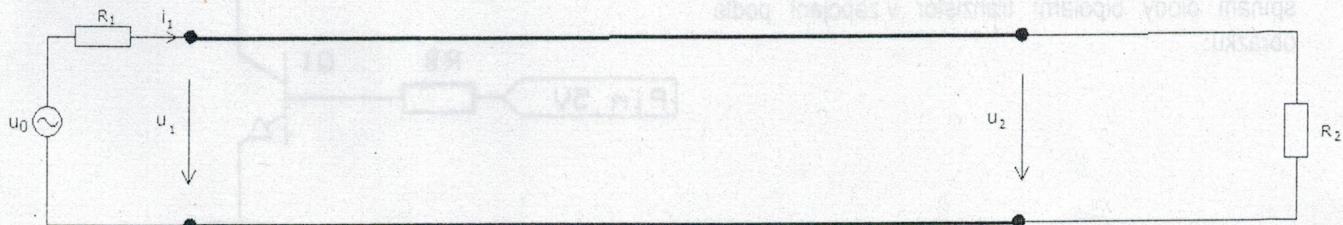
A1	A11	A12	A13	A14	B1	B11	B12	B13	B14

C1	C11	C12	C13	C14	D1	D11	D12	D13	D14

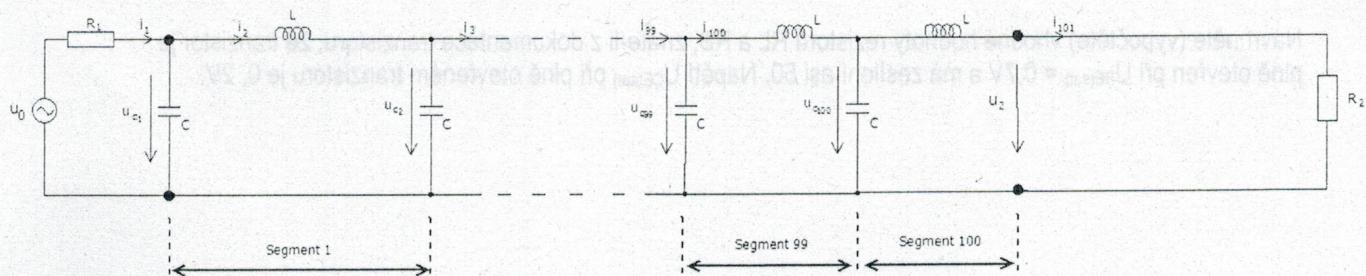
Oázka č. 14 (až 2 bodů)

Analyzuje se homogenní vedení (na Obr 14a) Náhradní model homogenního ideálního vedení pro vysoké kmitočty je zobrazen v Obr 14b. Popište tento obvod z Obr 14b soustavou diferenciálních rovnic pro napětí U_{c1} , U_{c2} , U_{c99} , U_{c100} a pro proudy I_1 , I_2 , I_{100} , I_{101} . Stanovte v návaznosti na charakteristikou impedanci vedení podmínek tzv. přizpůsobeného vedení, kdy na vedení nevzniknou odrazy (tj. stanovte hodnoty R_1 , R_2). Parametry obvodu jsou $L = 10^{-8} \text{ H}$, $C = 10^{-12} \text{ F}$, $u_0 = A \sin(\omega t) \text{ V}$, $\omega = 3 \cdot 10^9 \text{ rad/s}$, $A = 1 \text{ V}$.

Sto segmentů s rozloženými parametry ($L = 10^{-8} \text{ H/m}$, $C = 10^{-12} \text{ F/m}$) představuje vedení délky 100m.



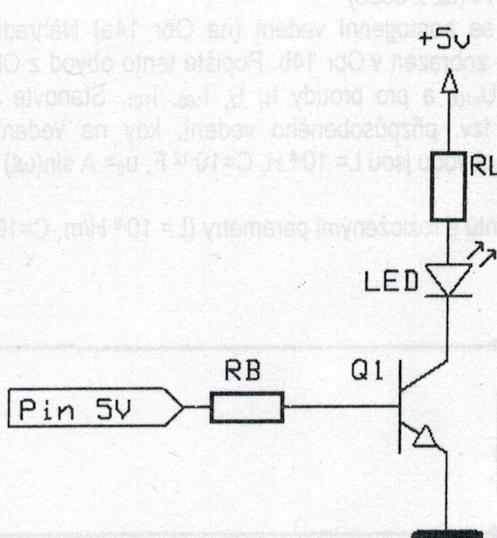
Obr. 14a



Obr. 14b

Otázka č. 15 (až 3 bodů)

Předpokládejte, že máte k dispozici LED diodu, která by měla mít pracovní bod 1,7V (napětí mezi anodou a katodou v propustném směru) a 20mA (proud otevřeným přechodem diody při 1,7V). Tuto diodu by měl rozsvěcovat mikrokontrolér pomocí logické 1 na výstupním pinu, což je 5V proti potenciálu země. Budeli na pinu logická 0 (potenciál země), LED dioda svítit nemá. Proud, který může téct přes pin mikrokontroléru je však omezen na 5mA. Musíte proto použít pro spínání diody bipolární tranzistor v zapojení podle obrázku:



Obr. 15

Navrhněte (vypočtěte) vhodné hodnoty rezistorů RL a RB, znáte-li z dokumentace tranzistoru, že tranzistor je plně otevřen při $U_{BE(sat)} = 0,7V$ a má zesílení asi 50. Napětí $U_{CE(sat)}$ při plně otevřeném tranzistoru je 0,2V.