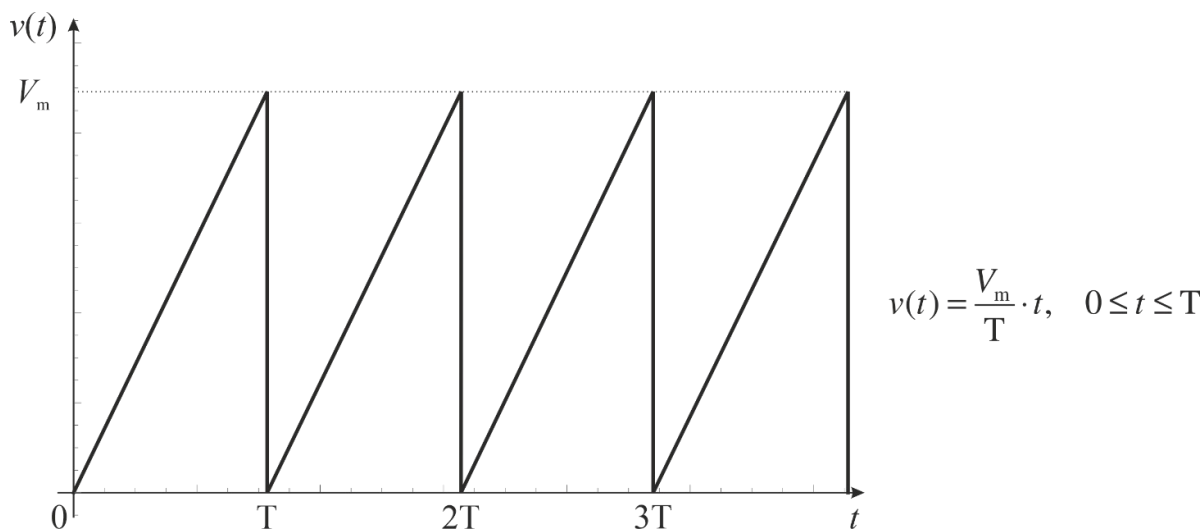


Ispit iz predmeta Uvod u elektroniku, junski ispitni rok, 20.06.2024.

- odgovori na pitanja i rešenja zadataka -

1. (15 poena) Primenom Furijeove transformacije, pronaći ortogonalnu komponentu B_k za periodični signal dat na slici 1.



Slika 1.

Odgovor:

$$B_k = \frac{2}{T} \int_0^T v(t) \sin k\omega t dt \quad \text{(2 poena)}$$

$$B_k = \frac{2}{T} \int_0^T \frac{V_m}{T} \cdot t \cdot \sin k\omega t \cdot dt = \frac{2V_m}{T^2} \int_0^T t \cdot \sin k\omega t \cdot dt =$$

$$= -\frac{2V_m}{T^2 \cdot k\omega} \int_0^T t \cdot d(\cos k\omega t) = -\frac{2V_m}{T^2 \cdot k\omega} \left(t \cos k\omega t \Big|_0^T - \int_0^T \cos k\omega t \cdot dt \right) =$$

$$= -\frac{2V_m}{T^2 \cdot k \frac{2\pi}{T}} \left(T \cos k \frac{2\pi}{T} T - \int_0^T \cos k\omega t \cdot dt \right) = -\frac{V_m}{k\pi T} \left(T \cos 2k\pi - \frac{1}{k\omega} \sin k\omega t \Big|_0^T \right) =$$

$$= -\frac{V_m}{k\pi T} \left(T - \frac{1}{k \frac{2\pi}{T}} \sin k\omega T \right) = -\frac{V_m}{k\pi T} \left(T - \frac{T}{2k\pi} \sin k \frac{2\pi}{T} T \right) =$$

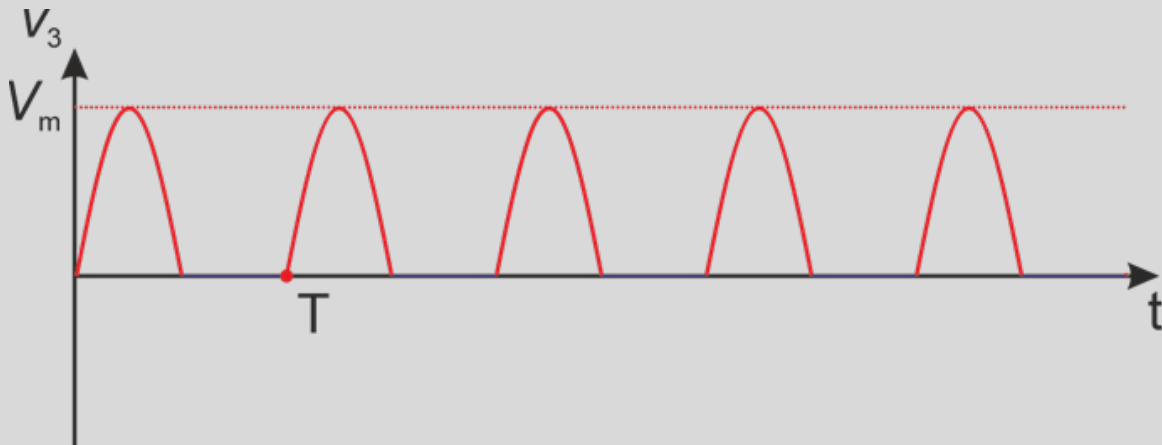
$$= -\frac{V_m}{k\pi T} \left(T - \frac{T}{2k\pi} \sin 2k\pi \right) = -\frac{V_m}{k\pi}$$

(13 poena)

(u četvrtom i petom koraku se koristi metod parcijalne integracije)

2. **(10 poena)** Odrediti srednju vrednost (jednosmernu komponentu) polutalasno usmerenog napona. Izračunati odnos transformacije primara i sekundara za mrežni napon amplitude $V_{EEM}=314V$ i potreban jednosmerni napon od 20V.

Odgovor:



$$V_0 = \frac{1}{T} \int_0^T V_3(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^{T/2} V_3(t) dt$$

$$V_0 = \frac{1}{T} \int_0^{T/2} V_m \sin \omega t \cdot dt = \frac{V_m}{T\omega} \cos \omega t \Big|_0^{T/2} = -\frac{V_m}{\cancel{\mathcal{X}} \cdot \frac{2\pi}{\cancel{\mathcal{X}}}} \cdot \cos \frac{2\pi t}{T} \Big|_0^{T/2} \quad (6 \text{ poena})$$

$$V_0 = -\frac{V_m}{2\pi} \left(\cos \frac{2\pi}{\cancel{\mathcal{X}}} \cdot \frac{\cancel{\mathcal{X}}}{2} - \cos \frac{2\pi}{T} \cdot 0 \right) = -\frac{V_m}{2\pi} (\cos \pi - \cos 0) = -\frac{V_m}{2\pi} (-1 - 1) = \frac{V_m}{\pi}$$

$$V_m = \frac{N_s}{N_p} \cdot V_{EEM}, \quad V_0 = \frac{1}{\pi} \frac{N_s}{N_p} \cdot V_{EEM}$$

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{1}{\pi} \frac{V_{EEM}}{V_0} = \frac{1}{3,14} \frac{314V}{20V} = 5 \quad (4 \text{ poena})$$

3. **(8 poena)** Objasniti šta su binarni (logički) digitalni signali. Navesti osobine binarnih (logičkih) digitalnih signala.

Odgovor:

Binarni signali su predstavljeni sa dva (naponska) nivoa: jedan u blizini referentne vrednosti (obično se naziva masa), a drugi ima vrednost blizu napona napajanja. Ovi nivoi odgovaraju dvema vrednostima - 0 i 1, ili „netačno“ i „tačno“. Binarni signal u bilo kom trenutku predstavlja jednu binarnu cifru - bit (Binary digit). Kod binarnog signala, simbol predstavlja jedan bit.

(4 poena)

Ukoliko šum nije veliki, neće uticati na digitalne signale, dok uvek u određenoj meri utiče na analogne signale. Od svih digitalnih signala, binarni signal prenosi najmanju količinu informacija (jedan bit) i šumovi imaju najmanji uticaj na njih.

(4 poena)

4. **(8 poena)** Režimi rada bipolarnog tranzistora – naponi između priključaka, polarizacija spojeva, nazivi režima i ponašanje.

Odgovor:

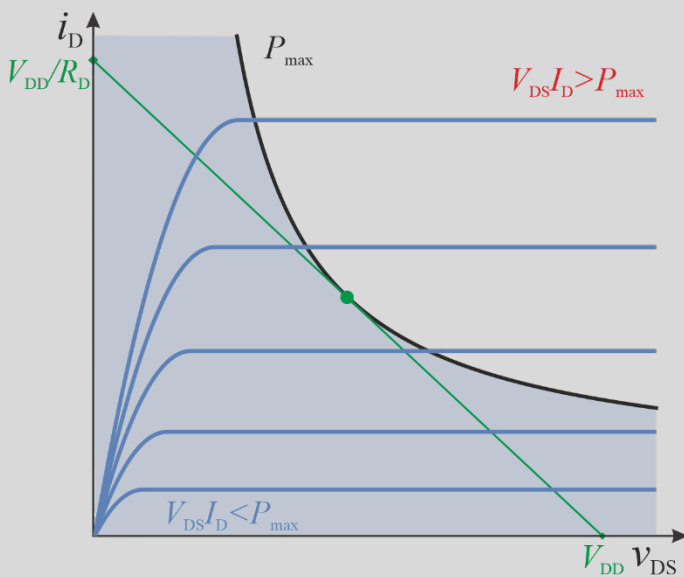
Naponi	Emitorski spoj	Kolektorski spoj	Režim rada	Ponašanje	
$V_{BE} > 0, V_{CB} > 0$	direktno	inverzno	aktivna oblast	Kontrolisani strujni izvor	(2 poena)
$V_{BE} > 0, V_{CB} < 0$	direktno	direktno	zasićenje	Zatvoreni prekidač	(2 poena)
$V_{BE} < 0, V_{CB} > 0$	inverzno	inverzno	zakočenje	Otvoreni prekidač	(2 poena)
$V_{BE} < 0, V_{CB} < 0$	inverzno	direktno	inverzna aktivna oblast		(2 poena)

5. **(10 poena)** Objasniti ograničenja prilikom određivanja radne prave pojačavača sa MOSFET-om koja se odnose na maksimalnu dozvoljenu snagu. Ilustrovati na izlaznoj karakteristici MOSFET-a.

Odgovor:

Ukupna snaga MOSFET-a jednaka je proizvodu struje kanala i naponu između drejna i sorsa:
 $P = V_{DS} \cdot I_D$. Maksimalna dozvoljena snaga koja se može razviti na MOSFET-u, P_{max} , na izlaznoj karakteristici je predstavljena hiperbolom snage. Radna prava se mora nalaziti u dozvoljenoj oblasti, i ne sme da seče hiperbolu maksimalne snage, kako ukupna snaga ne bi premašila maksimalnu dozvoljenu snagu $P < P_{max}$.

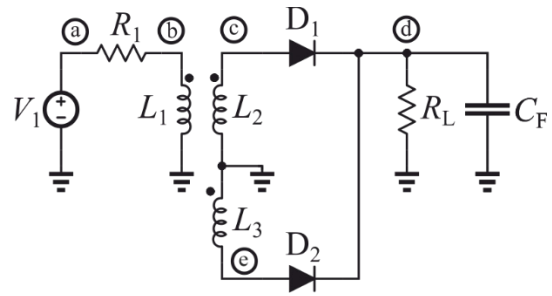
(5 poena)



(5 poena)

6. **(8 poena)** Za kolo sa slike 2 napisati SPICE netlistu sa komandom za pokretanje *Transient* analize. Simulacija kola treba da obuhvati deset perioda pobudnog signala. Naziv modela dioda je **1N3768** i definisan je u fajlu **1n_diode.mod**.

Elementi kola su: $R_1=0.1\Omega$, $R_L=1.2k\Omega$,
 $C_F=10\mu F$, $L_1=1mH$, $L_2=10\mu H$, $L_3=10\mu H$,
 $K_{12}=0.95$, $K_{13}=0.95$,
 $V_1=(230V)\sin(2\pi(50Hz)t)$.



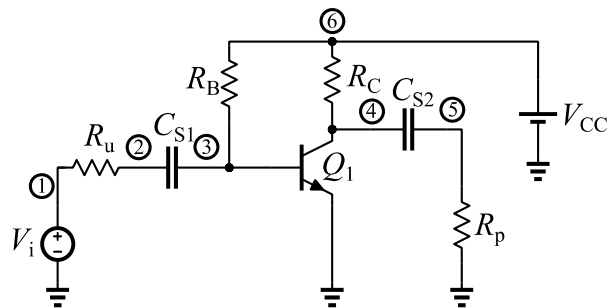
Slika 2

Odgovor:

*** Zadatak 6**

```
V1 a 0 sin(0 230 50) ;0.5 poena
R1 a b 0.1 ;0.5 poena
L1 b 0 1m ;0.5 poena
L2 c 0 10u ;0.5 poena
L3 0 e 10u ;0.5 poena
K12 L1 L2 .95 ;1 poen
K13 L1 L3 .95 ;1 poen
D1 c d 1N3768 ;0.5 poena
D2 e d 1N3768 ;0.5 poena
RL d 0 1.2k ;0.5 poena
CF d 0 10u ;0.5 poena
.lib 1n_diode.mod ;0.5 poena
.tran 200m ;1 poen
.end
```

7. **(10 poena)** Za kolo sa slike 3 napisati SPICE netlistu sa komandom za pokretanje *Alternate Current* analize. Analizirati kolo u opsegu od 1Hz do 100MHz. Opseg frekvencija zadati u logaritamskoj razmeri sa 2 tačke po oktavi. Naziv modela tranzistora je **BCW60A** i definisan je u fajlu **standard.bjt**. Elementi kola su: $R_u=0.15k\Omega$, $R_B=0.1M\Omega$, $R_C=0.5k\Omega$, $R_p=15k\Omega$, $C_{S1}=C_{S2}=1.2\mu F$, $V_{CC}=8V$, $V_i=0V$ DC (1V AC).



Slika 3.

Odgovor:

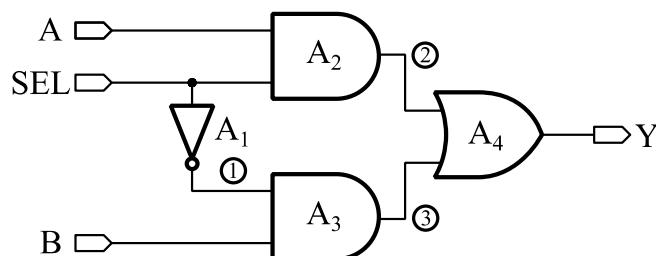
*** Zadatak 07**

```
Vi 1 0 AC 1 ;1 poen
Ru 1 2 0.15k ;0,5 poena
Cs1 2 3 1.2u ;0,5 poena
Rb 3 6 0.1M ;0,5 poena
Q1 4 3 0 BCW60A ;2 poena
Rc 4 6 0.5k ;0,5 poena
Cs2 4 5 1.2u ;0,5 poena
Rp 5 0 15k ;0,5 poena
Vcc 6 0 8 ;1 poen
.lib standard.bjt ;1 poen
.ac oct 2 1 100MEG ;2 poena
.end
```

8. **(15 poena)** Napisati SPICE netlistu za kolo multipleksera 2 u 1 prikazano na slici 4. Za opis gejtova koristiti specijalne funkcije u SPICE-u. Model inkapsulirati u podkolo pod nazivom **MUX2x1**. Usvojiti sledeći redosled navođenja portova: **A**, **B**, **SEL** i **Y**. Podkolo instancirati i pobuditi naponskim generatorima koji imaju sledeće parametre:

$V_{sel} = \{V_{init}=0, V_{on}=1.8, T_{delay}=0.5\mu, T_{rise}=1n, T_{fall}=1n, T_{on}=0.498n, T_{period}=1\mu\}$, $V_a = \{1.8VDC\}$, $V_b = \{0VDC\}$.

Instancirano podkolo analizirati u vremenskom domenu. Transient analiza treba da obuhvati dve periode selektorskog signala, **SEL**. Nivoi logičke nule i jedinice su $V_{SS}=0V$ i $V_{DD}=1.8V$, respektivno. Kolo opteretiti kapacitivnim opterećenjem od $C_L=1pF$.



Slika 4.

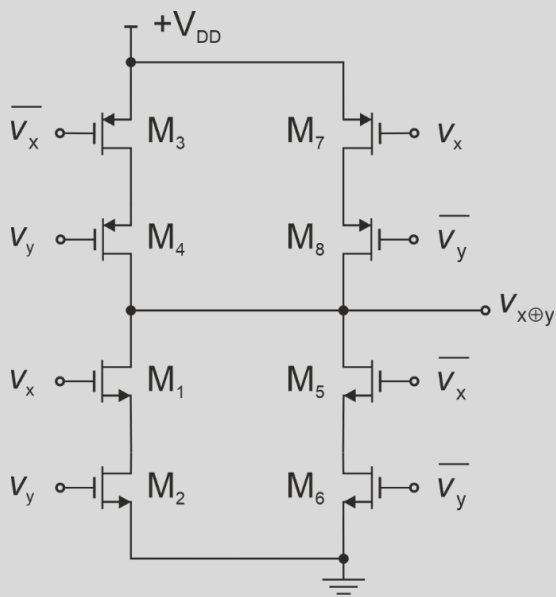
Odgovor:

* Zadatak 8

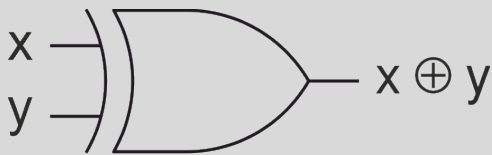
```
.subckt MUX2x1 a b sel y ;2 poena
A1 sel 0 0 0 0 1 0 0 BUF Vhigh=1.8 ;1.5 poen
A2 a sel 0 0 0 0 2 0 AND Vhigh=1.8 ;1.5 poen
A3 1 b 0 0 0 0 3 0 AND Vhigh=1.8 ;1.5 poen
A4 2 3 0 0 0 0 y 0 OR Vhigh=1.8 ;1.5 poen
.ends
Va a 0 1.8 ;0.5 poena
Vb b 0 1.8 ;0.5 poena
Vsel sel 0 pulse(0 1.8 0.5u 1n 1n 0.498n 1u) ;2 poena
Xmux a b sel y MUX2x1 ;2 poena
CL y 0 1p ;0.5 poena
.tran 2u ;1.5 poen
.end
```

9. (8 poena) XOR funkcija, realizacija u CMOS tehnologiji, logički simbol, tabela istinitosti i talasni oblici signala.

Odgovor:



Realizacija u CMOS tehnici (3 poena)



Simbol ćelije (1 poen)



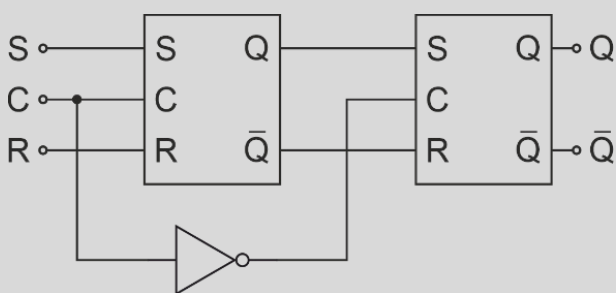
Talasni oblici signala (2 poena)

x	y	$x \oplus y$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabela istinitosti (2 poena)

10. (8 poena) SR MS flip-flop kolo – princip rada, realizacija, simbol, tabela istinitosti.

Odgovor:



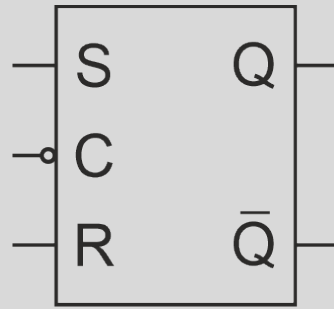
Realizacija RS leč kolima (3 poena)

S	R	C	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}
X	X	0	Q_n	\bar{Q}_n
0	0	Π	Q_n	\bar{Q}_n
0	1	Π	0	1
1	0	Π	1	0
1	1	Π	1	1

Tabela istinitosti (2 poena)

SR MS flip-flop se realizuje pomoću dva SR leč kola sa signalima dozvole koji su uvek komplementarni. Okida se impulsom takta na nivou logičke jedinice koji se dovodi na ulaz C. Impuls takta dozvoljava upis u prvo leč kolo (master). Međutim, pošto je promena stanja drugog leč kola (slave) onemogućena, promena stanja ne može se preneti na izlaz flip-flopa. Nakon

taktnog impulsa, stanje prvog kola se ne menja, a drugo postaje aktivno i preuzima stanje prvog kola (2 poena).



Simbol (1 poen)

Predmetni nastavnici,

prof. dr Dragan Mančić
prof. dr Marko Dimitrijević