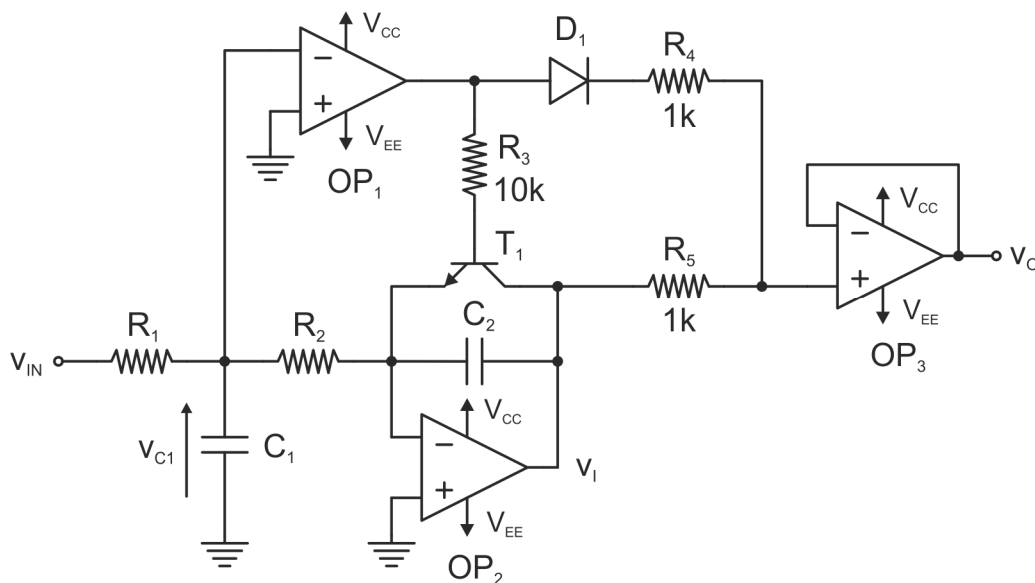
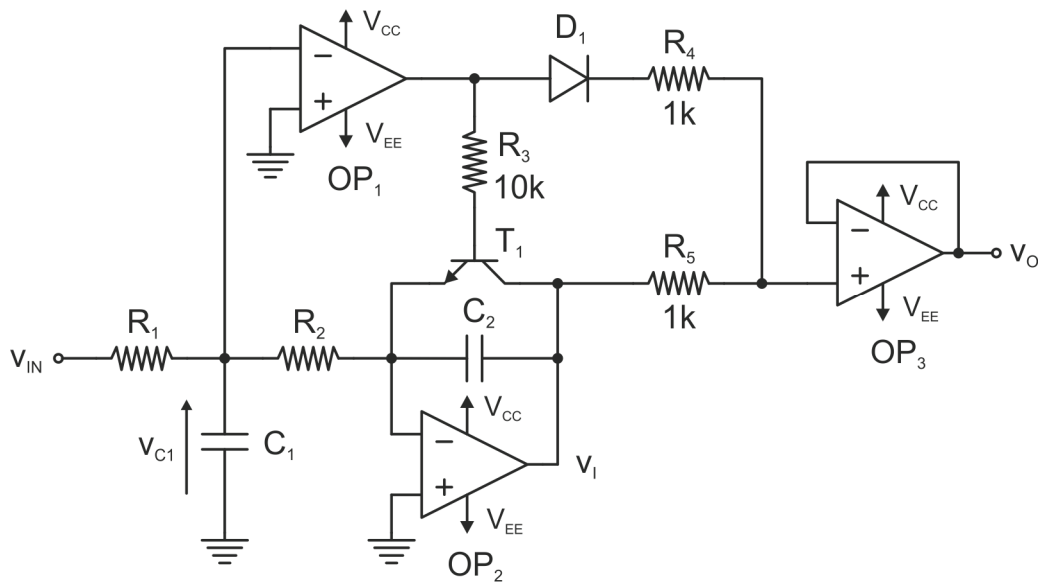


1. Димензионисати елементе генератора нелинеарне временске базе приказаног на Слици, тако да минимална вредност излазног напона у тренутку  $t = (\pi + \pi/6)/\omega$  буде  $V_{i\min} = -8 \text{ V}$ , при чему је  $v_{in}(t) = 10\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) \text{ [V]}$ .  $v_{in}$  је мрежни фазни напон, који се доводи преко трансформатора, а управљачко коло је намењено за трофазни пуноуправљиви мосни исправљач.  $V_{CC} = -V_{EE} = 10\text{V}$ .



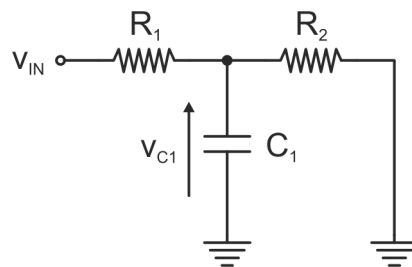
2. Описати методе за синхронизацију са мрежним напоном код мрежом вођених претварача.

## Решење задатка



Слика 1. Генератор нелинеарне временске базе.

Напон на инвертујућем улазу операционог појачавача  $OP_2$  једнак је нули, као и улазна струја операционог појачавача  $OP_1$ , па је еквивалентна шема улазног филтра приказана на Слици 2.



Слика 2. Улазни филтер.

Функција преноса овог кола је:

$$G(s) = \frac{V_{R2}}{V_{in}} = \frac{Z_e}{R_1 + Z_e} \quad (1.1)$$

где је:

$$Z_e = \frac{R_2 \cdot \frac{1}{sC_1}}{R_2 + \frac{1}{sC_1}} = \frac{1}{sC_1 + \frac{1}{R_2}} \quad (1.2)$$

па је онда:

$$G(s) = \frac{1}{R_1 C_1 \cdot s + \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)} \quad (1.3)$$

Фазни померај филтра је:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{R_1 C_1 \omega}{1 + \frac{R_1}{R_2}} = C_1 \cdot \frac{\omega}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = C_1 \omega \cdot (R_1 \parallel R_2) \quad (1.4)$$

Фазни померај за  $\omega = 2\pi \cdot 50 \text{ Hz}$  треба да буде  $\varphi = 30^\circ$  (да би се напон  $v_{C1}$  синхронизовао са линијским напонам, јер се угао паљења тиристора  $\alpha$  мери од тренутка проласка линијског напона кроз нулу).

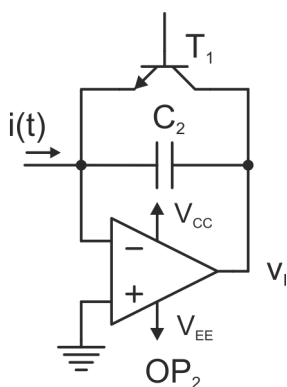
Усваја се:  $C_1 = 0,1 \mu\text{F}$  и  $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ , па је:  $R_1 = 23 \text{ k}\Omega$ . Слабљење филтра за  $f = 50 \text{ Hz}$  је:

$$|G(s)| = \left| \frac{R_2}{R_1 R_2 C_1 s + (R_1 + R_2)} \right| = \frac{R_2}{\sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (\omega C_1 R_1 R_2)^2}} \Big|_{\omega = 2\pi \cdot 50 \text{ Hz}} = 0,7 \quad (1.5)$$

Како је ефективна вредност улазног напона  $V_{i\text{н}} = 10 \text{ V}$ , ефективна вредност напона на отпорнику  $R_2$  биће:  $V_{R2} = V_{C1} = 7 \text{ V}$ .

Улазна струја интегратора са Сlike 3 (струја кроз отпорник  $R_2$ ) је:

$$i(t) = \frac{v_{C1}}{R_2} = \frac{\sqrt{2} \cdot 7 \text{ V}}{R_2} \cdot \sin(\omega t - 30^\circ) \quad (1.6)$$



Слика 3. Интегратор

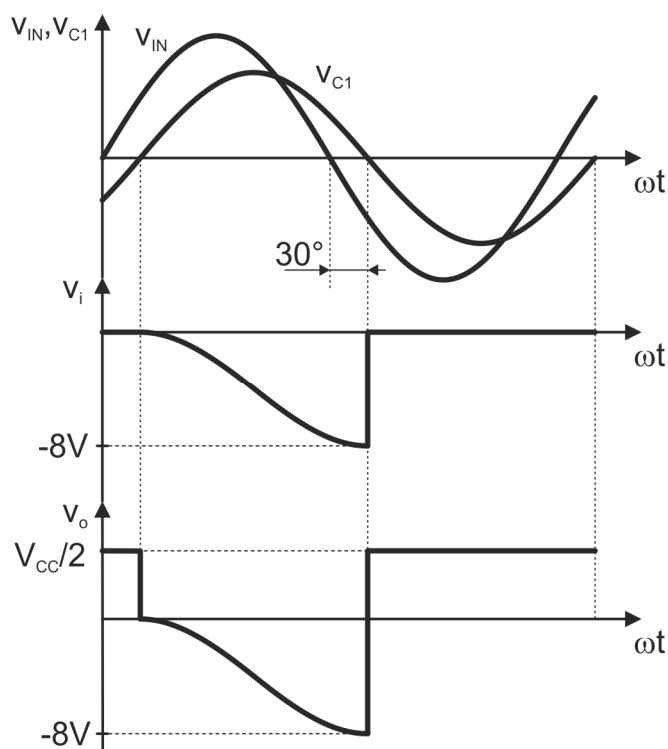
Транзистор  $T_1$  не проводи док год је напон  $v_{C1}$  позитиван, јер је напон на излазу из операционог појачавача  $OP_1$  који ради као компаратор:  $V_{EE}$ . За време позитивне полупериде напона  $v_{C1}$  излазни напон интегратора је:

$$v_i(t) = -\frac{1}{C_2} \int_{\frac{30^\circ}{\omega}}^t i(t) dt = \frac{\sqrt{2} \cdot 7V}{\omega R_2 C_2} [\cos(\omega t - 30^\circ) - 1], \quad v_i\left(\frac{30^\circ}{\omega}\right) = 0V \quad (1.7)$$

Почетни услов  $v_i(30^\circ/\omega) = 0V$  обезбеђује транзистор  $T_1$  преко кога се кондензатор  $C_2$  празни на почетку негативне полупериоде напона  $v_{C1}$  (тада транзистор  $T_1$  води, јер је за  $v_{C1} < 0V$  напон на излазу из компаратора једнак  $V_{CC}$ ). Да би минимална вредност излазног напона интегратора била  $V_{imin} = -8V$  у тренутку  $t = (\pi + \pi/6)/\omega$ , потребно је да буде:

$$C_2 = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot 7V}{2 \cdot \pi \cdot 50Hz \cdot 100k \cdot 8V} \approx 78.78nF \quad (1.8)$$

Отпорници  $R_3=10k\Omega$ ,  $R_4=1k\Omega$  и  $R_5=1k\Omega$  ограничавају струје кроз гране у којима се налазе. Операциони појачавач  $OP_3$  ради као јединични раздвојни појачавач, јер му је улазна импеданса веома велика, а излазна веома мала. Таласни облици напона  $v_{IN}$ ,  $v_{C1}$ ,  $v_I$  и  $v_O$ , у току једне периоде рада генератора нелинеарне временске базе, приказани су на Слици 4.



Слика 4. Таласни облици напона  $v_{IN}$ ,  $v_{C1}$ ,  $v_I$  и  $v_O$  у току једне периоде рада генератора нелинеарне временске базе.