

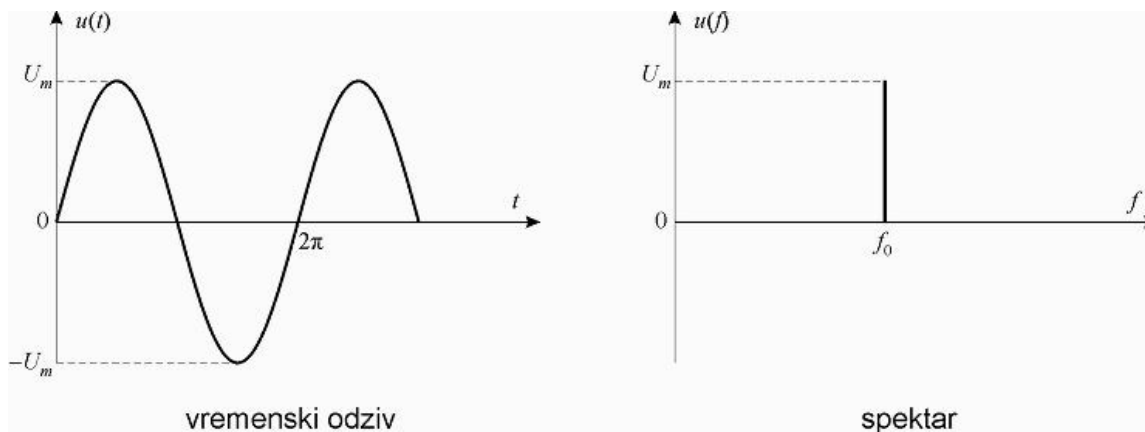
Tehnička škola Ruđera Boškovića	
Elektronička instrumentacija	
Ime i prezime	Obrazovni odjel
Ime i prezime partnera	Nadnevak
Opaska	Ocjena

Sinusni oscilatori

Sinusni signal

Za mjerenje, testiranje i rad elektroničkih sklopova i sustava → standardni signali određenih valnih oblika (sinusni, pravokutni, trokutasti ili pilasti)

Spektar sinusnog signala → sadrži samo jednu frekvenciju



$$u(t) = U_m \sin \omega_0 t$$

$$f_0 = \omega_0 / (2\pi)$$

Oscilatori

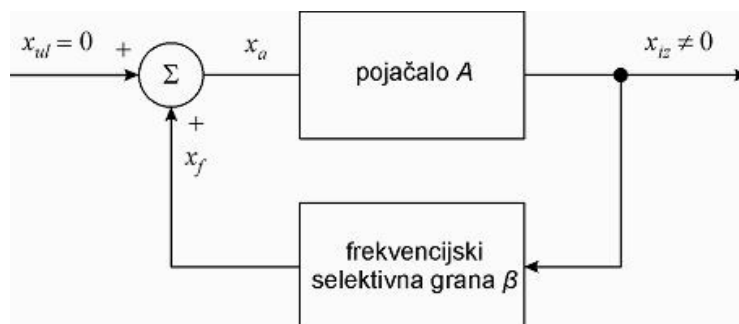
Oscilatori → sklopovi koji generiraju napone periodičkih valnih oblika

Dvije grupe

- **sinusni** ili **harmonijski oscilatori** → generiraju sinusne napone → koriste pozitivnu povratnu vezu
- **relaksacijski oscilatori** → generiraju periodičke napone ostalih valnih oblika → (astabili, komparatori)

Blok shema sinusnog oscilatora

Povratni signal x_f vraća se na ulaz pojačala s pozitivnim predznakom



Barkhausenov kriterij osciliranja

Na frekvenciji osciliranja ω_0 se bez prisutnosti ulaznog signala, uz $x_{ul}=0$, na izlazu oscilatora dobiva signal x_{iz} . Energiju izlaznog signala osigurava istosmjerni izvor napajanja.

$$\text{Barkhausenov kriterij osciliranja} \rightarrow T(j\omega_0) = \beta(j\omega_0) A(j\omega_0) = 1$$

- dva uvjeta osciliranja

1. $\varphi[T(j\omega_0)] = 0^\circ \rightarrow$ prolaskom kroz pojačalo i granu povratne veze signal se na ulaz pojačala mora vratiti s istom fazom
2. $|T(j\omega_0)| = 1 \rightarrow$ prolaskom kroz pojačalo i granu povratne veze signal se na ulaz pojačala mora vratiti s istom amplitudom

Barkhausenov kriterij osciliranja primjenjen na osnovne vrste RC oscilatora

1. Oscilator s Wienovim mostom (Sl 1.)

Pojačalo je u operacijsko pojačalo u neinvertirajućem spoju čije je pojačanje neovisno o frekvenciji

$$A(j\omega_0) = A_v = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Na frekvenciji osciliranja $\omega_0 \rightarrow T(j\omega_0) = \beta(j\omega_0) A_v = 1 \rightarrow \beta(j\omega_0)$ je pozitivan realan broj \rightarrow imaginarni član $\beta(j\omega_0)$ isčezava pa je stoga

$$\omega RC - \frac{1}{\omega RC} = 0 \rightarrow \omega_0 = \frac{1}{RC} \rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$\beta(j\omega_0) = 1/3$$

$$\text{Da bi } |T(j\omega_0)| = 1 \rightarrow A_v = \frac{1}{\beta(j\omega_0)} = 3 \rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 2$$

Zadatak

Odredi elemente oscilatora s Wienovim mostom da bi frekvencija osciliranja iznosila 440 Hz.

2. Oscilator s faznim pomakom (sl 2.)

Pojačalo je u operacijsko pojačalo u invertirajućem spoju čije je pojačanje neovisno o frekvenciji

$$A(j\omega_0) = A_v = -\frac{R_1}{R}, \text{ dakle pojačalo stvara fazni pomak od } -180^\circ.$$

Na frekvenciji osciliranja $\omega_0 \rightarrow T(j\omega_0) = \beta(j\omega_0) A_v = 0 \rightarrow \beta(j\omega_0)$ mora stvoriti fazni pomak od $+180^\circ$. Za to su neophodne 3 CR mreže jer svaka CR mreža može stvoriti fazni pomak od 0 do $+90^\circ$ tj. sve tri zajedno fazni pomak od 0 do $+270^\circ$.

Uvjet da na frekvenciji ω_0 grana pozitivne povratne veze β sastavljena od 3 RC mreže istih vremenskih konstanti ($\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = R \cdot C$) stvori fazni pomak $+180^\circ$ iznosi.

$$6 - \frac{1}{(\omega_0 RC)^2} = 0 \quad \rightarrow \quad \omega_0 = \frac{1}{RC\sqrt{6}} \quad \rightarrow \quad f_0 = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$$

$$\beta(j\omega_0) = \frac{1}{1 - \frac{5}{(\omega_0 RC)^2}} = -\frac{1}{29} \quad \rightarrow |A_v| \geq 29 \rightarrow R_1 \geq 29R$$

Zadatak

Odredi elemente oscilatora s faznim pomakom da bi frekvencija osciliranja iznosila 440 Hz.

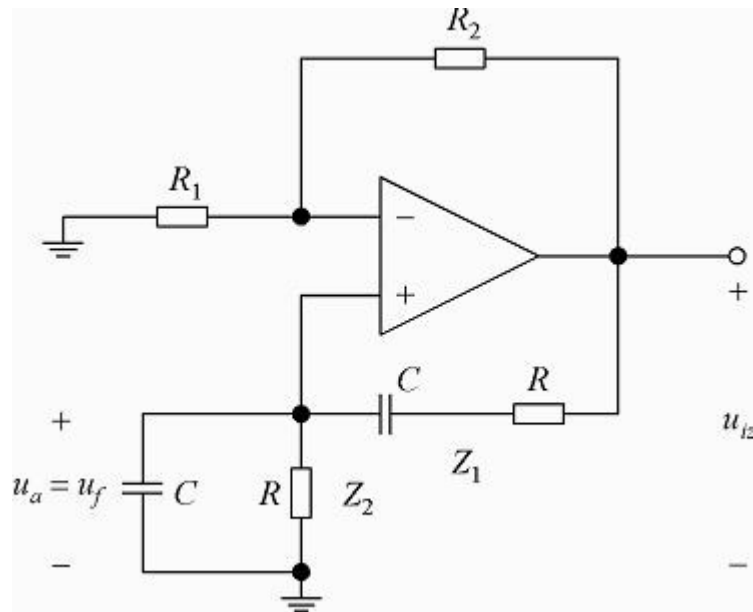
Rad u laboratoriju

1. Vježba

A. OPIS VJEŽBE

Koristi se shema RC oscilatora s Wienovim mostom prikazana na slici 1. Sklop se napaja iz dvaju izvora za napajanje $U_{CC} = 12\text{ V}$ i $V_{EE} = -12\text{ V}$, koje treba priključiti na univerzalnu radnu ploču (protoboard).

Mjerenje izlaznog napona oscilatora obavlja se pomoću osciloskopa.



Slika 1 Shema RC oscilatora s Wienovim mostom

B. POTREBAN PRIBOR, INSTRUMENTI I MATERIJAL

- katodni osciloskop
- izvori za napajanje $\pm 12\text{ V}$
- univerzalna radna ploča (protoboard)
- integrirani krug 741, LF351 ili TL071
- otpornici
 - $10\text{ k}\Omega$, (3 kom)
 - $22\text{ k}\Omega$, (2 kom)
 - $100\text{ k}\Omega$, (2 kom)
- kondenzatori
 - 10 nF , (2 kom)
 - 100 nF , (2 kom)
- otpornička dekada $1\text{ }\Omega \dots 99999999\text{ }\Omega$
- spojne žice

C. ZADATAK

1. Realizirati RC oscilator s Wienovim mostom prema slici 1..
2. Vrijednost kondenzator je $C = 10 \text{ nF}$, a otpornici su $R = 100 \text{ k}\Omega$. Uočiti pojačalo u okviru oscilatora, koje se sastoji od operacionog pojačala OP, otpornika R_1 i otporničke dekade R_2 . Pojaćanje ovog pojačala izmjeriti kao omjer amplituda izlaznog napona i napona na + priključku operacijskog pojačavaća OP_1 .

- a) Uočiti dva područja vrijednosti otpora otporničke dekade. U jednom području oscilator oscilira, dok u drugoj oscilator ne oscilira.
- b) Podesiti vrijednost otpora otporničke dekade tako da sigurno nastupe oscilacije. Zapisati vrijednost otpora otporničke dekade i izmjeriti pojaćanje pojačala pomoću oscilograma.

A = _____

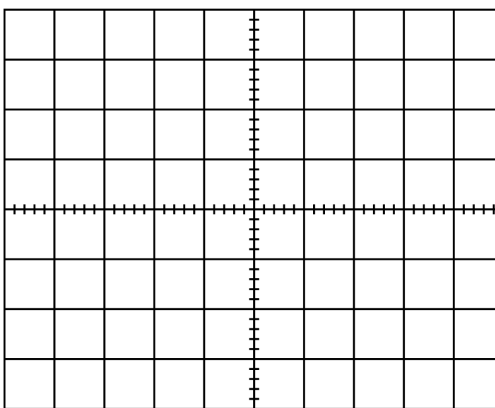
$R_2 =$ _____

VOLTS/DIV _____

TIME/DIV _____

f = _____

$f_0 =$ _____



- c) Podesiti vrijednosti otpora otporničke dekade u granični položaj između te dvije vrijednosti oblasti, tako da oscilator oscilira s najmanjim mogućim izoblićenjem. Zapisati vrijednost otpora otporničke dekade i izmjeriti pojaćanje pojačala pri tom.

A = _____

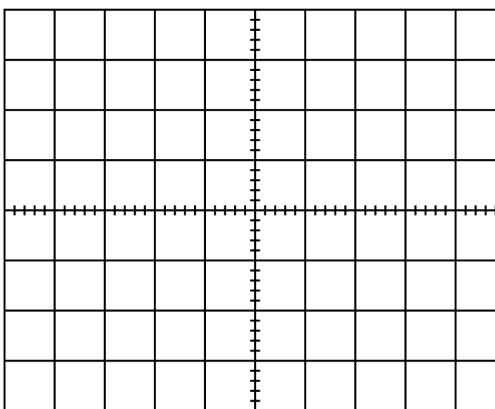
$R_2 =$ _____

VOLTS/DIV _____

TIME/DIV _____

f = _____

$f_0 =$ _____



- d) Nacrtati oscilogramе i izmjeriti frekvencije osciliranja i pojaćanja pojačala za slijedeće vrijednosti otpora R_2 : $10 \text{ k}\Omega$, $22 \text{ k}\Omega$ i $100 \text{ k}\Omega$. Otpor otporničke dekade R_2 mora uvijek biti na graničnoj vrijednosti između dva područja, tako da oscilator oscilira.

A = _____

R_2 = _____

VOLTS/DIV ____ ____

TIME/DIV ____

f = _____

f_0 = _____

A = _____

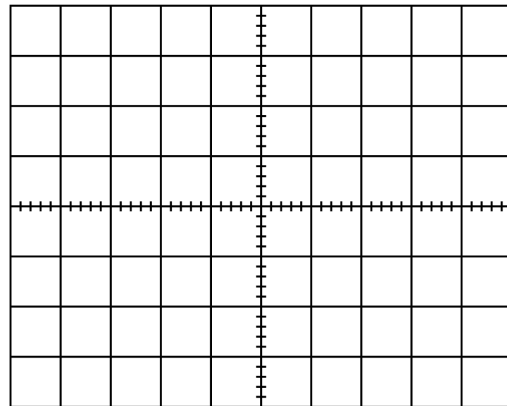
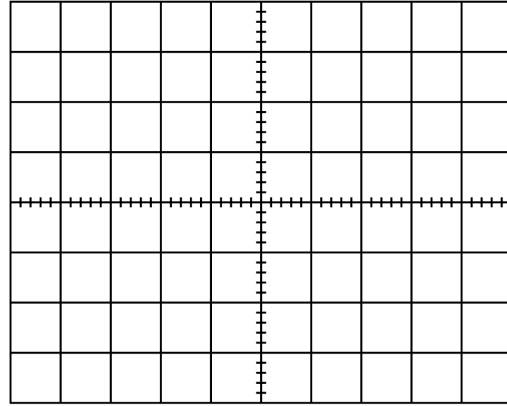
R_2 = _____

VOLTS/DIV ____ ____

TIME/DIV ____

f = _____

f_0 = _____



e) Zamijeni kondenzatore C od 10 nF kondenzatorima od 100 nF.

f) Nacrtati oscilogramе i izmjeriti frekvencije osciliranja i pojačanja pojačala za taj slučaj. Otpor otporničke dekadе R_2 mora uvijek biti na graničnoj vrijednosti između dva područja, tako da oscilator oscilira.

A = _____

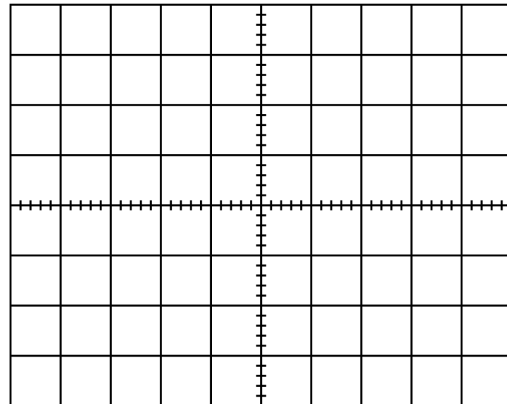
R_2 = _____

VOLTS/DIV ____ ____

TIME/DIV ____

f = _____

f_0 = _____



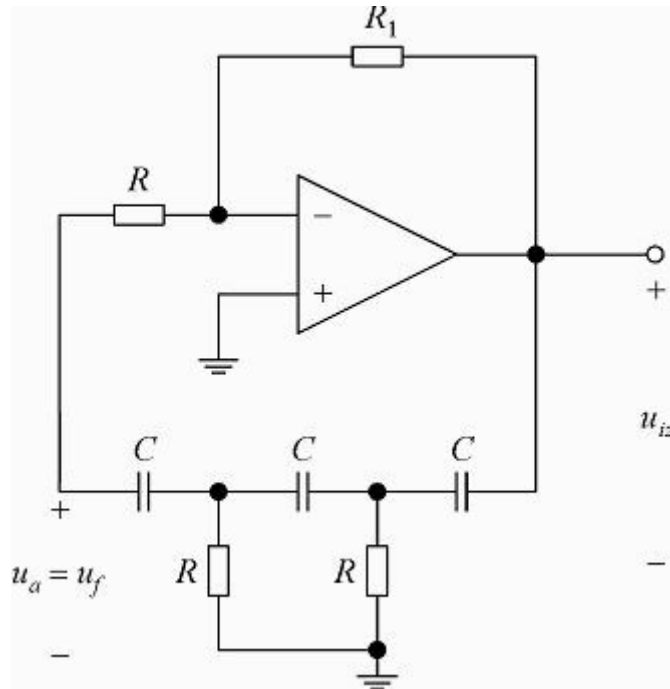
Je li se zbog promjene otpora R ili kondenzatora C morala mijenjati vrijednost otpora otporničke dekadе, da bio oscilator oscilirao? Objasniti.

D. REZULTATI MJERENJA

2. Vježba

E. OPIS VJEŽBE

Koristi se shema RC oscilatora s faznim pomakom prikazana na slici 1. Mjerenje izlaznog napona oscilatora obavlja se pomoću osciloskopa.



Slika 2. Shema RC oscilatora s faznim pomakom

F. POTREBAN PRIBOR, INSTRUMENTI I MATERIJAL

- katodni osciloskop
- izvori za napajanje 12 V
- univerzalna radna ploča (protoboard)
- integrirani krug 741, LF351 ili TL071
- otpornici
 - 10 k Ω , (3 kom)
 - 22 k Ω , (3 kom)
 - 100 k Ω (3 kom)
- kondenzatori
 - 10 nF, (3 kom),
 - 100 nF (3 kom)
- otpornička dekada 1 Ω ...9999999 Ω
- spojne žice

G. ZADATAK

3. Realizirati RC oscilator s s faznim pomakom prema slici 2..
4. Vrijednost kondenzator je $C = 10$ nF, a otpornici su $R = 100$ k Ω Uočiti pojačalo u okviru oscilatora, koje se sastoji od operacionog pojačala OP, otpornika R i otpornička dekada R_1 .

Pojačanje ovog pojačala izmjeriti kao omjer amplituda izlaznog napona i ulaznog napona priključku operacijskog pojačavača. .

- Podesiti otporničku dekadu na $R_1 = 29 R$ i postepeno povećavati otpor po $1 \text{ k}\Omega$ dok ne nastupe oscilacije ukoliko ih pri $R_1 = 29 R$ nema
- Uočiti dva područja vrijednosti otpora otporničke dekade. U jednom području oscilator oscilira, dok u drugoj oscilator ne oscilira.
- Podesiti vrijednost otpora otporničke dekade tako da sigurno nastupe oscilacije. Zapisati vrijednost otpora otporničke dekade i izmjeriti pojačanje pojačala.

A = _____

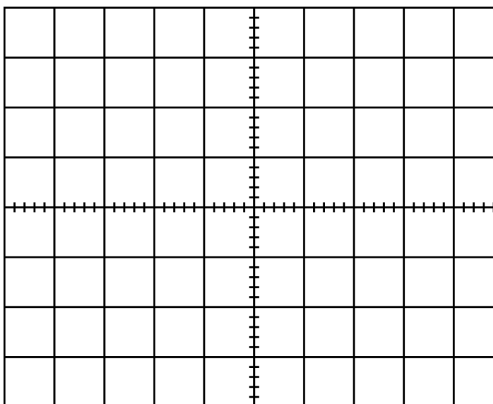
$R_1 =$ _____

VOLTS/DIV _____

TIME/DIV _____

f = _____

$f_0 =$ _____



- Podesiti vrijednosti otpora otporničke dekade u granični položaj između te dvije vrijednosti oblasti, tako da oscilator oscilira s najmanjom mogućom amplitudom. Zapisati vrijednost otpora otporničke dekade i izmjeriti pojačanje pojačala.

A = _____

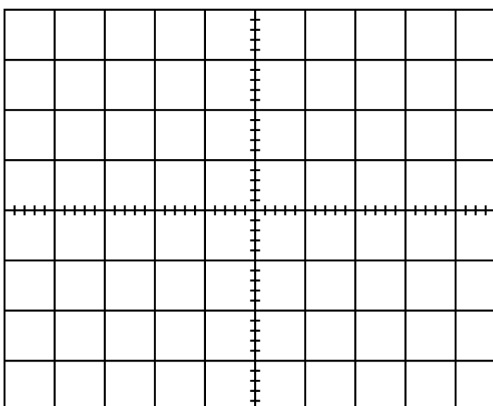
$R_1 =$ _____

VOLTS/DIV _____

TIME/DIV _____

f = _____

$f_0 =$ _____



- Izmjeriti i nacrtati ovisnost frekvencije osciliranja i pojačanja pojačala o vrijednosti otpornosti R , za slijedeće vrijednosti R : $100 \text{ k}\Omega$, $22 \text{ k}\Omega$ i $10 \text{ k}\Omega$. Otpor otporničke dekade R_1 mora uvijek biti na graničnoj vrijednosti između dva područja, tako da oscilator oscilira.

Je li se zbog promjene otpora R morala mijenjati vrijednost otpora otporničke dekade, da bio oscilator oscilirao? Objasniti.

- f) Zamijeni kondenzatore C od 10 nF kondenzatorima od 100 nF.
- g) Nacrtati oscilogramе i izmjeriti frekvencije osciliranja i pojačanja pojačala za taj slučaj. Otpor otporničke dekade R_1 mora uvijek biti na graničnoj vrijednosti između dva područja, tako da oscilator oscilira.

A = _____

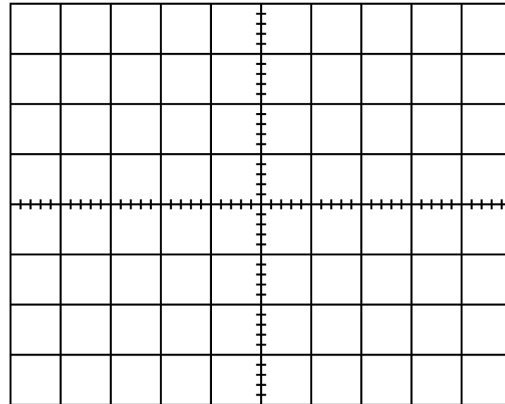
R_2 = _____

VOLTS/DIV _____

TIME/DIV _____

f = _____

f_0 = _____



A = _____

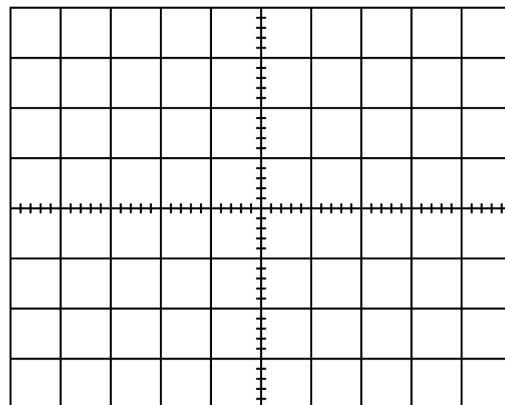
R_2 = _____

VOLTS/DIV _____

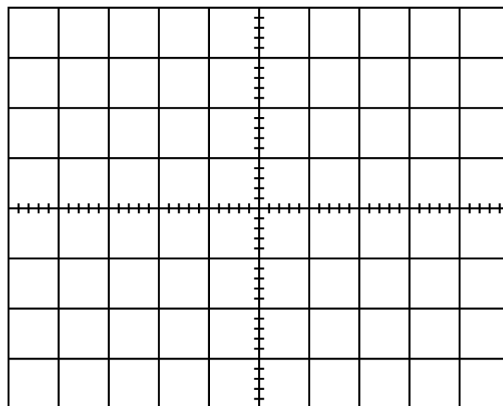
TIME/DIV _____

f = _____

f_0 = _____



- a) Za neku od mjerenih frekvencija skiciraj oscilogramе faznihe i amplitudnih odnose između pojedinih RC mreža u odnosu na izlazni napon.



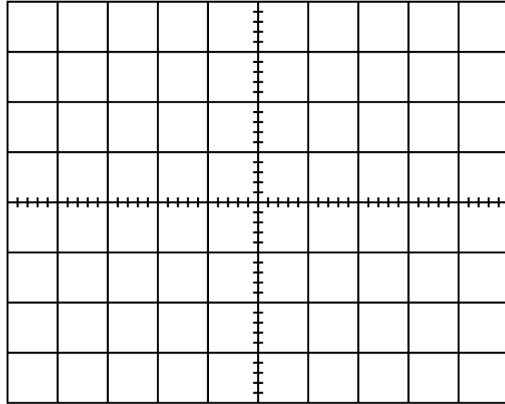
(2 oscilograma)

VOLTS/DIV _____

TIME/DIV _____

f = _____

f_0 = _____



VOLTS/DIV ____

TIME/DIV ____

$f_0 =$ _____

$f =$ _____

H. REZULTATI MJERENJA