

O'ZBEKSTAN RESPUBLIKASI INFORMACIYALIQ TEXNOLOGIYALARI HA'M
KOMMUNIKACIYANI RAWAJLANDIRIW MINISTRLOGI
MUXAMMED AL-XAREZMIY ATINDAG'I
TASHKENT INFORMACIYALIQ TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
NO'KIS FILIALI

“Telekommunikatsiya injiniringi” kafedrası

Kurs jumisi

Tema: Cifrlı' filtirlerdi izertlew

Student

Amangeldiyeva G

Qabillag'an

Babajanova T

No'kis – 2017

Tema: Cifrli' filtrlerdi izertlew

Joba:

Kirisiw.....	3
I-Bap	
Elektr filtrlerinin' xarakteristikasi'	
1.1 Cifrli' filtrler.....	4
1.2 Cifrli' filtrlerdi izertelw.....	6
II-Bap	
Diskret filtraciyani'n' tiykarg'i' algoritimleri.	
2.1 Diskret signallar ha'm shi'nji'rlar.....	10
2.2 SCF nin' implus tu'sinigi. I'qti'yarli' kiriw izbe-izligi ushi'n reaktsiyani' yesaplaw.....	12
III-Bap	
Cifrli' filtrlerdi laboratoriyali'q usi'lda u'yreniw	
3.1 R,L,C-shi'nji'ri'nda wo'tkinshi protsesslerdi izertlew.....	16
3.2 R,C shi'nji'ri'nda wo'tkinshi protsesslerdi izertlew.....	22
3.3 Laboratoriyali'q usi'lda na'tiyjeleri ha'm yesaplaw usi'li'nda analizlew.....	28
Juwmaqlaw.....	29
Paydalani'lg'an a'debiyatlar.....	30

I-Bap

Elektr filtrlarining xarakteristikasi

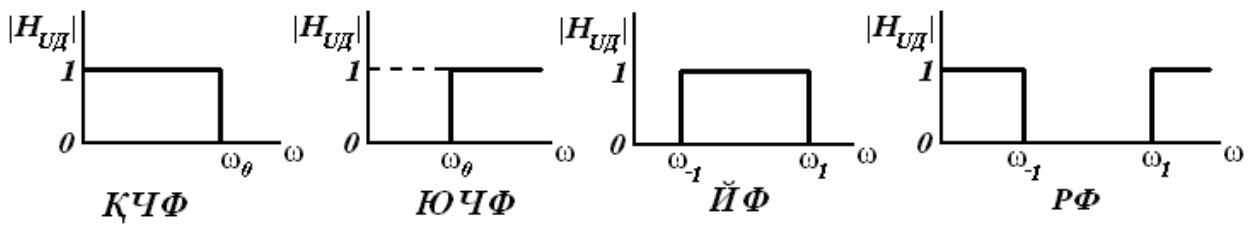
1.1 Cifrlı filtrlar

Keyingi ji'للarda shi'g'ari'li'p ati'rg'an a'debiyatlarda *elektr filtiri* dep signallardi'n' za'ru'r wo'zgerttiriwleri a'melge asi'ri'li'wi'n ta'miyinleytug'I'n jiylikli xarakteristikag'a iye bolg'an si'zi'qli' to'rtpolyusli'qlarg'a ayti'latug'I'n tu'sinikler ken' tarqalmaqta. Bul tu'sinik, tek g'ana filtrlar ushi'n, ba'lkim basqa tu'rdegi to'rtpolyuslikler ushi'nda tiyisli. Soni'n' ushi'n elektr filtrlar beriletug'I'n tu'sinik ani'qraq qoyi'w za'ru'rli'gi tu'siniledi. Elektr filtiri (qi'sqali'q ushi'n "*filtr*") jiyligiinin' belgili arali'g'I'nda jaylasqan terbelislerdi ajrati'p aladi'. Soni'n' ushi'n, **elektr filtiri** dep, *shi'nji'r kiritilgen keltirilgen quramali' terbeliwshi elektr signali' qurami'nan, berilgen jiylikler arali'g'I'nda jiylikli payda yetiwshilerdi ajrati'p ali'w ha'm basqa berilgen jiylikler arali'g'I'nda jiylikli payda yetiwshilerdi so'ndiriw ushi'n xi'zmet qi'li'wshi' si'zi'qli' to'rtpolyuslikke ayti'ladi'*. Filtirdin' usi' jiylik arali'qlari' sa'ykes tu'rde wo'tkiziw joli' ha'm tu'siw joli'dep ataladi'.

Wo'tkiziw ha'm tu'siw jollari'ni'n' wo'z-ara jaylasqanli'g'I' boyi'nsha filtrlar to'mendegi tu'rlerge bo'linedi: *quyi jiylikli filtri'rlari* – jiylikti uzati'w joli' 0 den baslap, bir f_k - qi'rqi'w jiyligine shekemgi arali'qta jaylasqan; *yojoqari' jiylikli filtrlari* – jiylikti uzati'w joli' f_k dan ∞ g'a shekem jaylasqan; *yolak filtrlari* -jiylikti uzati'w joli' f_{k1} den f_{k2} g'a shekem ha'm rejektorlari' (tosi'wshi') *filtrlar* - jiylikti uzati'w joli' f_{k1} den f_{k2} g'a shekem.

Filtrlar du'zilisi qurami'nda ku'sheyttirgish elementleri barli'g'I' menen wolar yeki toparg'a bo'linedi: *passiv filtrlar* – resistor,kondensator ha'm induktivlikten ibarat boli'p, ku'sheyttirgishi joq; *aktiv filtrlar* – bunday sxema qurami'nda ku'sheyttirgish ha'm passiv filtr bar. Wo'z na'wbetinde passiv filtrlar qurami'nda elementler tu'rine qarap to'mendegilerga ajrati'ladi': *reaktiv LC-filtrlar, inertsialiy* (yaki RC-) filtrlar, *npezoelektrik* (yaki kvartslı) filtrlar.

1.1-su'wrette joqari'da keltirilgen ideal filtrlar tu'rlerinin' amplitude-jiylikli xarakteristikalari' ko'rsetilgen. Filtrlardi' sintezlewde wolardi'n' tiykarg'I' talaplari' qandi'ri'li'wi' berilgen AJX ni'n' formasi'na baylani'sli'. Tap usi' AJX ni' elektr shi'nji'rlari'ni'n' jiylikli xarakteristikalari'n an'lati'wshi' funktsiyalar menen approksimaciyalaw (AJX larg'a jaqi'n bolg'an matematikali'q an'latpalar menen almasti'ri'w) za'ru'r boladi'.

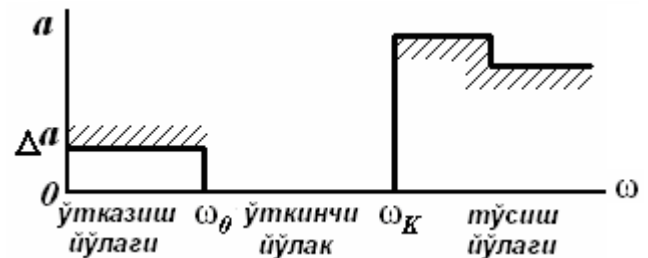


1.1-su'wret

Filtrlardi'n' wo'tkiziw joli' ha'm tosi'w joli' arasi'nda *wo'tkinshi jol* bar boli'p, bol joldda ku'shsizleniwge talap qoyi'lmaydi'. Filtrlar za'ru'r bolg'an jiylik joli'nda signali'n ajratadi'. Mi'sali', ha'r bir radio stansiya wo'zinin' jiylik joli'nda isleydi ha'm stansiyalar ha'reketi na'tijesinde antennalarda signallar ji'yi'ndi'si' bar boladi'. Radio qabi'l yetiwshi apparatlari' bolsa filtr ja'rdeminde yesitiwshi qa'legen jiylik bo'legindegi terbelislerdi ajrati'p aladi'. Basqa stansiyalar tolqi'nlari' qabi'l yetiw imkani' boli'wi' ushi'n filtrdi' rastlaw za'ru'r boladi', demek bunda wo'tkiziw joli' ha'm tu'siw joli' ji'lji'ti'ladi'.

Filtr telefon baylani'si'nin' ko'p kanalli' analog sistemadag'I' telefon kanallari'nda da qollani'ladi' ha'm shawqi'mlardi' kemeyttiriwde isletiledi.

Filtr AJX g'a qoyi'latug'I'n talaplar, ku'shsizleniwini' jiylikke baylani'sli'g'ina qoyi'latug'I'n talap, si'pati'nda formalanadi'. Ku'shsizleniwidin' jiyligi-
1.2-su'wret



Ke baylani'sli'g'I' sonday, bunda wo'tkiziw joli' ishindegini' minimal ku'shsizleniw nolge ten' bolsi'n. Bul jag'dayda wo'tkizgish joli'ndag'I' filtirleniwdin' ku'shsizleniwi belgili bir berilgen *filtr ku'shsizleniwi xarakteristikasi'ni'n tegis yemesligi dep* atalg'an Δa ma'nisinen artppasli'g'I', filtrdin' tu'siw joli'nda bolsa filtrdi'n' texnik talaplari'nda keltirilgen ma'nisinen kishi bolmawi' sha'rt. Mi'sali' si'pati'nda 1.2-su'wrette quyi' jiylikli filtri' ku'shsizleniwi xarakteristikasi'na qoyi'latu'g'I'n talaplar grafik formada keltirilgen. Usi' su'wrette wo'tkinshi jol tu'sinigi su'wretlengen. Wo'tkinshi jolda filtr ku'shsizleniwi ortasha mug'darda yemesligi ha'm woni'n ma'nisi filtr wo'tiw joli'ndag'I' minimal ma'nisten tu'siw joli'ndag'I' talap yetiletug'I'n ko'lemge shekem artadi'.

Filtrlardi'n' sintezinde berilgen wortasha qarsi'li'q R_0 ha'm jiylik ω_0 ja'rdeminde qarsi'li'qlar ha'm jiylikti normada ken' qollani'lladi', yag'ni'y:

$$\mathcal{E}(p) = Z(p) / R_0; \mathcal{P} = p / \omega_0; \mathcal{Q} = \omega / \omega_0; \mathcal{E}(\mathcal{P}) = Z(\mathcal{P}) / R_0 \quad (1.1)$$

Wortasha qarsi'li'q si'pati'nda, filtr ju'klemelerinin' birinin' qarsi'li'g'I' wortasha jiylik si'pati'nda QJF di'n' uzati'w joli' shegarali'q jiylik yaki IF ti'n' shegarali'q jiylikleri geomeriyali'q wortasha ma'nisi. Filtrdi'n' kompleks uzati'w funktsiyasi' da modulinin' maksimal ma'niske qarag'anda normalasti'ri'aldi.

. U'zliksiz wo'zgeriwshi funktsiyalar-kernew $u(+)$, tok $i(+)$ ha'm basqa ko'lemelerin' u'zliksiz wo'zgeriwshi waqti' t g'a bolg'an baylani'sli'qlari' – u'zliksiz haqi'yqi'y wo'zgeriwshi t ni'n' funktsiyalari', Fure spektorlari' ha'm Laplasti'n' wo'zgartiriwleri si'pati'nda an'lati'lg'an edi. *RLC* – elementlerinen, basqari'wshi' kernew ha'm tok dereklerinen payda bolg'an elektr shi'nji'rlari' **analog sistemalari'** dep ataladi. Wolardi'n' matematikali'q modellari differentsiyal ten'lemeler, kompleks jiylikli ko'rinishleri, uzati'w funktsiyalarinan ibarat.

Signallardi' qayta islew maqsetinde analog shi'nji'rlari' worni'nda cifrli' texnikali'q qurallardan paydalani'w, u'zliksiz analog signallari'n diskret signallar menen almasti'ri'wdi' bayan yetedi. Signal cifrlar izbe-izligi si'pati'nda berilgen bolsa, ol EXM programmasi' yaki ayri'qsha processorlar ja'rdeminde qayta isleniwi mu'mkin.

Bizge belgili, Kotelnikov teoremasi'na muwapi'q jiylikota ω_m penen sheklengen spektrdag'I' signallar, wo'zlerinin' $\Delta t \leq \pi / \omega_m$ waqi't arali'g'I'nda ali'ng'an diskret ma'nisleri izbe-izligi ja'rdeminde ko'rsetiliwi mu'mkin. U'zliksiz $x(t)$ signal ushi'n Δt arali'qti' ko'rsetpesten $x(n\Delta t) = x(n)$ dep belgileymiz. Wonda $\{x(n)\}_{n=0}^{\infty}$ toplan **izbe-izlik dep**, yag'ni'y natural argument $n \in \{0, 1, 2, \dots\}$ nin' funktsiyasi' dep ataladi'.

Yeger kiriw izbe-izliginin' $\{x(n)\}_{n=0}^{\infty}$ dep, shi'g'I'w izbe-izligin bolsa $\{y(n)\}_{n=0}^{\infty}$ dep belgilense, wol halda diskret shi'nji'r dep kiriw $\{\lfloor x(n) \rfloor\}_{n=0}^{\infty}$ izbe-izlik toplami'n shi'g'i'w $\{\lfloor y(n) \rfloor\}_{n=0}^{\infty}$ izbe-izlik toplami'na aylanti'ri'wshi' obektke ayti'ladi'.

Yeger i'qti'yarli' kiriw izbe-izligi $\{x(n)\}_{n=0}^{\infty}$ g'a shi'g'i'w $\{\lfloor y(n) \rfloor\}_{n=0}^{\infty}$ izbe-izligin ani'qlaw mu'mkin bolsa, shi'nji'r berilgen dep yesaplanadi'. Ayri'm hallarda n argumenti waqi't diskreti depte ataladi'. Bar bolg'an ha'r qi'yli' diskret shi'nji'rlar arasi'nda ko'birek qiziqti'ri'w woyanti'ratug'I'n shi'nji'rlar – bul u'sh tiykarg'I' elementlerden ibarat bolg'an to'mendegi u'sh kompoitsiyalar boli'p:

1) Ja'mlegishler izbe-izligi (1.1, *a*-su'wret)

$$x_3(n) = x_1(n) + x_2(n) \quad \forall n \in \{0, 1, 2, \dots\};$$

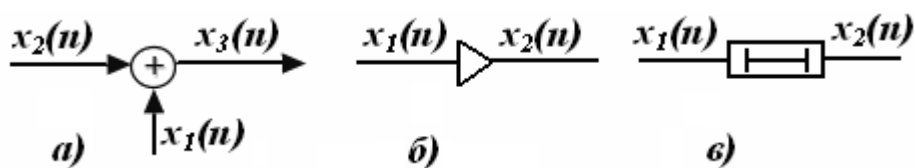
2) wo'zgermes koefficientke ko'beyttiriw (1.1, *b*-su'wret)

$$x_2(n) = ax_1(n) \quad \forall n \in \{0, 1, 2, \dots\};$$

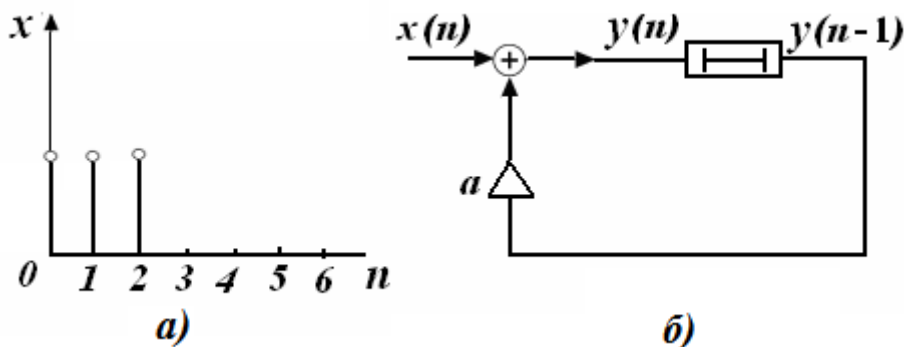
3) keshiktirgish elementi (1.1, *v*-su'wret)

$$x_2(n) = x_1(n-1),$$

bunda $x_2(0) = x_{20}$ - berilgen baslang'i'sh sha'rt.



15.15-pacm



1.3-su'wret

Bunday elementlerden payda bolg'an shi'nji'rlar *si'zi'qli' diskret shi'nji'rlar yoki si'zi'qli' cifrli' filtrlar (SCF) dep ataladi'*

Diskret signal to'mendegi

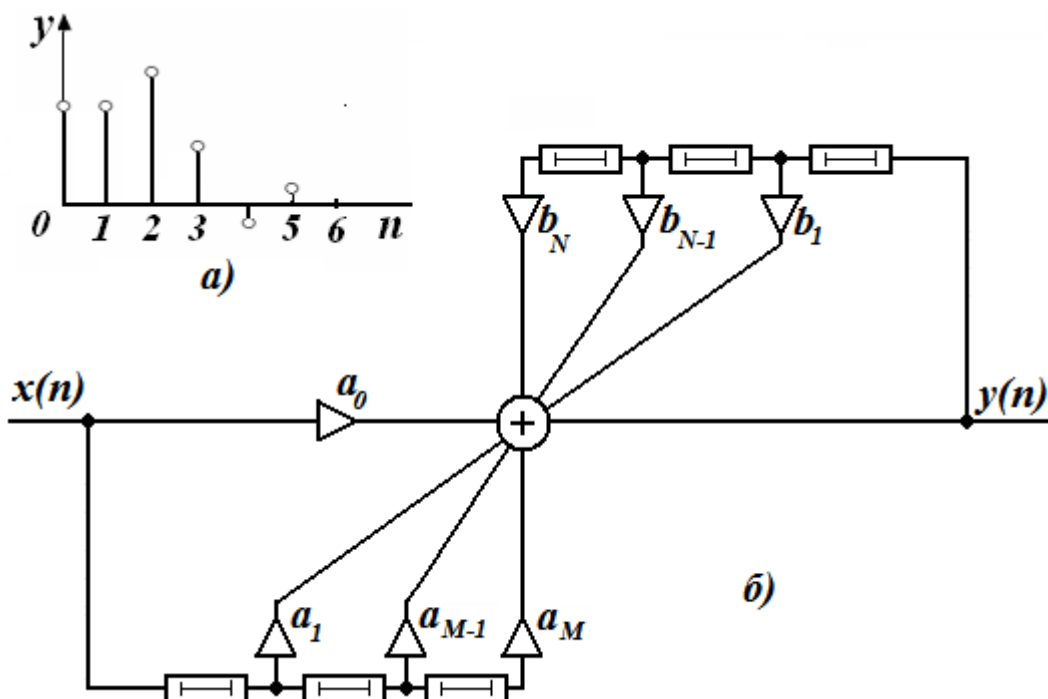
$$x(n) = \begin{cases} 1, & 0 \leq n \leq 2, \\ 0 & \forall n \end{cases}$$

An'latpa ja'rdeminde berilgen bolsi'n.

1.3,a-su'wrette bunday izbe-izlik grafigi ko'rsetilgen.

Si'zi'qli' diskret shi'nji'r 1.3,b-su'wrette keltirilgenindey elementlerden jalg'ang'an bolsi'n. Usi' shi'nji'rni'n matematik moduli to'mendegi formag'a iye:

$$y(n) = x(n) + ay(n-1) \quad (1.4)$$



1.4-su'wret

(1.4) ten'leme *birinshi ta'rtipli ten'leme* dep ataladi'. Usi' ayri'mli' ten'leme shi'g'I' izbe-izligin kiriw izbe-izligi arqali' ani'qlaw imkani'n beredi.

Bizin' mi'salda, $y(0)=0$, $a=-0,5$ bolsi'n. Kiriw izbe-izligi si'pati''nda 1.3,a-su'wrettegi grafikti' alami'z. Na'tiyjede $y(n)$ shi'g'I'w izbe-izligin ani'qlaymi'z. Tu'sinigine ko're $x(n)=0 \forall n < 0$; $y(n)=0 \forall n < 0$. Wonda to'mendegishe jazi'w mu'mkin:

$$\begin{aligned} n=0 \text{ bolg'anda } y(0) &= x(0) - 0,5y(-1) = 1; \\ n=1 \text{ bolg'anda } y(1) &= x(1) - 0,5y(0) = 0,5; \\ n=2 \text{ bolg'anda } y(2) &= x(2) - 0,5y(1) = 0,75; \\ n=3 \text{ bolg'anda } y(3) &= x(3) - 0,5y(2) = -0,375; \\ n=4 \text{ bolg'anda } y(4) &= x(4) - 0,5y(3) = 0,1875; \\ n=5 \text{ bolg'anda } y(5) &= x(5) - 0,5y(4) = -0,09375 \end{aligned}$$

1.4,a-su'wrette usi' cifrli' shi'g'I'w izbe-izliginin' grafigi ko'rsetilgen. Uli'wmali'q jag'dayda si'zi'qli' cifrli' filtrdi'n' matematikali'q moduli to'mendegi formadag'I' N ta'rtipli ayi'rma ten'lemeden ibarat boladi':

$$\begin{aligned} y(n) &= a_0x(n) + a_1x(n-1) + \dots + a_mx(n-M) + \\ &+ b_1y(n-1) + b_2y(n-2) + \dots + b_Ny(n-N), \end{aligned} \quad (1.5)$$

bunda $M \leq N$, a_i ha'm b_i koefirsentleri – haqi'yqi'y sanlar.

Filtrdi'n' shi'g'I'w (1.6) izbe-izligin yesaplaw ushi'n kiriw izbe-izligi $\{x(n)\}_{n=0}^{\infty}$ ha'm baslang'I'sh sha'rtleri $y(-1); y(-2); \dots y(-N)$ biliw za'ru'r. Usi' matematikali'q model menen an'latilg'an SCF bir neshe ha'r tu'rli, biraq wo'zgerttiriwleri boti'nsha ekvivalent bolg'an kiriw-shi'g'I' sistemalari'na iye boli'wi' mu'mkin. Solardan yen' a'piwayi'si' 1.4,b-su'wrette keltirilgen.

SCF di' shama yetiwde si'zi'qli' analog shi'nji'rlardi' shama yetiwde isletilgen usi'llardi' qollaw mu'mkin. Wolarg'a to'mendegiler kiredi:

1) ayi'rma ten'lemelerin sheshiw(differentsiyal ten'lemelerdi sheshiw din' analogi');

2) implus tu'sinigi menen ji'ynaw;

3) Z-wo'zgerttiriwin qollaw (Laplas wo'zgerttiriwinin' analogi').

Ayi'rma ten'lemelerin sheshiw menen SCF di' sheshiw. Ayi'rma teoremasi' ja'rdeminde SCF shi'g'I' signallari'n yesaplawdi'n' yen' a'piwayi' usi'li' – filtr ten'lemesine $x(n)$ di qoyi'p, $y(n)$ di' to'mendegi an'latpa ja'rdeminde yesaplaw.

$$y(n) = \sum_{k=0}^M a_n x(n-k) + \sum_{k=1}^N b_k y(n-k), \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

Bul maqsette, baslang'I'sh won' ta'reptegi an'latpani' programmatalasti'radi'. Mi'sali', to'mendegi formadag'I' ayi'rma ten'leme

$$y(n) = x(n) - 3y(n-1) \quad (1.7)$$

Baslang'I'sh sha'rtleri $y(-1) = 0$, $x(n) = n^2 + n$ menen tuwri'dan-tuwri' wori'ng'a qoyi'w usi'li' menen sheshiw mu'mkin:

```

y(0) = x(0) - 3y(-1) = 0    Y = 0
y(1) = x(1) - 3y(0) = 2      D0 2 N = 1,2,0
y(2) = x(2) - 3y(1) = 0      Y = N * N + N - 3 * Y
y(3) = x(3) - 3y(2) = 12     PRINT Y
y(4) = x(4) - 3y(3) = 16     2 CONTINUE .
Bir ji'nsli' ten'leme ko'rinishine iye:

```

$$y(n) + 3y(n-1) = 0 \quad (1.8)$$

Bir ji'ni'sli' ayi'rma sheshimlari A_α^n (analog shi'nji'rlardag'I' $Ce^{\alpha t}$ g'a uqsas) boladi'. Soni'n' ushi'n, (1.8) ten'lemedegi $y(n)$ wori'ng'a A_α^n qoysaq, to'mendegini payda yetemiz:

$$\begin{aligned}
 Ae^n + 3Ae^{n-1} &= 0; \\
 Ae^{n-1}(\alpha + 3) &= 0; \\
 \alpha &= -3; \\
 y_{00}(n) &= A(-3)^n.
 \end{aligned}$$

Kiriw izbe-izligi $x(n) = n^2 + n$ say keliwshi sheshimi $y_{xyc}(n) = Bn^2 + Cn + D$ formada ani'qlani'wi'na ha'reket qi'lami'z.

Bug'an (1.8) ten'lemen qoysaq to'mendegini payda yetemiz:

$$Bn^2 + Cn + D + 3B(n-1)^2 + 3C(n-1) + 3D = n^2 + n$$

Da'reje n nin' ten' ma'nisli ag'zalari' koefitsentlerin ten'lestirip to'mendegilerdi ani'qlaymi'z:

$$B = 1/4; \quad C = 5/8; \quad D = 9/32.$$

Solay yetip, uli'wmali'q sheshim to'mendegishe

$$y(n) = \frac{n^2}{4} + \frac{5n}{8} + \frac{9}{32} + A(-3)^n$$

Formada boladi'.

Koeffitsent A baslang'I'sh sha'rtlerinen $y(-1) = 0$ ani'qlanadi', wog'an ko're $A = -9/32$ ha'm $y(n) = n^2/4 + 5n/8 + 9/32[1 - (-3)^n]$.

Usi' an'latpani' $n = 1, 2, 3$ ushi'n tekseriw soni' ko'rsetedi, wol yyesaplang'an sheshim menen sa'ykes keledi.

SCF nin' implus tu'sinigi. I'qti'yarli' kiriw izbe-izligi ushi'n reaktsiyani' yesaplaw. SCF di'n' implus ko'rinisi $g(n)$ dep, nolli baslang'I'sh sha'rtler bolg'anda (1.4-su'wret) $x(n) = \delta(n)$ kiriw izbe-izlikke qarag'anda sxemani'n' juwabi'na ayti'ladi'.

Birinshi ta'rtpili SCF ti'n' implus ko'rinisin ani'qlaymi'z:

$$y(n) = ax(n) + by(n-1);$$

$$g(0) = ax(0) + bg(-1) = a;$$

$$g(1) = ax(1) + bg(0) = ab;$$

$$g(2) = ax(2) + bg(1) = ab^2;$$

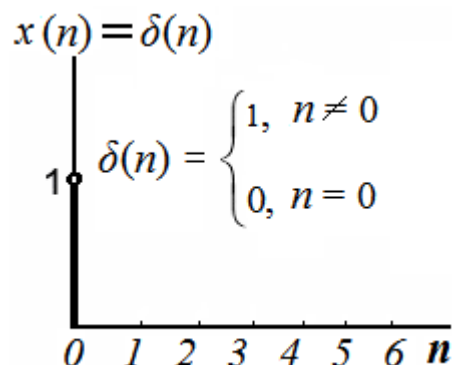
$$g(3) = ax(3) + bg(2) = ab^3;$$

$$\dots \dots \dots$$

$$g(n) = ax(n) + bg(n-1) = ab^n.$$

Bunda, yeger $a = g(0)$, $ab = g(1)$, yag'ni'y $ab^n = g(n)$ dep belgilesek, wol jag'dayda I'qti'yarli' kiriw izbe-izlikgi ushi'n to'mendgi jazi'w haqli' boladi':

$$y(n) = g(n)x(0) + g(n-1)x(1) + \dots + g(0)x(n),$$



Yaki buni qi'sqartti'ri'lg'an jag'dayda 1.4-su'wret

$$y(n) = \sum_{k=0}^n x(k)g(n-k).$$

Usi' an'latpa $g(n)$ ha'm $y(n)$ izbe-izliklerinin' diskret ji'yi'ndi'si' dep ataladi'.

SCF di'n' I'qti'yarli' izbe-izlikke reaktsiyasi' kiriw izbe-izligi ha'm implus xarakteristikasi'ni'n' ji'yi'ndi'si si'pati'nda ani'qlani'wi' mu'mkin. Usi' tu'sinik barli'q ta'rtpitegi SCF ga' barli'q ta'rtpitegi baylani'sli'qlari. Solay yetip, diskret shi'nji'rda kiriw signaali'n yesaplawdi'n' yekinshi usi'li' – SCF diskret shi'nji'rda kiriw signali'n yesaplawdi'n' yekinshi usi'li' SCF implus xarakteristikasi'n ani'qlap, woni' kiriw izbe-izligi menen ji'uyi'ndi'si'

wo'ri'nlanadi' Бу фикр аналог занжирлари учун $y(t) = \int_0^t k(t-t')x(t')dt'$ *йўзмаси* билан ўхшашдир.

SCF di Z-wo'zgerttiriw usi'li' menen shamalaw. Analog shi'nji'rlardag'I' si'yaqli', ta'rtibi joqari' bolg'an filtrli diskret shi'nji'rlardi'da waqi't arali'g'I analitik yesaplaw quramali' boladi'.

Diskret shi'nji'rlar ushi'n Laplas wo'zgerttiriwleri usi'li'ni'n' analog Z-wo'zgerttiriwli boli'p tabi'ladi'. Diskret izbe-izligin to'mendegishe jazi'w mu'mkin:

$$x(t) = \sum_{n=0}^{\infty} x(n)\delta(t - n\Delta t).$$

An'latpani'n' shep ha'm won' ta'replerinen Laplas wo'zgerttiriwlerin ani'qlaymi'z:

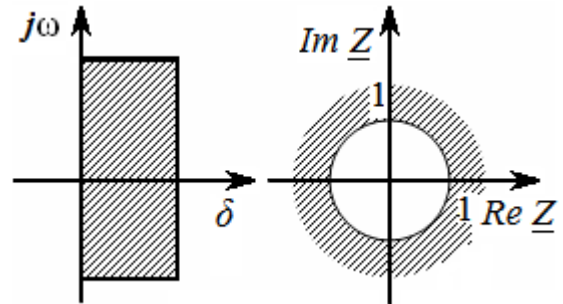
$$\begin{aligned}\underline{X}(p) &= \int_0^{\infty} x(t) e^{-pt} dt = \int_0^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} x(n) \delta(t - n\Delta t) e^{-pt} dt = \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} x(n) \int_0^{\infty} \delta(t - n\Delta t) e^{-pt} dt = \sum_{n=0}^{\infty} x(n) e^{-pn\Delta t}.\end{aligned}$$

Kompleks wo'zgeriwshi $e^{-p\Delta t}$ ni to'mendegishe belgileymiz:

$$Z = e^{-p\Delta t}. \quad (1.9)$$

Usi' $p \rightarrow z$ wo'zgertiruv (1.9) Z -tegisligindegi birlik shen'berde p yari'm tegislikni ishiqi qa'ddi, won' yari'm tegislikni si'tqi' qa'ddi sa'wlelendiredi. Won' ko'sher $j\omega$ birlikni radiusqa iye blg'an shen'ber sa'wlenadi (1.6-su'wret).

Solay yetip, $x(n)$ izbe-izlik kompleks wo'zgeriwshinin' funktsiyasi'na muwapi'q jazi'li'wi' mu'mkin: 1.6-su'wret



$$\underline{X}(z) = \sum_{n=0}^{\infty} a^n z^{-n} = \frac{1}{1 - az^{-1}}; \quad (15.33)$$

Usi' (15.33) wo'zgertiruv $\{x(n)\}_{n=0}^{\infty}$ izbe-izlikni' Z -wo'zgeriwsshisi delinedi.

I'qti'yarli' $x(n) = a^n$; $a \geq 0$ formadag'I' izbe-izlik ushi'n Z -wo'zgeriwshisin ani'qlaymi'z. Geometriyali'q profgreessiya an'latpasi'nan

$$x(z) = \sum_{n=0}^{\infty} a^n z^{-n} = \frac{1}{1 - az^{-1}};$$

I'qti'yarli' izbe-izlikni' Z -wo'zgeriwshisin $\underline{X}(z)$ funktsiyasi'n Loran qatari'na jazi'w dep qaraw mu'mkin:

$$\underline{X}(z) = x(0) + x(1)z^{-1} + \dots + x(n)z^{-n} + \dots$$

Bul jag'daydda berilgen izbe-izlikni' ma'nisleri usi' qatar koeffitsentlari boladi'. Solay yetip, keri ma'seleni sheshiw mu'mkin: qandayda bir izbe-izlikni' Z -wo'zgeriwshi ja'rdeminde usi' izbe-izlikni' ani'qlaw.

$\underline{X}(z)$ funktsiyani'n' Loran qatari' koeffitsentlerin ani'qlaw an'latpasi'nan paydalani'p:

$$x(n) = \frac{1}{2\pi j} \oint_j \underline{X}(z) z^{n-1} dz = \sum_n \text{res}[\underline{X}(z) z^{n-1}] \quad (1.10)$$

Mi'sal, berilgen $\underline{x}(z) = \frac{z}{z-1}$ bolsi'n. Sonday izbe-izlikni ani'qlayiq, woni'n ushi'n $\underline{x}(z)$ izbe-izlik Z-wo'zgeriwshi bolsi'n.

$$x(n) = \frac{1}{2\pi j} \oint_{\gamma} \frac{z}{z-1} z^{n-1} dz = \text{res} \frac{z^n}{z-1}.$$

Bul jag'day ushi'n $p(z) = z^n$, $Q(z) = z-1$. Polyus $z=1$, $\frac{dQ}{dz} = 1$, demek, $\text{res} = 1$.

Bunnan $x(n) = 1 \forall n \geq 0$.

Z-wo'zgeriw qa'siyetleri Laplas wo'zgerttiriwlerine uqsas.

1. Si'zi'qli'li'q. Yeger

$$\underline{X}_1(z) = \sum_{n=0}^{\infty} x_1(n) z^{-n}; \quad \underline{X}_2(z) = \sum_{n=0}^{\infty} x_2(n) z^{-n};$$

$x_3(n) = a_1 x_1(n) + a_2 x_2(n)$ berilgen bolsa, wol jag'dayda si'zi'qli'li'q sha'rtleri

$$\text{tiykari' } \underline{X}_3(z) = \sum_{n=0}^{\infty} [a_1 x_1(n) + a_2 x_2(n)] z^{-n} = a_1 \underline{X}_1(z) + a_2 \underline{X}_2(z).$$

2. Ji'lji'w teoremasi'. Yeger $y(n) = x(n-m)$ bolsa, wol jag'dayda

$$\underline{Y}(z) = y(0) + y(1)z^{-1} + y(2)z^{-2} + \dots$$

Bul $\underline{Y}(z)$ an'latpag'a $y(n) = x(n-m)$ qoysaq, to'mendegin payda yetemiz:

$$\underline{Y}(z) = x(-m) + x(-m+1)z^{-1} + x(-m+2)z^{-2} + \dots$$

$x(m) = 0 \forall m < 0$ bolg'ani' ushi'n,

$$\underline{Y}(z) = x(0)z^{-m} + x(1)z^{-m+1} + x(2)z^{-m+2} + \dots$$

buni'n aqi'ri'nda

$$\underline{Y}(z) = \underline{X}(z)z^{-m}$$

payda boladi.

3. Ja'mlew teoremasi'. Yeki izbe-izlik diskret ja'mlewdi'n Z-wo'zgeriwshisi ha'r bir izbe-izlik Z-wo'zgeriwlerinin' ko'beymesine ten':

$$y(n) = g(n) \cdot x(n) = \sum_{k=0}^{\infty} g(n-k)x(k)$$

Ja'mlewdi to'mendegi izbe-izlik formasi'na keltiremiz:

$$y(0) = g(0)x(0);$$

$$y(1) = g(1) \cdot x(0) + g(0)x(1);$$

$$y(2) = g(2)x(0) + g(1)x(1) + g(0)x(2);$$

.....

$$\underline{Y}(z) = g(0)x(0) + [g(1)x(0) + g(0)x(1)]z^{-1} +$$

$$+ [g(2)x(0) + g(1)x(1) + g(0)x(2)]z^{-2} + \dots$$

Bunnan soni' ko'riw mu'mkin, bul an'latpa $x(n), g(n)$ izbe-izliklerdin' Z-wo'zgeriwleri ko'beymesi boladi'. Haqi'yqattanda,

$$\begin{aligned} & [g(0) + g(1)z^{-1} + g(2)z^{-2} + \dots] [x(0) + x(1)z^{-1} + x(2)z^{-2}] = \\ & = x(0)g(0) + [x(0)g(1) + x(1)g(0)]z^{-1} + [g(2)x(0) + g(1)x(1) + g(0)x(2)]z^{-2} + \dots \end{aligned}$$

Prirovardida bul an'latpani' to'mendegishe jazi'w mu'mkin boladi':

$$\underline{Y}(z) = \underline{X}(z)\underline{G}(z) \quad (1.11)$$

Usi' (1.11) ten ko'ri'nip turg'ani'nday, izbe-izlikler *diskret ja'mlewge* wolar Z-wo'zgeriwshilerinin' ko'beymeleri sa'ykes keledi yeken.

Z-wo'zgerttiriwdi'n' keltirilgen qa'siyetleri SCF lardi' shama yetiw qag'I'ydalari'n an'lati'w imkani'n beredi; bul usi'llar aldi'ng'I' usi'llarg'a qarag'anda kemlew resers sari'plawg'a ali'p keledi. Demek, bizge belgili bolg'ani' shi'g'iw izbe-izligi $\{y(n)\}_{n=0}^{\infty}$ kiriw izbe-izligi $\{x(n)\}_{n=0}^{\infty}$ menen yaki *ayi'rma ten'lemesi*

$$y(n) = \sum_{k=0}^M a_k x(n-k) + \sum_{k=1}^N b_k y(n-k)$$

Yaki ja'mlew ten'lemesi

$$y(n) = \sum_{k=0}^n g(n-k)x(k)$$

Menen baylani'sta yeken.

$$\text{Yekinshi ta'repten, } \underline{Y}(z) = \underline{G}(z)\underline{X}(z).$$

Implus xarakteristikasi'ni'n Z-wo'zgeriwsshisi SCF di'n' *uzati'w funktsiyasi' delinedi*. Demek, ja'mlewdi yesaplawdi'n' worni'na to'mendegilerdi ani'qlaw mu'mkin:

Kiriw izbe-izliginin' Z-wo'zgerttiriwin

$$\underline{X}(z) = \sum_{n=0}^{\infty} x(n)z^{-n};$$

$\underline{G}(z)$ uzati'w funktsiyasi'n;

Shi'g'I'w izbe-izliginin' Z-wo'zgeriwsshisi

$$\underline{Y}(z) = \underline{G}(z)\underline{X}(z);$$

Shi'g'I'w izbe-izligiin

Vi'chet teoremasi' ja'rdeminde shi'g'I'w izbe-izliginin' z-wo'zgerttiriwin

$$y(n) = \frac{1}{2\pi j} \oint_{\gamma} \underline{Y}(z)\underline{G}(z)z^{n-1}dz = \sum_i \text{res}_i$$

Uzati'w funktsiyasi' $\underline{G}(z)$ ti implus qa'siyetinin' z-wo'zgerttiriwi si'pati'nda da

$$\underline{G}(z) = \sum_{n=0}^{\infty} g(n)z^{-n},$$

Ayi'rma ten'lemesi si'pati'nda da ani'qlaw mu'mkin.

Shi'nji'rdi'n' uzati'w funktsiyasi' ayi'rma ten'lemesi si'pati'nda ani'qlaymi'z:

$$\begin{aligned} y(n) &= a_0 x(n) + a_1 x(n-1) + \dots + a_m x(n-M) + \\ &+ b_1 y(n-1) + \dots + b_N y(n-N). \end{aligned}$$

Ten'liktin' won' ha'm shep ya'repleri ushi'n z -wo'zgeriwshini tatpi'q yetemiz:

$$\begin{aligned}\sum_{n=0}^{\infty} y(n)z^{-n} &= \sum_{n=0}^{\infty} a_0 x(n)z^{-n} + \sum_{n=0}^{\infty} a_1 x(n-1)z^{-n} + \\ &+ \dots + \sum_{n=0}^{\infty} a_M x(n-M)z^{-n} + \sum_{n=0}^{\infty} b_1 y(n-1)z^{-n} + \\ &+ \sum_{n=0}^{\infty} b_2 y(n-2)z^{-n} + \dots + \sum_{n=0}^{\infty} b_N y(n-N)z^{-n}\end{aligned}$$

Bul an'latpag'a kiriwshi ha'r bir ji'yi'ndi to'mendegi formada wo'zgartiriliwi mu'mkin:

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_k x(n-k)z^{-n} = a_k \sum_{n=0}^{\infty} x(n-k)z^{-n} = a_k z^{-k} \sum_{n=0}^{\infty} x(n)z^{-n} = a_k z^{-k} \underline{X}(z).$$

Usi'g'an uqsas

$$\sum_{n=0}^{\infty} b_k y(n-k)z^{-n} = b_k z^{-k} \underline{Y}(z)$$

Bul jag'dayda to'mendegilerdi payda yetemiz:

$$\underline{Y}(z) = (a_0 + a_1 z^{-1} + \dots + a_M z^{-M}) \underline{X}(z) + (b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \dots + b_N z^{-N}) \underline{Y}(z),$$

yaki
$$\underline{Y}(z) = \frac{a_0 + a_1 z^{-1} + \dots + a_M z^{-M}}{1 - b_1 z^{-1} - \dots - b_N z^{-N}} \underline{X}(z).$$

Demek,

$$\underline{G}(z) = \frac{a_0 + a_1 z^{-1} + \dots + a_M z^{-M}}{1 - b_1 z^{-1} - \dots - b_N z^{-N}} \quad (1.12)$$

Usi' (1.12) baslang'ish shi'njirdi'n' funktsiyasi' ha'm ayi'rma ten'lemesin wo'z-ara baylani'sti'radi'. Woni'n' ja'rdeminde SCF di'n'ayi'rma ten'lemesi arqali' woni'n' uzati'w funktsiyasi' ani'qlaw mu'mkin.

Ayri'm jag'daylarda bug'an keri bolg'an ma'seleni sheshiwge tuwra keledi: Uzati'w funktsiyasii'nan ayi'rma ten'lemessi ani'qlanadi' ha'm wol SCF du'zilisini a'melge asi'ri'w ma'selesini dep ataladi'. Buni'n ushi'n uzati'w funktsiyasi'n (15.36) formag'a keltiriw lazi'm. Ani'qlang'an koeffitcentler ayi'rma ten'lemesin payda yetedi.

$$y(n) = \sum_{k=0}^M a_k x(n-k) + \sum_{k=1}^N b_k y(n-k).$$

Mi'sali', uzati'w funktsiyasi' $\underline{G}(z) = (2z^{-1} + 1) / (4z^{-2} + 4z^{-1} + 2)$ bolg'an SCF di' du'ziwdi a'melge asi'ri'w talap yetilsin $\underline{G}(z)$ di to'mendegi ko'rinishke keltiremiz:

$$\underline{G}(z) = \frac{z^{-1} + 0,5}{2z^{-2} + 2z^{-1} + 1}$$

bunnan

$$M = 1; a_0 = 0,5; a_1 = 1; N = 2; b_1 = -2; b_2 = -2;$$

$$y(n) = \frac{1}{2} x(n) + x(n-1) - 2y(n-1) - 2y(n-2).$$

Usi' ten'lemege sa'ykes kelgen diskret sxemani'n' du'zilisi 1.-su'wretinde keltirilgen.

Mi'sali' ushi'n du'zilgen SCF di'n' kiriwine $x(n) = 2^{-n}$ izbe-izlik jalg'ang'anda, woni'n' shi'g'I'wi'ndag'I' signali'ni'n' ani'qlani'wi'n ko'remiz.

Kiriw izbe-izliginin' Z-wo'zgerttiriliwin ani'qlaymi'z:

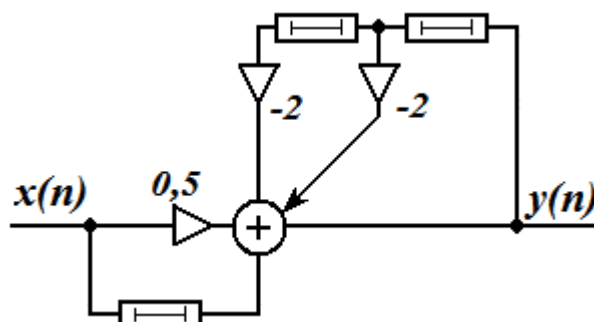
$$\underline{X}(z) = \sum_{n=0}^{\infty} 2^{-n} z^{-n} = \frac{1}{1-(2z)^{-1}}.$$

Uzati'w funktsiyasi'

$$\underline{G}(z) = \frac{2z^{-1}+1}{4z^{-2}+4z^{-1}+2};$$

Shi'g'I'w signali'ni'n' $z-$ wo'zgerttiriwi to'mendegishe boladi':

$$\underline{Y}(z) = \frac{2z^{-1}+1}{(4z^{-2}+4z^{-1}+2)(1-0,5z^{-1})}.$$



1.6-su'wret

Shi'g'I'w izbe-izligi

$$y(n) = \frac{1}{2\pi j} \int_{\gamma} \frac{(2z^{-1}+1)z^{n-1} dz}{(4z^{-2}+4z^{-1}+2)(1-0,5z^{-1})} = \frac{1}{2\pi j} \int_{\gamma} \frac{(z+0,5^z)z^{-n} dz}{(2+2z+z^2)(z-0,5)} = \sum_{i=1}^3 res_i.$$

Shegirmelerdi ani'qlaw ushi'n ali'm ha'm bo'lim polinomllari'n jazami'z:

$$\underline{P}(z) = z^{-n}(z+0,5z^2); \quad \underline{Q}(z) = z^3 + \frac{3}{2}z^2 + z - 1 = 0$$

bo'limnin' korenlerin ani'qlaymiz:

$$z_{1,2} = -1 \pm \sqrt{1-2} = -1 \pm j; \quad z_3 = 1/2.$$

Bo'limnin'

tuwi'ndi'si to'mendegishe boladi'

$$dQ/dz = 3z^2 + 3z + 1.$$

Bunda shegirmelerdi ani'qlaymi'z

$$res_{1,2} = \frac{(1 \mp 3j)(1 \pm j)^n}{4 \mp 3j};$$

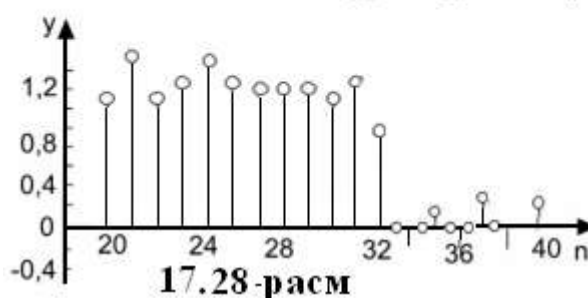
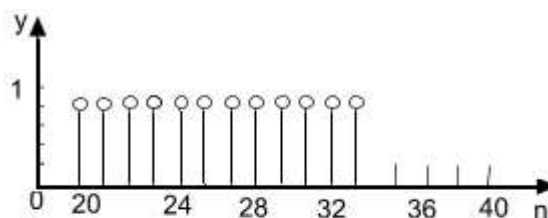
$$res_3 = \frac{5}{228} \left(\frac{1}{2} \right)^{-n}$$

Kompleks sanlardi' ko'rsetkishli formag'a keltiremiz:

$$res_{1,2} = \frac{\sqrt{10}}{5} e^{j(\mp arctg 3 + arctg 3/4)} \cdot (\sqrt{2})^n e^{\pm jn \frac{\pi}{4}}.$$

Juwmaqlawshi' an'latpa to'mendegishe jazi'ladi':

$$y(n) = \frac{1}{\sqrt{10}} (\sqrt{2})^n \cos \left(n \frac{\pi}{4} - arctg 3 + arctg \frac{3}{4} \right) + \frac{5}{228} \left(\frac{1}{2} \right)^n$$



17.28-pacm

III-Bap

Garmonikali'q ta'sir asti'ndag'i' si'zi'qli' yemes elektr shi'nji'rlari'n laboratoriyali'q usi'lda u'yreniw

3.1 R,L,C-shi'nji'ri'nda wo'tkinshi protsesslerdi izertlew.

Yeki izbe-iz shi'nji'r energiya bo'leginin' wo'tiw processi to'mendegishe ten'likte jazi'ladi.

$$LC \frac{d^2 u_C}{dt^2} + RC \frac{du_C}{dt} + u_C = 0.$$

Bul sheshim tu'biri xarakteristikaliq tu'rdegi ten'likke baylani'sli'.

$$LCp^2 + RCp + 1 = 0$$

Sodan kelip shi'g'i'p shi'nji'r parametirinin' tu'biri

$$p_{1,2} = -\frac{R}{2L} \pm \sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}} = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2}.$$

α shama koefficienti so'niwshi konturi'n tasi'di', a ω_0 –konturdi'n' rezonansli'q jiyiligi.

Xarakter wo'tkinshi processi p_1 ha'm p_2 ko'renlerinen ibarat boli'wi' mu'mkin

Zat ha'm ha'r qi'yli'li'q ($R > 2\rho$);

Zat ha'm ten'lik ($R = 2\rho$);

kompleksli-tuwi'nli'li'q ($R < 2\rho$).

Bunda $\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$ -xarakteristikali' qarsi'li'q konturi'.

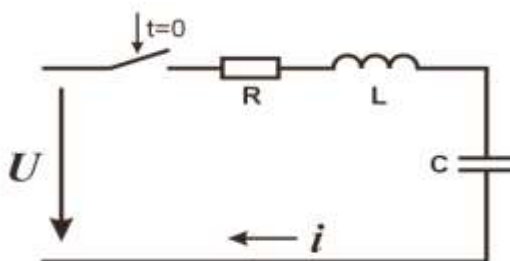
Yesaplaw bo'limi

Elektor shi'nji'ri' 1-su'wrette ko'rsetilgen:

Induktivlik katushka L;

Si'yi'mli'li'q kondensatori' C;

Rezistor qarsi'li'g'i R.



1-su'wret. Ha'r dayi'mli'li'q R L C – shi'nji'r kernewge qosi'w U
moment waqti'nda $t = 0$

Ani'qlan':

R din' qanday ma'nisinde, wo'tikinshi processtin' wa'kil xarakteristikasi' boladi';

R din' qanday ma'nisinde, wo'tikinshi processtin' tolqi'n xarakteri;
 Jiyligi ω_C wo'zinin' tolqi'nnin' jog'ali'wi' R din' ma'nisinde, sol ushi'n tolqi'no'tiq
 processinin' tolqi'n xarakteri

$$\omega_C = \sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2} ;$$

kvaziperiod T_C wo'zinin' jog'alti'w tolqi'ni'

$$T_C = \frac{2\pi}{\omega_C} .$$

1-keste

R L C – Shi'nji'rdag'i' wo'tiw processinin' jag'dayi'n ani'qlaw.

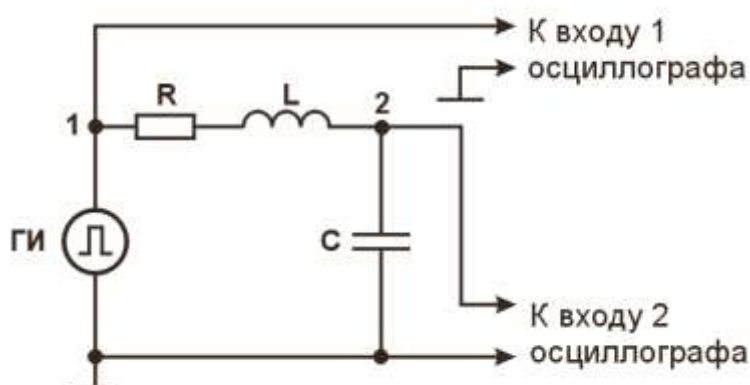
Elementler qatari'	C, nF	L, mGn	R, Om	2ρ , Om	Process jag'dayi'	T_C , mkc
1	10	10	200			
2	10	10	500			
3	10	10	1000			
4	10	10	2000			
5	10	10	5000			
6	20	10	500			
7	10	20	500			

Ta'jiriybe bo'limi

Ta'jiriybe bo'liminde:

- Shi'nji'r elemenri ha'r tu'rli kondensator zaryad ha'm razriyad R L C – wo'tikinshi processindagi tok ku'shiyiwi eleietin oscillogramda ko'remiz.
- Wo'tiw processindagi shi'nji'r di'n' nominal jag'dayi'n ani'qlaw.
 - Ta'jiriybe juwabi'n sali'sti'ri'p esaplan'.

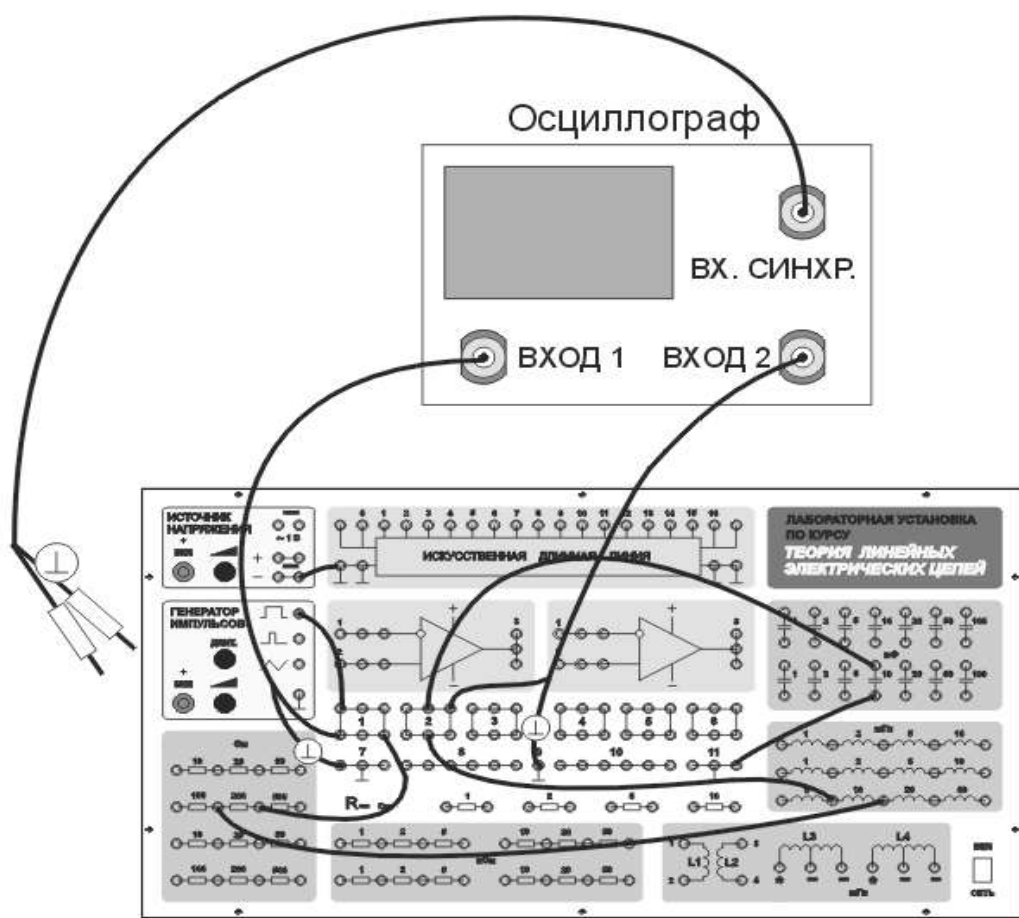
Laboratoriyali'q u'skeneni oscillograf baqlawi'na kondensatordi'n' ti'g'izli'g'ina tayarlan'. Wo'tikinshi process principiyalli'q cxemasi' 2-su'wrette keltirilgen.



2- su'wret. RLC-shi'nji'ri'ndag'i' kondensator ti'g'izli'g'i'ni'n' oscillografiyadag'i' principiyl cxemasi'.

Laboratoriyali'q jumi'sta wo'tkinshi processlerdi izertlew oscillograf qurilmasi'nda aniqlaw, soni'n' ushi'n bul process qayta ta'krarlanadi. Bul yerisiw, shi'nji'r kirip shi'g'i'wi'nda generatorg'a qandayda bir tok beriledi, izbe-izlik periodi' (sm. «Laboratoriyali'q quri'lmani'n' texnikali'q jazi'li'wi'»). Won' jiklew ti'g'izli'g'i'nda (won' implus) kondensator zaryadi'nda ju'z beredi. Teris jiklew ti'g'izli'g'i'nda (impluslar arasi'nda toqtaw) kondensator zaryadlanadi'.

№1 gewek elementi kombinaciya elementi ushi'n jalg'aw cxemasi' 3-su'wrette keltirilgen.



3-su'wret. Kondensator kernewinin' oscillografiyadag'ii jalg'aw cxemasi'.
($C = 10 \text{ nF}$; $L = 10 \text{ mH}$; $R = 200 \text{ Ohm}$)

Retlegishti saat strelkasi'na qarama-qarsi' aqi'ri'na shekem buran'. Jiynalg'an cxemani' mug'allimge ko'rsetin'. Teksergen quri'lmani iske tu'sirin'.

Oscillografiyani' qosi'n'. Woni'n' islew rejimi:

Yeki kanalli'q bir waqi'ttag'i' kernew indukciyasi';

- Shi'g'i'w 1 – ashi'w; seziliwshen'ligin bo'liw $0,2 \text{ B}$ /;
- Shi'g'i'w 2 – ashi'w; $0,2 \text{ B}$ / bo'liw;

- Bir-birine baylani'sti'ri'w - si'rtqi' (shep qaptaldag'i' laboratoriyali'q moduli tesigine jalg'ang'an).
- Dawam etiwshi jayi'li'wi' 0,2 ms / del.
 Birinshi won'law no'llik kernew yekilik kanaldi' kirgizin' son' ekran ortasi'na ali'p bari'p qoyi'n'.
 Implusli' generatordi' qosi'n'. Retlegishti implus amplitudasi'n ortasha jag'dayda qoyi'n'. Shig'iw generator implus oscillograf ekrani'nda su'wreti payda boladi'.

Retlegish dawam etiwshisi won' implus dawam etiwshisi 500 mks g'a ten'(periodli' qaytalani'wshi' implusi' 1000 mks). Implus amplitudasi'n 1 V qa keltirin'. Keyingisinde usi' jag'daydi' o'zgertpesten saqlan'.

Kondensatordi'n' ha'm generator shig'iwini'n' («osc. №1») oscillograf ti'g'izli'g'i'ni'n' uli'wmali'q ko'sherin si'zi'n'. Wo'tkinshi processti'in' xarakterin belgilen'. Yeger wo'tkinshi process wo'zinde terbelmeli xarakter tasi'sa, T_c o'zinin' so'niwshi terbelisinde kvaziperiodi'na belgilen'. Laboratoriyali'q jumi'si'nda esaplaw bo'limin ha'm na'tiyjesin sali'sti'ri'n'. Sezgirlik oscillograf kiriwin ashi'w lazi'm.

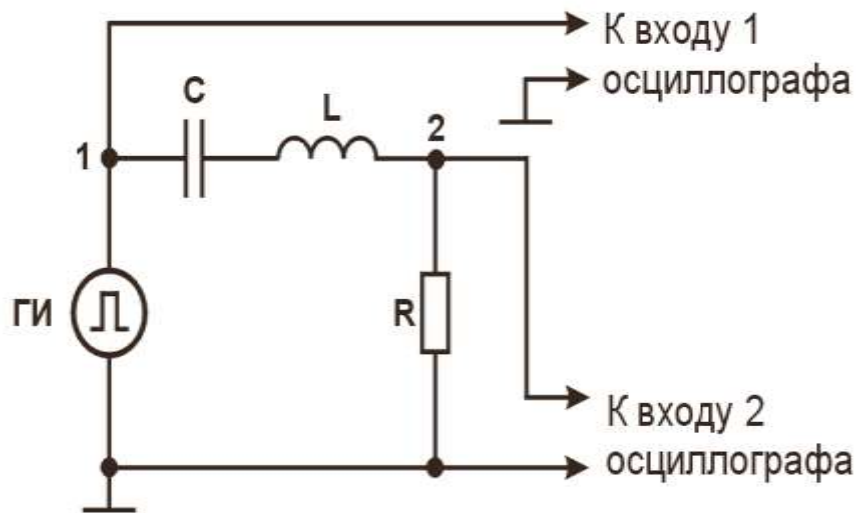
Generator implusi'n jazi'n'. Laboratoriyali'q moduldi ko'beyme elementin panelge almi'sti'ri'n' (sm. №2 kombinaciyali'q 1shi kestege sa'ykes).

Generator implus jazi'n'. Kondensatordi'n' ha'm generator shig'iwini'n' («osc. №2») oscillograf ti'g'izli'g'i'ni'n' uli'wmali'q ko'sherin si'zi'n'. Wo'tkinshi processti'n' xarakterin belgilen'. Yeger wo'tkinshi process wo'zinde terbelmeli xarakter tasi'sa, T_c wo'zinin' so'niwshi terbelisinde kvaziperiodi'na belgilen'. Laboratoriyali'q jumi'sinda bo'limin ha'm na'tiyjesin sali'sti'ri'n'.

H. t. b. № 3-7 kombinatsiya ushi'n eksperiment na'tiyjesin yeslep qali'n' ha'm baqlaw jumi'si'n ali'p bari'n'.

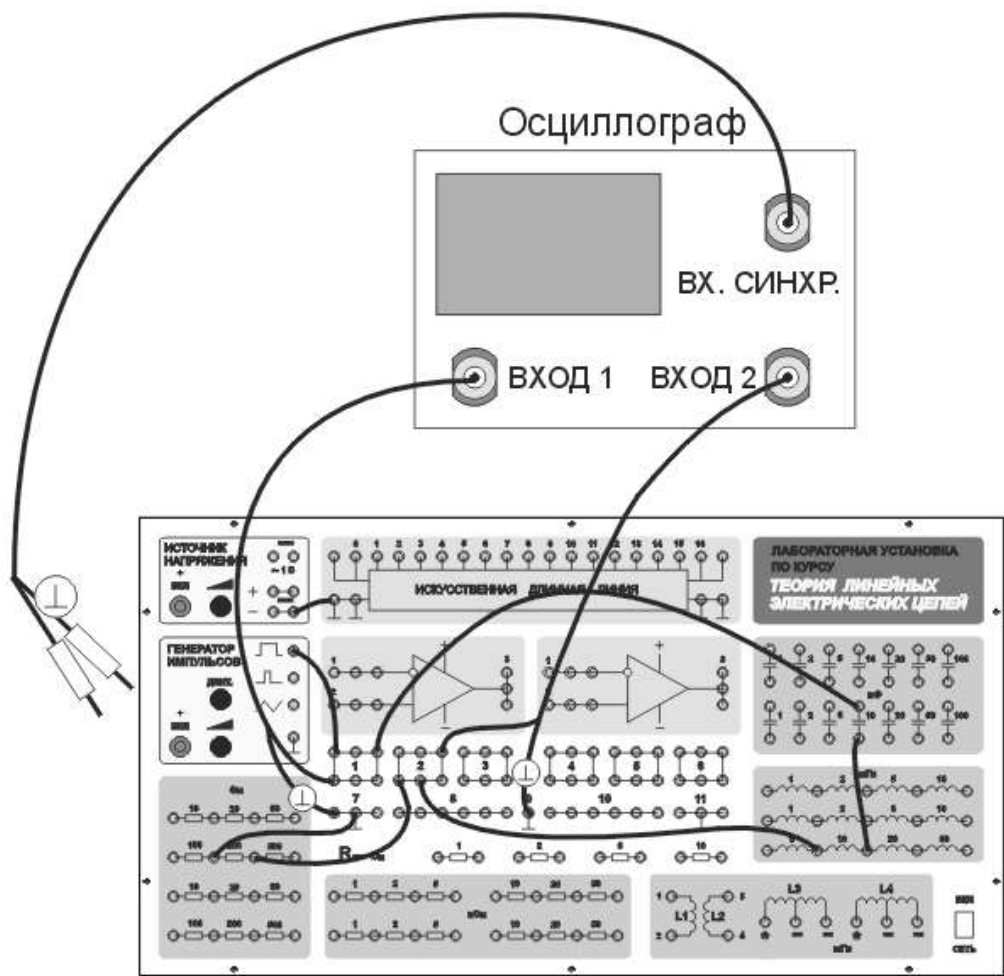
RLC- shi'nji'ri'n oscillograf wo'tkinshi processi toki' laboratoriyali'q quri'wi'na tayarlan'.

Wo'tkinshi wo'lshew principiyalli'q cxemasi' 4-su'wrette ko'rsetilgen.



4-su'wret.

RLC-shi'nji'r wo'tkinshi processi oscillograf toki'principiyalli' cxemasi'.
№1 kombinaciya elementi cxemasi' 5-su'wrette.



5-su'wret. Oscillograf toki' shi'nji'ri ushi'n element jalg'aw ($C = 10 \text{ nF}$; $L = 10 \text{ mH}$; $R = 200 \text{ Ohm}$)

Generator implusi'n qosi'n'. Oscillogramdag'I' tok shi'nji'iri'n si'zi'n'. Sol ko'sherde su'wretti worinlan', kondensator ha'm generator shig'iwini oscillograf №1 kernewliligini. Wo'tkinshi processini belgilen'. Yeger wo'tkinshi process wo'zinde terbelmeli xarakter tasi'sa, T_c wo'zinin' so'niwshi terbelisinde kvaziperiodi'na belgilen'. Laboratoriyali'q jumi'si'nda bo'limin ha'm na'tiyjesini sali'sti'ri'n'.

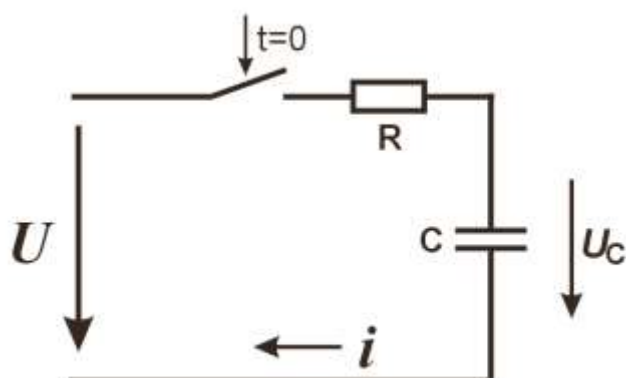
Generator implusi'n jazi'n'. Laboratoriyali'q moduldi ko'beyme elementin panelge almi'sti'ri'n' (sm. №2 kombinatsiyali'q 1shi kestege sa'ykes).

Generator implus jazi'n'. Kondensatordi'n' ha'm generator shig'iwini'n' («osc. №2») oscillograf ti'g'izli'g'i'ni'n' uli'wmali'q ko'sherin si'zi'n'.

Generator implus jazi'n'. Kondensatordi'n' ha'm generator shig'iwini'n' («osc. №2») oscillograf ti'g'izli'g'i'ni'n' uli'wmali'q ko'sherin si'zi'n'. Wo'tkinshi protsesstini' xarakterini belgilen'. Yeger wo'tkinshi process wo'zinde terbelmeli xarakter tasi'sa, T_c wo'zinin' so'niwshi terbelisinde kvaziperiodi'na belgilen'. Generator implusi'n o'shirin'. Laboratoriyali'q quri'lmani' o'shirin'.

3.2 RC SHI'NJI'RI'NDAG'I' WO'TKINSHI PROCESSLERDI IZERTLEW

1-suwrette RC- shi'nji'ri'ni'n' no'l jag'dayi'ndag'i' da'slepki sha'rti ko'rsetilgen.



1suwret RC-shi'nji'ri'ni'n' turaqli U kernewlilik deregine jalg'ani'wi' ha'm $t = 0$ waqi'ttag'i' jag'dayi'

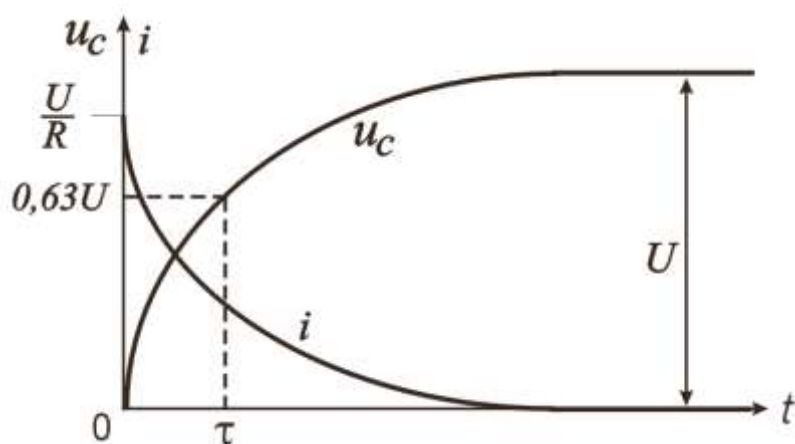
$t = 0$ waqi'ttag'i' kondensatordag'i' kernewlilik $u_C(0) = 0$, shi'nji'r turaqli' kernewlilik deregine jalg'anadi' $u(t) = U$. Shi'nji'rda to'mendegi an'latpa menen sa'wleleniwshi wo'tkinshi process ju'zege keledi:

kondensatordag'i' kernewlilik $u_C = U \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$,

shi'nji'rdag'i' tok $i = \frac{U}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$.

shi'nji'rda'n' turaqli' waqi'ti' $\tau = RC$ (2suwret) kondensatordag'i' $t = \tau$ jag'dayi'ndag'i' kernewlilik boyi'nsha ani'qlanadi'.

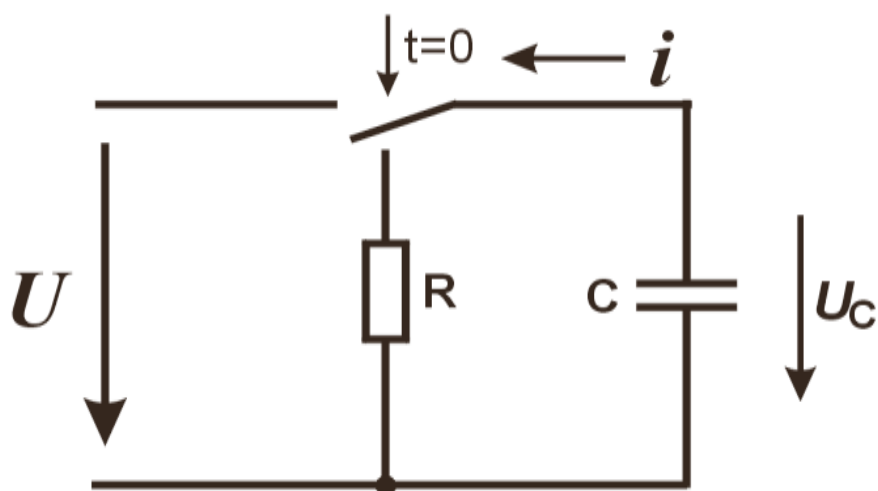
$$u_C = U(1 - e^{-1}) = 0,63 \cdot U$$



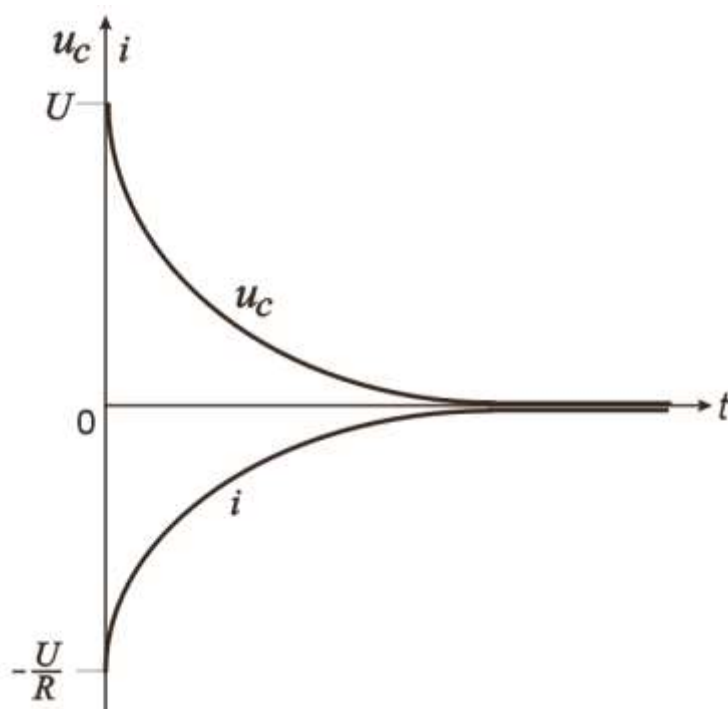
2-suwret. Kondensatordin' zaryadlang'an jag'dayi'ndag'i' RC-shi'nji'ri'ndag'i' wo'tkinshi process.

Da'slepki no'linshi jag'dayda'i' si'yi'mli'li'g'i' C, U kernewlilikke shekemgi zaryad R qarsi'li'qqa ta'sir ko'rsetedi(3- suwret)

$$u_C = U \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad i = -\frac{U}{R} e^{-\frac{t}{\tau}} .$$



3-suwret. R resistor arqali' C kondensatorg'a ko'rsetken ta'siri.



4-suwret. Kondensatordi'n' razryad jag'dayi'nda RC-shi'nji'ri'ndag'i' wo'tkinshi process.

YESAPLAW BO'LIMI

Elektr shi'nji'ri' ushin 1-suwrettegi tapsi'rma:

Rezistordag'i' qarsi'li'q R;
Kondensatordag'i' siyi'mli'li'q C.

Yesaplaw:

Shi'nji'rdag'i' turaqli' waqi't $\tau = R C$. Alg'an na'teyjelerdi 1-kestegе jazi'n'.

1-keste

RC-shi'nji'ri'ndag'i' turaqli' waqi'tti' yesaplan'

	1-varyant	2-varyant	3-varyant
R , kOm	10	10	50
C , nF	10	5	10
τ , mks			

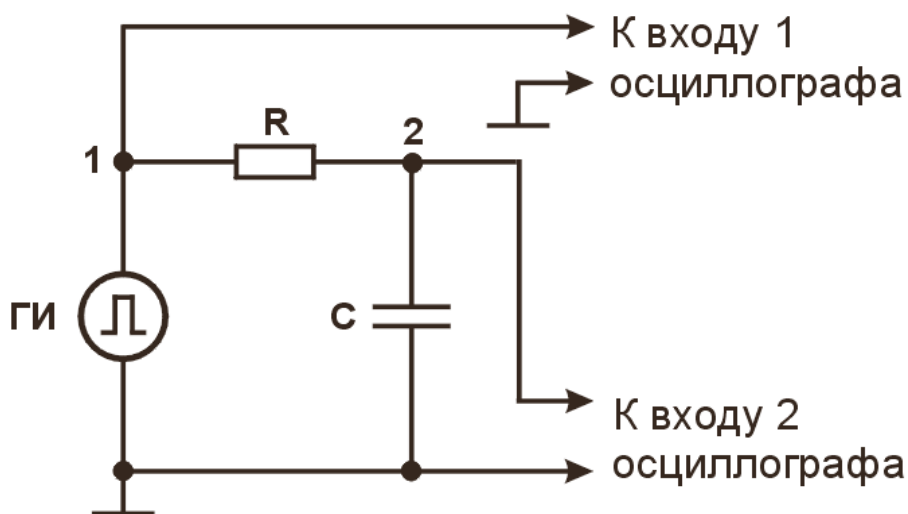
TA'JREYBE BO'LIMI

Ta'jreybe bo'liminde za'ru'r:

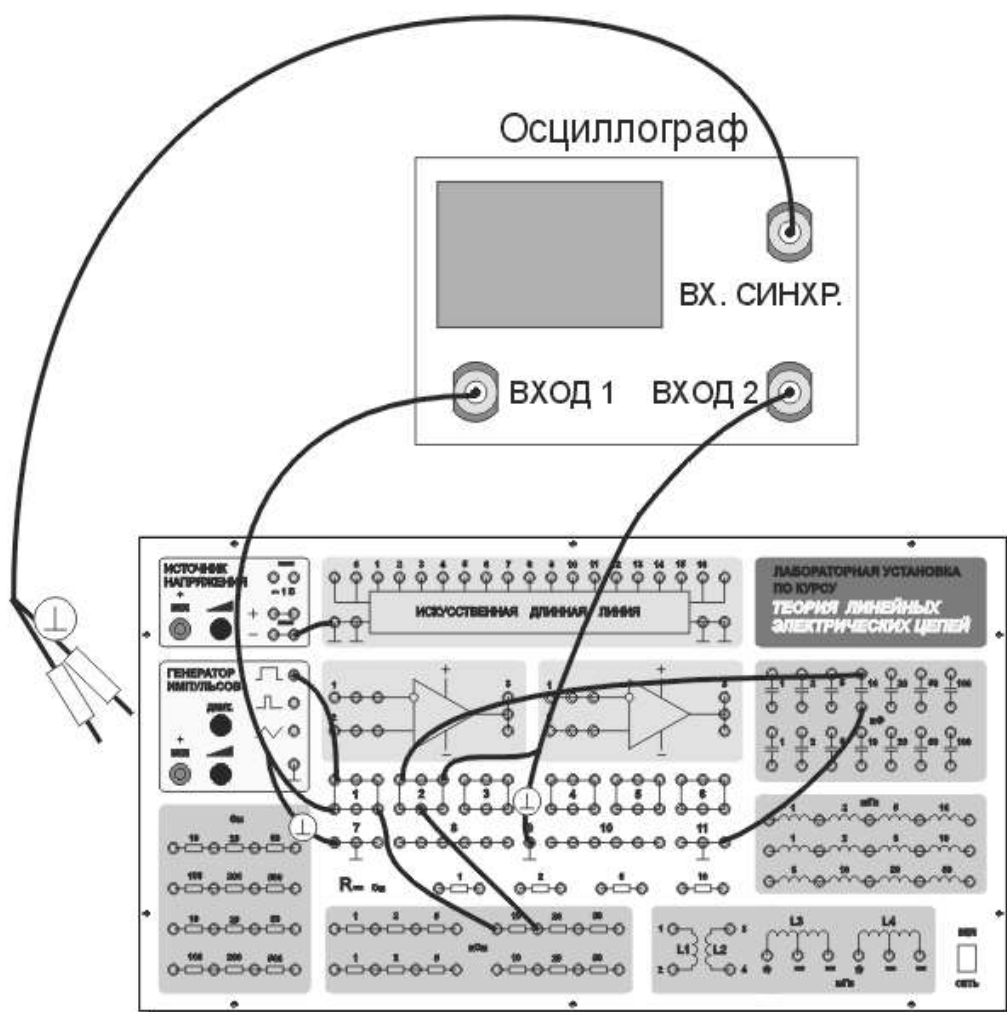
- Zaryad processinde RC-shi'nji'ri'ni'n' elementlerindeki kernewlilikni ha'm ha'r qi'yi'u'lken wo'lshemlerde R ha'm C jag'dayi'nda kondensator razryadi'n oscilogrammada baqlaw;
- RC-shi'nji'ri'ndag'i' turaqli' waqi'tti' ta'jreybe joli'menen ani'qlaw;
- Yesaplawlardi' ta'jreybe na'teyjeleri menen sali'sti'ri'n'.

Oscilogramdi'kondensatordag'i' kernewlilikni gu'zetiwge laboratoriyaliq sharaytti' tayarlan'.5-suwrette wo'zgeristi'n' ju'z beriw quri'li's sxemasi' ko'rsetilgen.

Labaratoriya sharayati'nda RC shi'nji'ri'ndag'i' wo'tkinshi processti aliw ushi'n impuls generatori' qollaniladi'. Woni'n' shi'g'i'wi'nda sekirmeli wo'zgeriwshen' kernewlilik payda boladi'. On' sekiriwde kernewlilik kondensatori' payda boladi' (won' impuls) . Teris sekiriwde kernewlilik kondensatori' zaryadsi'zlanadi' (impulslar arasi'ndag'i' bosli'q) .



5-suvret. Kondensatorda kernewdi oscillograf arqali' wo'lshevw principal sxemasi' Jalg'ani'wlar sxemasi'ni'n' elementi 6-suvrette ko'rsetilgen.



6 suvret. Kondensatordag'i' kernewlilikki oscillografiyalaw ushi'n qurilis elementlerin jalg'aw sxemasi'(C=10 nF,R=10kOm)

Impuls generatori'ni'n' shi'g'iwshi' kernewlilik retlegishin saat strelkasi'na qarama-qarsi' aqi'ri'na shekem buran'.Du'zilgen sxemani' oqi'ti'wshi'g'a ko'rsetin'.Oqitiwshi' tekserip bolg'annan son' sxemani' quri'lmag'a jalg'an'

Oscillografti' jalg'an'.Oscillografti'n' islew rejimi:

- Yeki kanalli' shi'nji'rda yeki kanaldag'i' kernew mug'dari'n bir waqi'tta kernew mug'dari'n indikatore ko'rsetiw;
- вход 1 – ashiq; seziwshen'lik 0,2 В / bo'liw;
- вход 2 – ashiq; 0,2 В / bo'liw;
- синхронизация - ishki (Laboratoriyali'q moduldin' shep qaptal betindegi tesikshege jalg'aw)
- wo'tkizgishtin' da'slepki quri'li's jag'dayinda 0,2 мс / дел.

Yeki knaldi'n' nol jag'daydag'i' kernewliligi ekran worayina sa'ykes ornati'li'wi' kerek.

Impuls generatori'n' jalg'an'. Impulslar amplitudasi'retlegishin wortasha xalatta jalg'an'. Impuls generatori'ni'n' sh'g'i'si'nda generatori'n' turaqli' formasi'n' oscilograf ekrani'nda ali'n'

Uzaqli'q retlegishi impulslar on' bag'i'ttag'i' uzaqli'g'i'n' 500 mks qa ten'lep jasan'(impulslardi'n' takrarlaniw periyodi' 1000 mks) . Impulslar amplitudasi'n' 1 voltqa ten' etip ali'n'. Bul u'lkenlikti aqi'ri'na shekem wo'zgerissiz saqlan' .

Kondensatorda ha'm generator shi'g'iw'i'nda oscilogramm kernewliligin uli'wma ko'sherde suwretlen' («осц. №1») . Oscilogramm boyinsha turaqli' tok shi'nji'ri'n' yesapqa ali'n'. Aldi'ng'i' ali'ng'an na'teyjeler menen sali'sti'ri'n'.

Impuls generatori'n' wo'shirin'. Laboratoriya moduli panelinde R ha'm C elementlerinin' qayta kommutacyalaniwi'n' wo'tkerin' ($C = 5 \text{ nF}$; $R = 10 \text{ k}\Omega$).

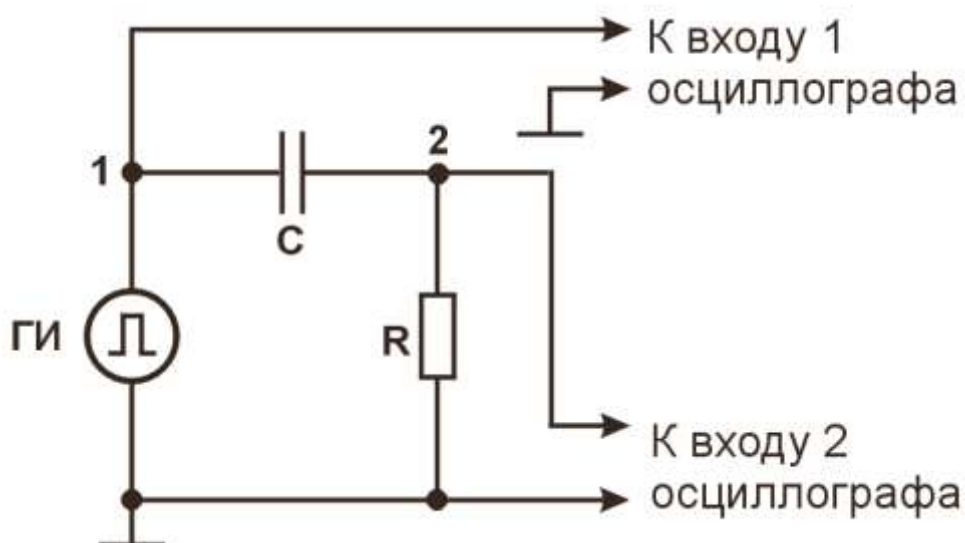
Impus generatori'n' jalg'an'. Kondensatordi' uli'wma ko'sherde suwretlen' («осц. №2») . Oscilogramm boyi'nsha turaqli' tok shi'nji'ri'n' yesapqa ali'n'. Laboratoriyali'q yesaplang'an bo'liminde ali'ng'an na'teyjelerdi sali'sti'ri'n'.

Impuls generatori'n' wo'shirin'. Laboratoriyali'q modul panelinde R ha'm C elementlerin qayta kommutacyalawdi' wo'tkerin' ($C = 10 \text{ nF}$; $R = 50 \text{ k}\Omega$).

Impuls generatori'n' jalg'an'.Kondensator ha'm generator shi'g'iw'i'nda («осц. №3») oscilogramm kernewliligin uli'wma ko'sherde suwretlen' . Oscilograf boyi'nsha turaqli' tok shi'nji'ri'n' yesapqa ali'n' . Laboratoriyaliq jumi'sti'n' yeaplang'an bo'limindegi na'teyjeler menen sali'st'ri'n'. Impuls generatori'n' wo'shirin'.

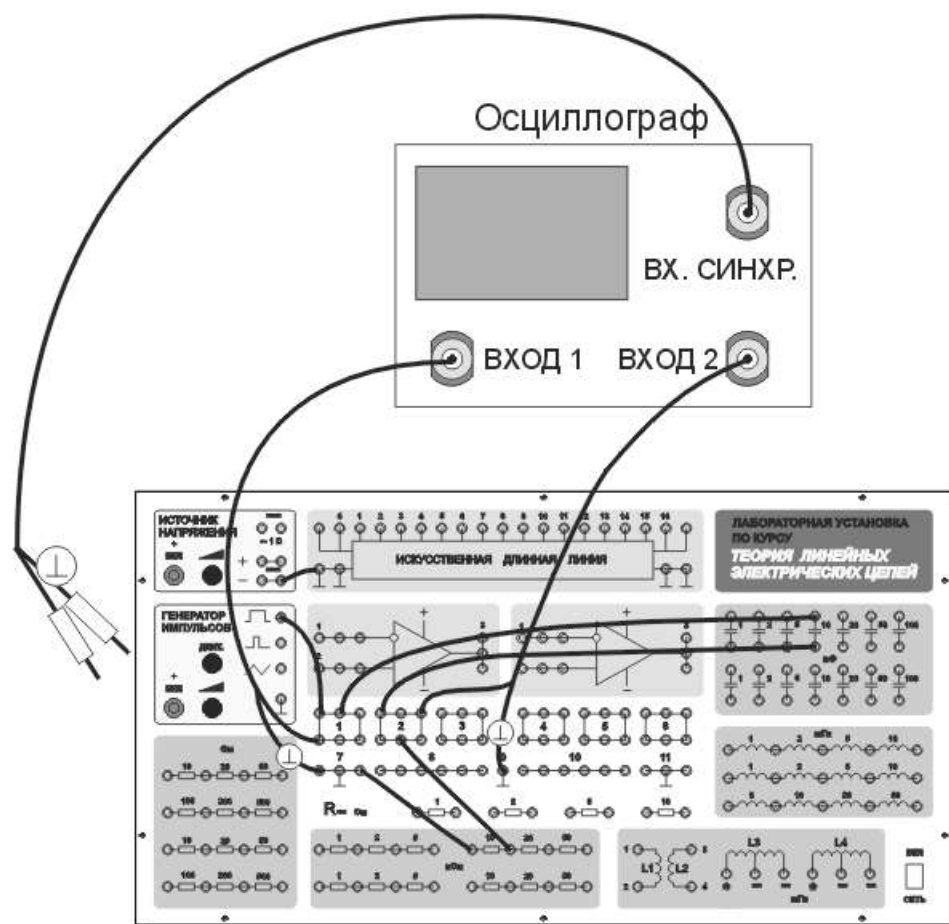
RC-shi'nji'ri'ndag'i'wo'tkinshi processte oscilogramm toki'n' baqlawg'a laboratoriyali'q jag'daydi' tayarlan' .

Quri'li's sxemasi' 7-suwrette berilgen.



7-suwret.RC-shi'nji'ri'ndag'i' wo'tkinshi processte oscilograf toki'ni'n' quri'li's sxemasi'.

Elementlerdin' jalg'ani'w sxemasi' 8-suwrette ko'rsetilgen.



8-suvret. RC-shi'nji'ri'ndag'i' wo'tkinshi processte tokti' oscilografiyalani'wi' ushi'n elementlerdin' jalg'aniw sxemasi' ($C = 10 \text{ нФ}$; $R = 10 \text{ кОм}$)

Impuls generatori'n jalg'an'. Shi'nji'rdag'i' oscilogramm toki'n suwretlen'. 1-suwrettegi kondensatordag'i' ha'm generator shig'i'windag'i' oscilogramm kernewliligin tap sol ko'sherde toli'qti'ri'n'.

Impuls generatori'n wo'shirin'. Laboratoriyaliq modul panelinde R ha'm C elementlerinin' qayta kommutaciyalani'wi'n a'melge asi'ri'n' ($C = 5 \text{ нФ}$; $R = 10 \text{ кОм}$).

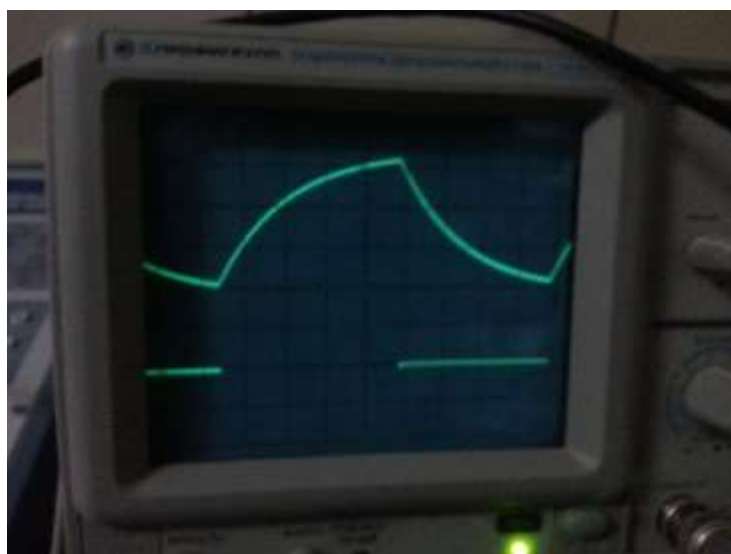
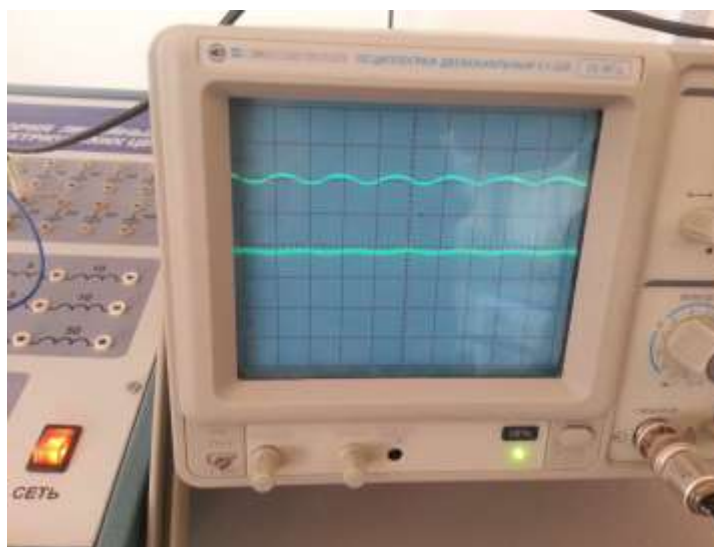
Impuls generatori'n jalg'an'. Shi'nji'rdag'i' oscilogramm toki'n suwretlen'. Kondensatordag'i' ha'm generator shig'i'wi'ndag'i' kernewlilikti 2-suwrettegi si'yaqli' ko'sherde suwretti toli'qti'ri'n'.

Impuls generatori'n wo'shirin'. Laboratoriya moduli panelinde R ha'm C elementlerinin' qayta kommutaciyalani'wi'n a'melge asi'ri'n' ($C = 10 \text{ нФ}$; $R = 50 \text{ кОм}$).

Impuls generatori'n iske tu'sirin'. Shi'nji'rdag'i' oscilogramm tokin suwretlen'.

Generator implusi'n o'shirin'. Laboratoriyali'q quri'lmani' o'shirin'

3.3 Laboratoriyali'q usi'lda na'tiyjeleri ha'm yesaplaw usi'li'nda analizlew



Juwmaqlaw

Juwmaqqa kelip joqari'da ayti'lg'ani'nday, keyngi ji'llarda shi'g'ari'li'p ati'rg'an a'debiyatlarda *elektr filtiri* dep signallardi'n' za'ru'r wo'zgerttiriwleri a'melge asi'ri'li'wi'n ta'miyinleytug'I'n jiylikli xarakteristikag'a iye bolg'an si'zi'qli' to'rtpolyusli'qlarg'a ayti'latug'I'n tu'sinikler ken' tarqalmaqta. Bul tu'sinik, tek g'ana filtirler ushi'n, ba'lkim basqa tu'rdegi to'rtpolyuslikler ushi'nda tiyisli. Soni'n' ushi'n elektr filtirlerge beriletug'I'n tu'sinik ani'qraq qoyi'w za'ru'rliqi tu'siniledi payda yetiwshi ji'yi'ndi'lari'nan ibarat bolg'an wo'zgeriwshen' toklardi' tez-tez ushrati'w mu'mkin.

Telekommunikatsiya sistemalari'nda a'melde qollani'wshi' cifrli' filtrlar haqqi'nda tiykarg'i teoremalardi' ko'reyik.. Joqari'da Fure ha'm Laplas wo'zgerttiriwleri arasi'ndag'I' baylani'sti' ha'm tiykarg'I' teoremalardi'n' fizikali'q tu'sindirmelerine toqtaymi'z. men usi' wo'zime bekutilgen kurs jumi'si'mdi' islewde wo'z u'stimde izlenip ko'plegen mag'lumatlarg'a iye boldi'm.

Paydalani'lg'an a'debiyatlar:

1. Русча-ўзбекча политехника атамалар луғати. О.У.Салимов бош муҳаррирлигида.—Т. «Фан», 1995. -360 б.
- 2.
3. Собиров М.А. Математика фанидан русча-ўзбекча луғат. —Т. «Ўқитувчи», 1983. -256 б.
4. www.google.uz
5. www.ziynet.uz