

Tutorial za RC / CR mrežu

Razlika između RC-a i CR-a je samo u izlazu. Kod jednog je izlaz R a kod drugog C (kao da to niste znali). No dobro. U zadatku su uvijek zadani neki graf (ulazni napon), vrijednost C [F], vrijednost R[ohm], i početni napon na C-u (ako nije zadan, uvijek sam pretpostavio da je 0, i do sad sam uvijek bio u pravu). Prvo što se računa je:

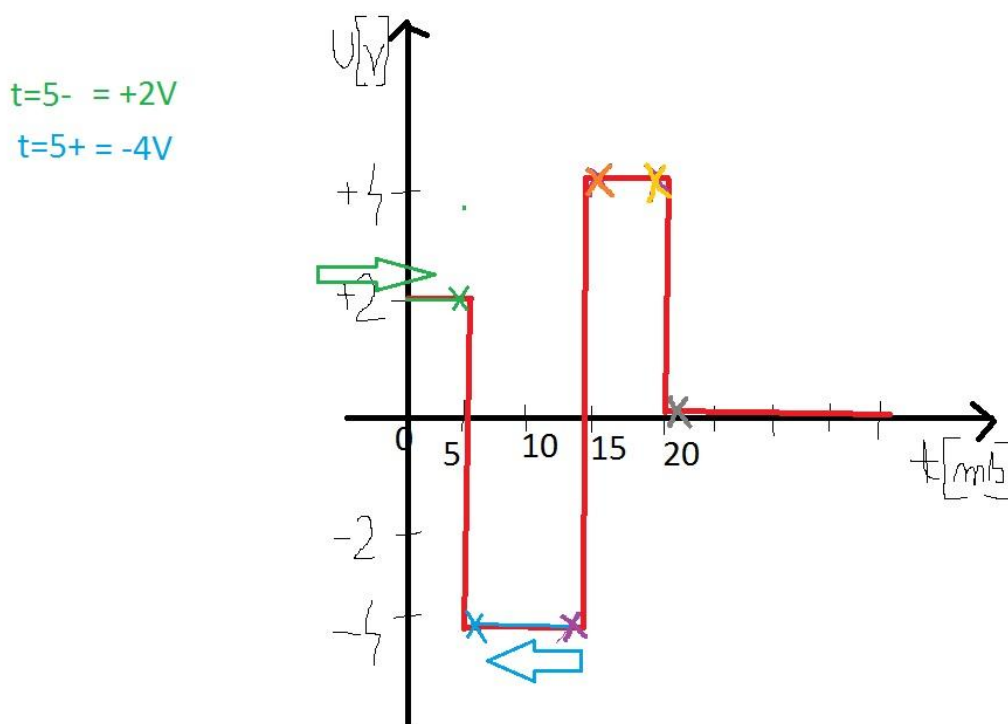
$$\tau = R_{uk} \cdot C_{uk} [ms]$$

Koliko god C-a i R-a nadrobili uvijek je R(ukupno) * C(ukupno). Kad ste uspješno izračunali τ crtate tablicu:

	U_{ul}	U_R	U_C
t=0-			
t=0+			
t=5-			
t=5+			
itd...			

Napomena: t-ove uzimate s obzirom na ulazni napon koji Vam je zadan, znači ako je promjena vrijednosti ulaznog napona u 3, onda morate uzeti u obzir i 3- i 3+

Ulazni napon zadan je obično grafom pa stupac u kojem piše U_{ul} popunjavate s obzirom na graf.

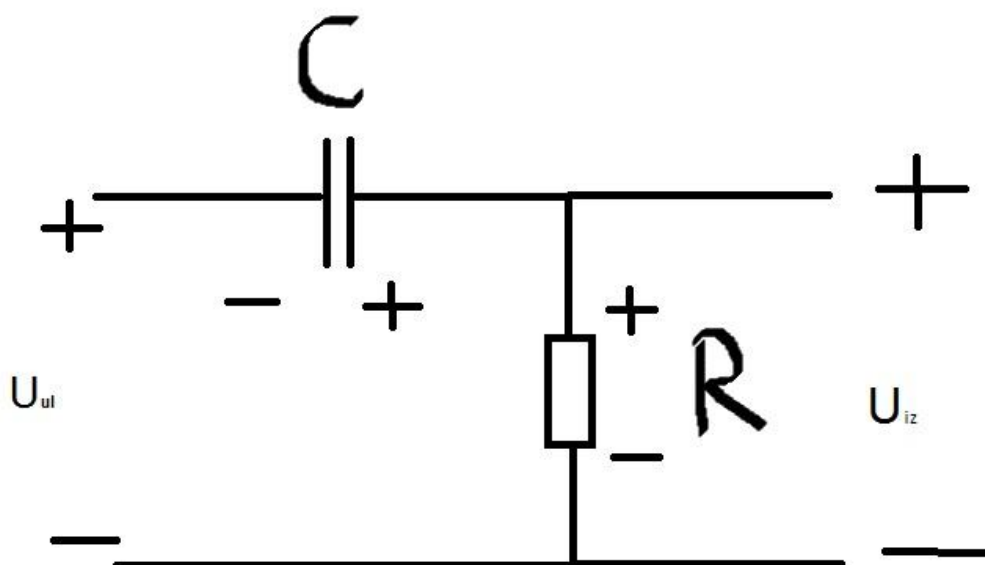


Slika 1: primjer ulaznog napona

Da bi dobili vrijednost u t- graf „čitajte“ s lijeva na desno. Dakle, u trenutku $t=0^-$ $U_{ul}=0V$, u trenutku $t=0^+$ („čitamo“ s desna na lijevo) $U_{ul}=+2V$. Na isti način dobijete za $t=5^-$ ($U_{ul}=+2V$), a za $t=5^+$ ($U_{ul}=-4V$). Za vježbu probajte dobiti $t=5^-$, $t=5^+$, $t=15^-$, $t=15^+$, $t=20^-$, $t=20^+$ (rješenja su u tablici.)

	U_{ul}	U_R	U_C
$t=0^-$	0 V		
$t=0^+$	2 V		
$t=5^-$	2 V		
$t=5^+$	-4 V		
$t=10^-$	-4 V		
$t=10^+$	4 V		
$t=20^-$	4 V		
$t=20^+$	0 V		

Nakon što ste popunili ulazni napon popunjavate stupac U_C .



Slika 2: primjer CR - mreže

I neka je zadano: $U_{C0} = 2 V$ (početni napon na kondichu), $C=1\mu F$, $R=1k\Omega$. (zaključujemo, odnosno izračunamo $\tau=R*C=1ms$). S tim podacima popunjavamo prva dva redka U_C . Promjena napona na kondichu nije trenutna, tako da vrijedi

$$U_C(t^-) == U_C(t^+)$$

	U_{ul}	U_R	U_C
$t=0-$	0 V	-2 V (ako se pitate zašto „minus“ pogledajte polaritet na kondichu)	
$t=0+$	2 V		-2 V
$t=5-$	2 V		
$t=5+$	-4 V		
$t=10-$	-4 V		
$t=10+$	4 V		
$t=20-$	4 V		
$t=20+$	0 V		

Uvijek računate napon na kondichu, a nako toga ćemo popunjavati stupac s U_R . Napon na kondichu u nekom trenutku t - računa se formulom:

$$U_C(t^-) = U_C(tp) + (U_{ul} - U_C(tp)) \cdot (1 - e^{-\frac{\Delta t}{\tau}})$$

$U(tp)$ predstavlja „trenutak prije“ promjene, a delta t predstavlja razliku vremena (konačno – početno ili ti, trenutak u kojem tražimo vrijednost – „trenutak prije“)

Za $t=5-$ vrijedi:

$$U_C(5^-) = -2 + (2 - (-2)) \cdot (1 - e^{-1})$$

Vrijednost U_C prije trenutka 5-, vidimo da je to $U_C(0+)$

U_{ul} u trenutku 5-

vrijeme u kojem trežimo vrijednost (5) „minus“ vrijeme u trenutku prije (0)

$5 - 0 = 5$

$$U_C(5^-) = 1,973048212V$$

I tu vrijednost upistujemo u $t=5^-$ i u $t=5^+$ jer smo prije rekli da vrijedi:

$$U_C(t^-) = U_C(t^+)$$

za $t=10^-$ vrijedi:

$$U_C(10^-) = 1,97 + (-4 - 1,97) \cdot (1 - e^{-\frac{5}{1}}) = -3,959753918V$$

za $t=20^-$ vrijedi:

$$U_C(20^-) = 3,999638628V$$

(ako ne dobijete $U_C(20^-)$ točno u decimalu fulali ste u delta t ☺)

konačno tablica izgleda:

	U_{ul}	U_R	U_C
$t=0^-$	0 V		-2 V
$t=0^+$	2 V		-2 V
$t=5^-$	2 V		1,97V
$t=5^+$	-4 V		1,97V
$t=10^-$	-4 V		-3,96V
$t=10^+$	4 V		-3,96V
$t=20^-$	4 V		3,9996V≈4V
$t=20^+$	0 V		3,9996V≈4V

Sad smo napravili 10% posla. Idem si po soka. Samo malo....

Preostaje nam još konačno rješenje zadatka izračunati a to je U_R . Računa se vrlo jednostavno, direktnom primjenom Kirchhoffovog zakona o električnom naponu koji glasi:

$$U_{ul} = U_R + U_C$$

konačno naša tablica izgleda ovako:

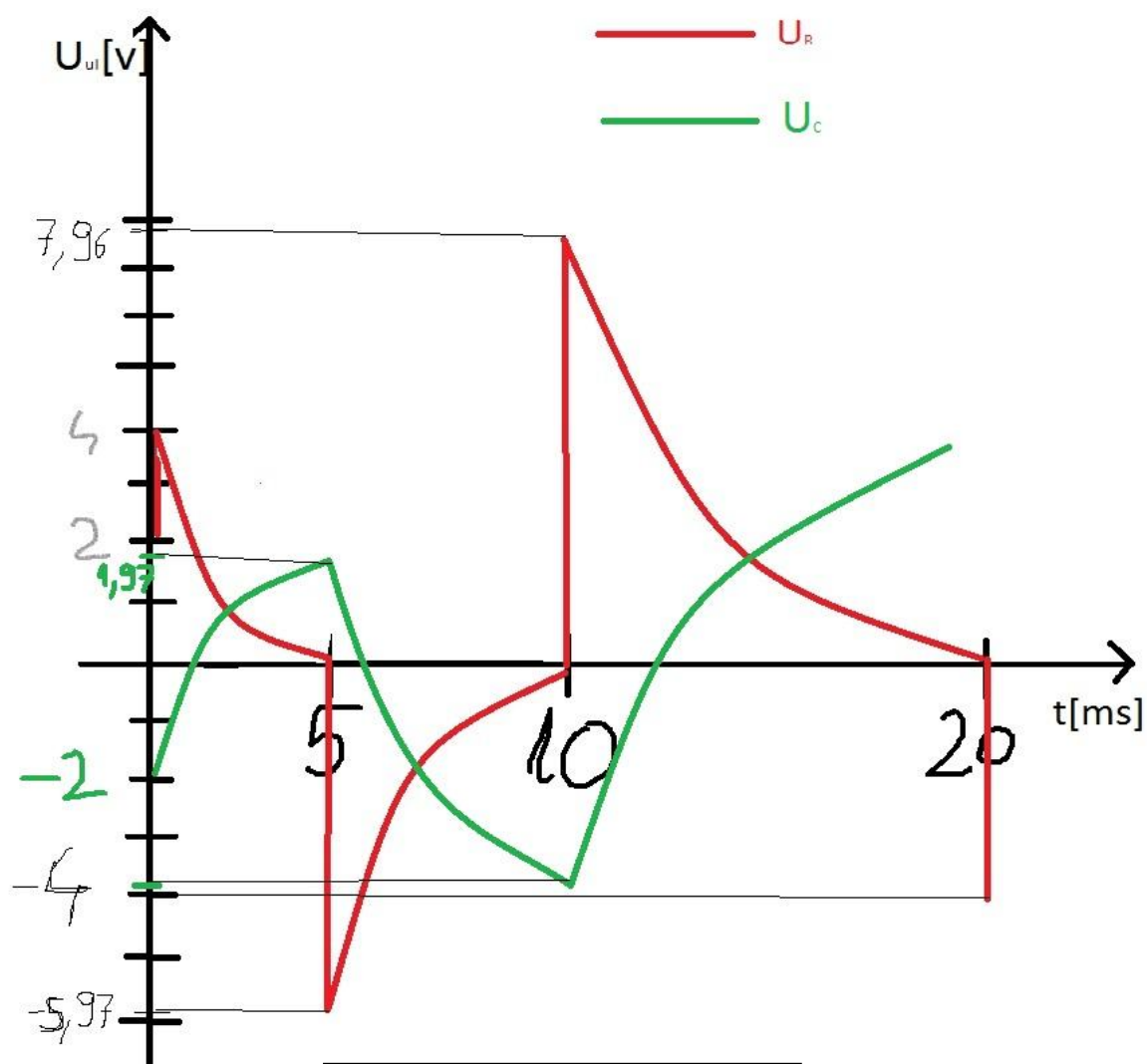
	U_{ul}	U_R	U_C
$t=0^-$	0 V	2 V	-2 V
$t=0^+$	2 V	4 V	-2 V
$t=5^-$	2 V	0,03 V	1,97V
$t=5^+$	-4 V	-5,97 V	1,97V
$t=10^-$	-4 V	-0,04 V	-3,96V
$t=10^+$	4 V	7,96 V	-3,96V
$t=20^-$	4 V	0 V	3,9996V≈4V
$t=20^+$	0 V	-4 V	3,9996V≈4V

Na ispitu stupac koji me traži samo zaokružim:

	U_{ul}	U_R	U_C
$t=0-$	0 V	2 V	-2 V
$t=0+$	2 V	4 V	-2 V
$t=5-$	2 V	0,03 V	1,97V
$t=5+$	-4 V	-5,97 V	1,97V
$t=10-$	-4 V	-0,04 V	-3,96V
$t=10+$	4 V	7,96 V	-3,96V
$t=20-$	4 V	0 V	3,9996V \approx 4V
$t=20+$	0 V	-4 V	3,9996V \approx 4V

Identično se računa da je na izlazu kondich. Još ste brže gotovi jer nećete morati računati U_R .

U zadatku se može tražiti da se nacрта izlazni napon.



Slika 3: primjer izlaznog napona na otporu i kondichu

E sad da nebi bilo sve tako jednostavno postoji jedna lećka (iliti caka). Može se tražiti da se izračuna napon u trenutku $t=3$, $t=7$, $t=13$. Za tako međuintervalne vrijednosti koristimo jednu formulu koju je malo zeže za objasniti ali ću pokušati:

Dakle $t=3$ se nalazi između $0+$ i $5-$, znači jednim djelom na njega utječe napon u $0+$, i upravo nam je taj napon potreban. U našem slučaju on iznosi $U_R(0+) = 4V$, a formula glasi:

$$U_R(t) = U_R(\text{utjece}) \cdot e^{-\frac{\Delta t}{\tau}}$$

Zvuči glupo ali pokušat ću objasniti na primjeru. Za naš slučaj:

$t=3$ ms, $\tau=1$ ms, $U_R(t=0+)=+4$ V => jer napon u $0+$ utječe na napon u $t=3$ ms, i delta $t=3$ ms (odnosno: t (u kojem tražimo vrijednost) „minus“ t (koji utječe na vrijednost))

$$U_R(t = 3ms) = 4 \cdot e^{-\frac{3}{1}} = 0,1991482735V$$

$$U_R(t = 7ms) = -5,97 \cdot e^{-\frac{2}{1}} = -0,8079516409V$$

Napon koji utječe u 7ms je onaj u $5+ms$ a to je $-5,97V$

delta t = trenutak u kojem tražimo vrijednost (7) „minus“ trenutak koji utječe na vrijednost napona u (7) == 5

$$7-5=2$$

$$U_R(t = 13ms) = 0,3963050642V$$

(ako ne dobijete $U_R(13)$ točno u decimalu fulali ste u delta t ☺)

Ponovite si djelilo napona kod otpora i kako se odnose naponi kod serijskog/paralelnog spoja kondicha jer im nije strano da stave dva otpora a traži se izlaz na jednom. Kratko: Ta dva spojite u jedan i identično računate U_R i nakon toga ga množite s djelilom napona na otporu koji se traži i dobijete traženi napon. Eto to bi bilo to, nadam se da će Vam biti od pomoći, ako nešto nije jasno PM-ajte me. Sretno svima na ispitu.

by Boem U Duši