

## 11 - Regenerativní obvody, oscilátory RC a LC, generátory impulsních signálů, bistabilní a monostabilní klopné obvody

### Regenerativní obvody

Obvody schopné generovat, tedy vytvářet jednorázové nebo periodické změny elektrických veličin. Toho dosáhneme použitím součástek s negativním diferenciálním odporem (tunelová dioda), nebo použitím zesilovače s kladnou zpětnou vazbou. Požadované průběhy se dají vytvořit také digitálně a následně vyhladit dolní propustí.

### Oscilátory

Slouží ke generování ustáleného harmonického průběhu. Z frekvenčně závislé rovnice pro celkové zesílení soustavy ze zpětnovazební smyčkou, kde  $A$  je zesílení a  $\beta$  je činitel zpětné vazby, můžeme určit mezní podmínku oscilací, kde  $\omega_0$  je kmitočet oscilací.

$$A'(j\omega) = \frac{A(j\omega)}{1 - \beta(j\omega)A(j\omega)} \quad \beta(j\omega_0)A(j\omega_0) = 1$$

Tuto podmínku si můžeme rozdělit na podmínku fázovou  $\varphi_\beta + \varphi_A = 0$  a amplitudovou  $\beta(\omega_0)A(\omega_0) = 1$ , které musí platit současně fázovou podmínkou je jednoznačně určena frekvence oscilací kmitočtová závislost fáze v okolí  $\omega_0$  musí být co nejstrmější mají-li vzniknout po zapnutí obvodu kmity musí být  $\beta(j\omega_0)A(j\omega_0) > 1$

typické způsoby realizace:

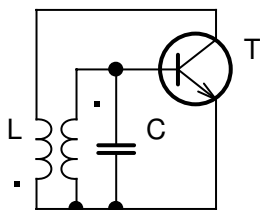
- LC prvky s rezonančním obvodem
- kombinace RC prvků k nastavení potřebné fázové charakteristiky
- krystalem řízené oscilátory

### Oscilátory LC

Používány pro kmitočty od desítek kHz do stovek MHz. Hlavními problémy LC oscilátorů je stálost kmitočtu oscilací, stálost amplitudy při přeladování a čistota výstupního spektra (harmonické zkreslení). Pro tyto nedostatky se používají jen zřídka, především ve specifických případech. Kmitočet oscilací je nejčastěji nastavován kapacitou (varikapem) a je blízký kmitočtu

$$\text{použitého rezonančního obvodu } f_0 \approx f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Jedno z mnoha možných principiálních zapojení neuvažující nastavení pracovního bodu



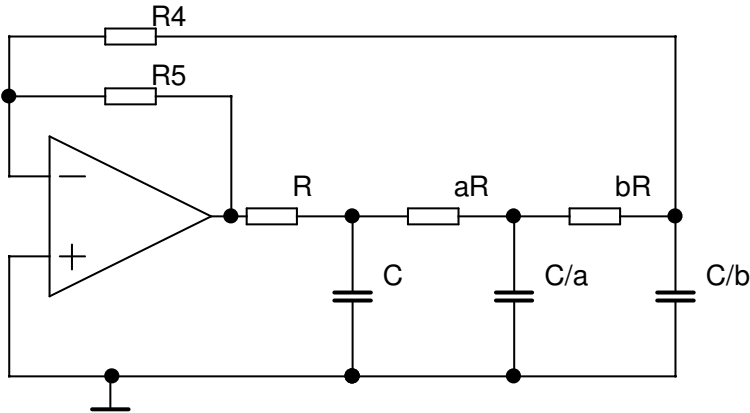
## Oscilátory RC

obecně dělíme na dva typy:

- oscilátory s postupně posouvanou fází
- oscilátory můstkové

### Oscilátory s postupně posouvanou fází

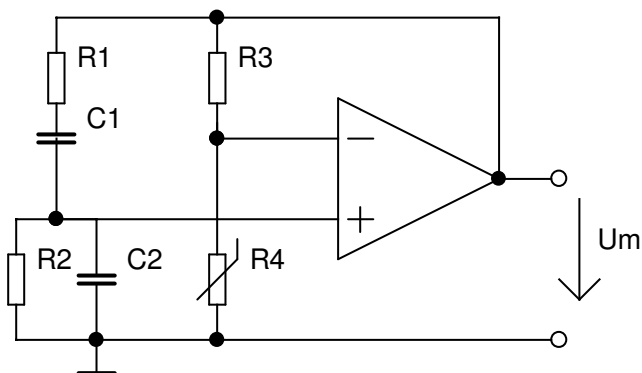
Pracuje s jedinou smyčkou zpětné vazby. Používají se v oblasti nízkých kmitočtů kde nejsou k dispozici krystalové rezonátory. Trojice kaskádně zapojených integračních (derivačních) článků posouvá fázi o  $180^\circ$ , a v kombinaci s invertovaným vstupem je tak splněna fázová podmínka a fázový posuv je nulový.



### Oscilátory můstkové (s Wienovým členem)

Využívá dvě smyčky zpětné vazby, kladnou a zápornou. Využívá principu pásmové propusti okolo kritické frekvence  $f_0$ .

Na rozdíl od oscilátoru s postupně posouvanou fází má několik výhod. Je přeladitelný v širokém rozsahu (1kHz - 1MHz). V okolí  $f_0$  má velmi strmou fázovou charakteristiku, takže malé změny fáze způsobí zanedbatelné změny frekvence z čehož vyplívá velká frekvenční stabilita. Vzhledem k tomu, že se jedná o selektivní článek, je amplitudová podmínka kmitání splněna jen pro  $f_0$  a z toho vyplívá malé tvarové zkreslení výstupního signálu.

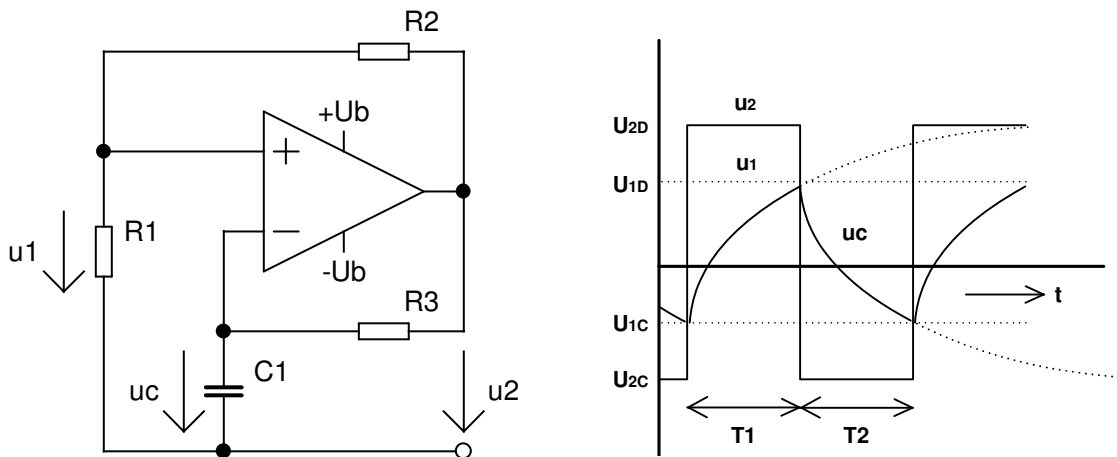


## Klopné obvody

- astabilní
- monostabilní
- bistabilní

Slouží ke generování impulsních průběhů se strmými přechody mezi určitými napěťovými úrovněmi. Jestliže je přechod mezi dvěma stabilními úrovněmi způsoben pouze vnějším signálem, jedná se o bistabilní obvod. Jestliže výstupní veličiny setrvávají ve svých kvazistabilních polohách jen po dobu danou RC nebo RL členem a periodicky mezi těmito úrovněmi přeskakují, označujeme je jako astabilní obvody. Jestliže je jeden stav kvazistabilní a druhý stabilní, překlopitelný pouze vnějším popudem, hovoříme o monostabilním klopném obvodu.

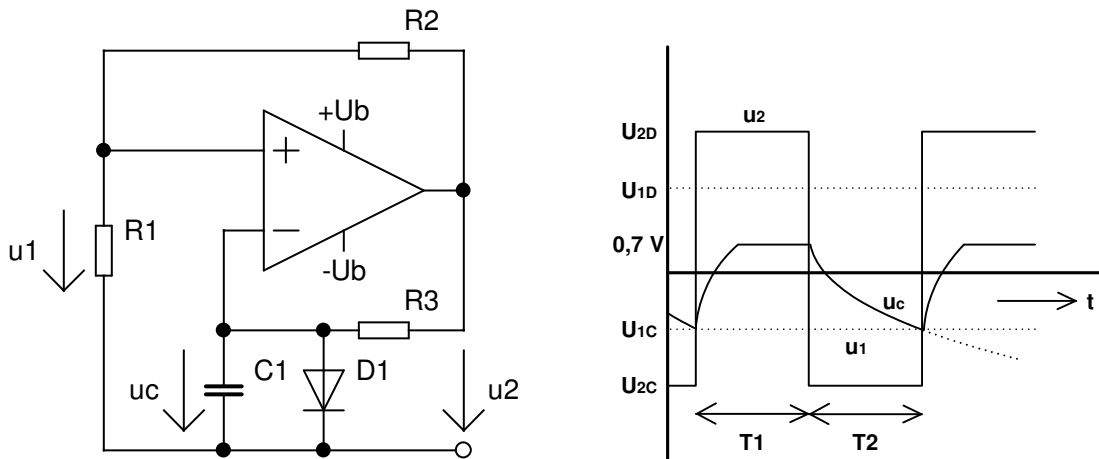
### Astabilní



Jde-li na výstupu z operačního zesilovače kladné napětí, začne se přes rezistor R3 nabíjet kondenzátor C1. Za normálních podmínek by se nabyl na hodnotu U2D danou napájecím napětím OZ. Jakmile ale nepatrně překročí hodnotu U1D danou velikostí napětí na R1 přepne se OZ na invertovaný vstup a začne na výstup přivádět záporné napětí. Kondenzátor se začne pro změnu nabíjet záporným napětím a celý cyklus se opakuje.

$$T_1 = \tau \ln \frac{U_{2D} - U_{1C}}{U_{2D} - U_{1D}} \quad T_2 = \tau \ln \frac{U_{2C} - U_{1D}}{U_{2C} - U_{1C}}$$

## Monostabilní



Obvod je navíc doplněn jen diodou postavenou paralelně s kondenzátorem, která nedovolí aby se na kondenzátoru objevilo napětí větší než 0,7 V a tudíž nedojde k samovolnému překlopení. Vykývnutí MKO musí být proto nastartováno krátkodobým zmenšením  $u_1$  pod 0,7 V.

## Bistabilní

Používají se jako statické paměti binární informace, Schmittovy klopné obvody napravující deformovaný logický signál a tvarovací obvody generující velmi rychlý skok napětí nebo proudu.

## Generátory impulsních signálů

Pulsní generátory generují posloupnost (v ideálním případě pravoúhlých nebo lichoběžníkových) pulsů s nastavitelnými parametry: amplitudou  $A$ , frekvencí  $f$  (nebo periodou  $T$ ), délkou kladného pulsu  $t_+$ , délkou záporného pulsu  $t_-$ , činitelem plnění  $t_+/T$ , zpožděním proti okamžiku spuštění, často i s nastavitelnou dobou náběhu  $t_n$  a dobou doběhu  $t_d$ .

## Literatura

- [1] Elektronické obvody a funkční bloky. Jan uhlíř, Přemek Neumann strana 237 - 267
- [2] Elektrická měření. Vladimír Haasz, Miloš Sedláček.2003 strana 162 – 170

## Zpracoval

Jiří Urban urbanj4@fel.cvut.cz