



Oscilátory

Josef Dobeš
České učení technické v Praze
Katedra radioelektroniky

16. října 2013

Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 1 z 16

Zpět

Celá obrazovka

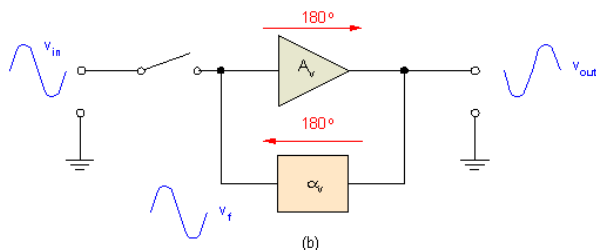
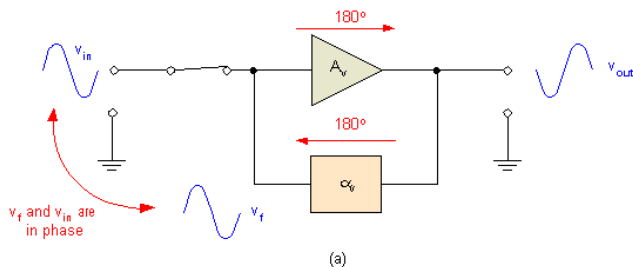
Zavřít

Konec

Rádiové obvody a zařízení

1. Regenerační zpětná vazba

Každý oscilátor potřebuje **spouštěcí impuls** ke startu oscilací; většina oscilátorů jej získá při zapnutí obvodu. Obvod musí mít tzv. **regenerační zpětnou vazbu**, tj. přes smyčku zpětné vazby musí být fázový posun 360° :



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 2 z 16

Zpět

Celá obrazovka

Zavřít

Konec

2. Barkhausenova podmínka oscilací

Součin zisku zesilovače (A_V) a zesílení zpětnovazebního členu (fakticky útlumu) (α_V) musí být roven jedné:

$$A_V \alpha_V = 1$$



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 3 z 16

Zpět

Celá obrazovka

Zavřít

Konec

2. Barkhausenova podmínka oscilací

Součin zisku zesilovače (A_V) a zesílení zpětnovazebního členu (fakticky útlumu) (α_V) musí být roven jedné:

$$A_V \alpha_V = 1$$

Pokud toto kritérium není splněno, stane se následující:

- je-li $A_V \alpha_V < 1$, jsou oscilace utlumeny během několika cyklů,
- je-li $A_V \alpha_V > 1$, oscilátor dospěje do saturace a k ořezávání (clipping) kmitů.



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 3 z 16

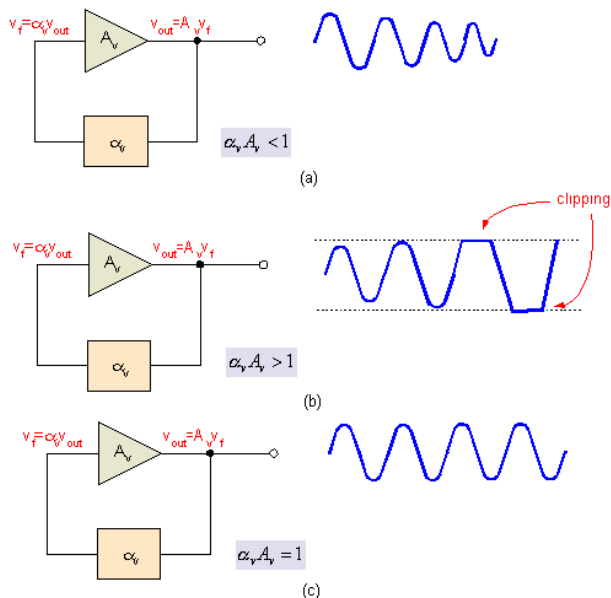
Zpět

Celá obrazovka

Zavřít

Konec

Všechny tři možnosti lze znázornit následujícím způsobem:



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 4 z 16

Zpět

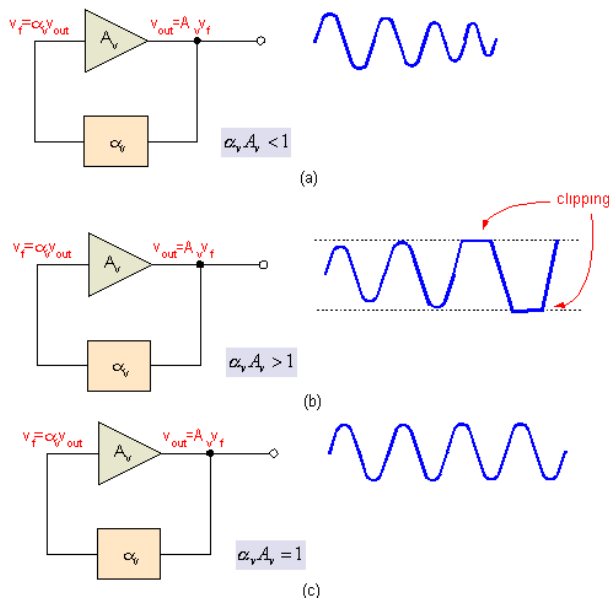
Celá obrazovka

Zavřít

Konec



Všechny tři možnosti lze znázornit následujícím způsobem:



Každý oscilátor je ve skutečnosti **nelineární obvod** – a nelinearita obvodu vždy zabrání extrémnímu růstu amplitudy kmitů.

Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsov oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 4 z 16

Zpět

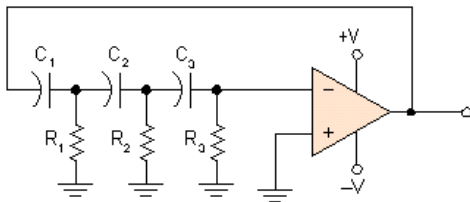
Celá obrazovka

Zavřít

Konec

3. Oscilátory s fázovým posunem

Oscilátor obsahuje **tři** RC články ve zpětné vazbě:



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsovův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 5 z 16

Zpět

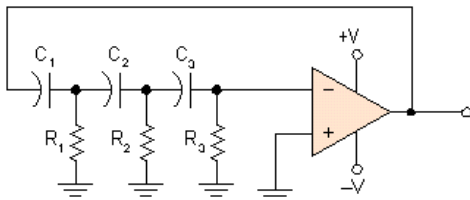
Celá obrazovka

Zavřít

Konec

3. Oscilátory s fázovým posunem

Oscilátor obsahuje tři RC články ve zpětné vazbě:



Na první pohled se jeví, že každý RC článek posouvá fázi o 60° , není to však pravda, protože každý následující článek zatěžuje článek předcházející. Celkově však fázový posun trojice článků musí být 180° .



[Regenerační zpětná ...](#)

[Barkhausenova ...](#)

[Oscilátory s ...](#)

[Oscilátor s ...](#)

[Colpittsov oscilátor](#)

[Hartleyův oscilátor](#)

[Clappův oscilátor](#)

[Principiální ...](#)

[Armstrongův oscilátor](#)

[Oscilátory s krystalem](#)

[Napětově řízený ...](#)

[Oscilátor s ...](#)

[Domovská stránka](#)



Strana 5 z 16

[Zpět](#)

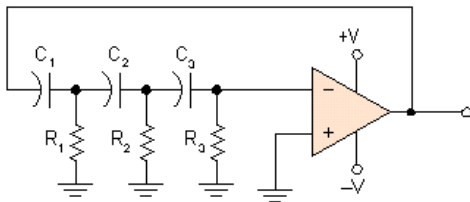
[Celá obrazovka](#)

[Zavřít](#)

[Konec](#)

3. Oscilátory s fázovým posunem

Oscilátor obsahuje tři RC články ve zpětné vazbě:



Na první pohled se jeví, že každý RC článek posouvá fázi o 60° , není to však pravda, protože každý následující článek zatěžuje článek předcházející. Celkově však fázový posun trojice článků musí být 180° .

Oscilátory s fázovým posunem jsou však v praxi používány jen zřídka, protože v nich lze jen obtížně udržet konstantní amplitudu a fázi.



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsov oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 5 z 16

Zpět

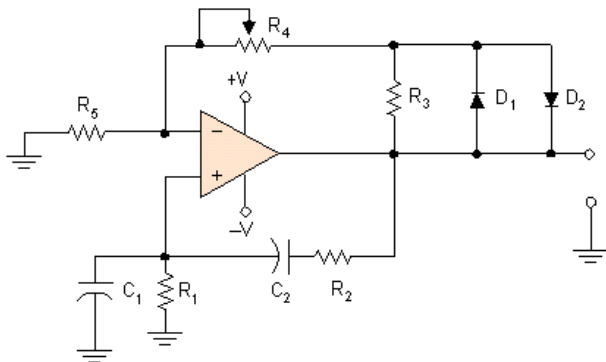
Celá obrazovka

Zavřít

Konec

4. Oscilátor s Wienovým můstkem

Tento oscilátor používá nulový fázový posun v **kladné** zpětné vazbě:



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsovův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 6 z 16

Zpět

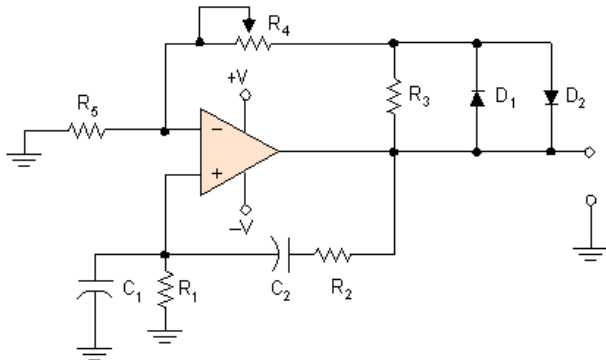
Celá obrazovka

Zavřít

Konec

4. Oscilátor s Wienovým můstkem

Tento oscilátor používá nulový fázový posun v **kladné** zpětné vazbě:



Oba dva RC obvody vytvářejí dolní propust, která – jak je známo – nemá žádný fázový posun v propustném pásmu.



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsovův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 6 z 16

Zpět

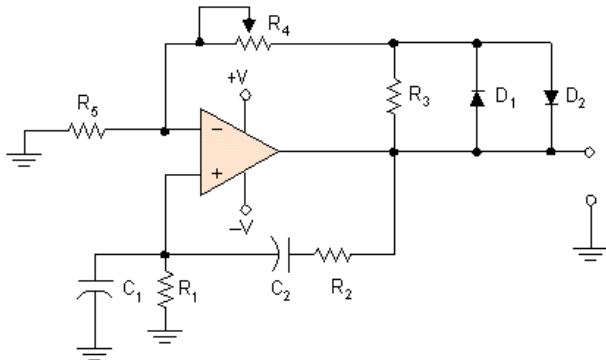
Celá obrazovka

Zavřít

Konec

4. Oscilátor s Wienovým můstkem

Tento oscilátor používá nulový fázový posun v **kladné** zpětné vazbě:



Oba dva RC obvody vytvářejí dolní propust, která – jak je známo – nemá žádný fázový posun v propustném pásmu.

Proměnný rezistor slouží k jemnému doladování frekvence, diody slouží k stabilizaci amplitudy oscilátoru.



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsov oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 6 z 16

Zpět

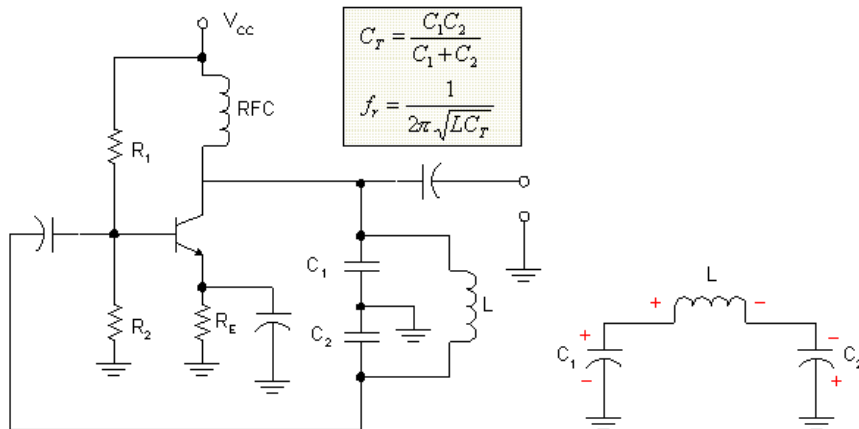
Celá obrazovka

Zavřít

Konec

5. Colpittsův oscilátor

Colpittsův oscilátor používá pár kapacitorů (C_1 , C_2) a induktor (L) k vytvoření regenerační zpětné vazby:



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 7 z 16

Zpět

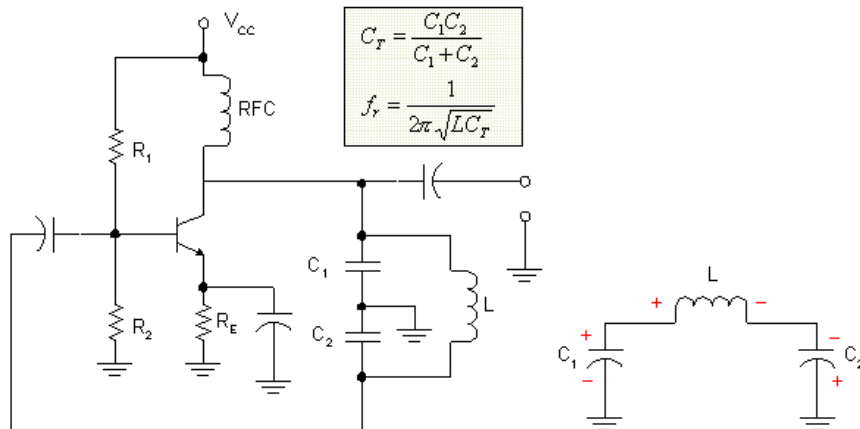
Celá obrazovka

Zavřít

Konec

5. Colpittsův oscilátor

Colpittsův oscilátor používá pár kapacitorů (C_1 , C_2) a induktor (L) k vytvoření regenerační zpětné vazby:



Způsob, jakým dochází k požadovanému fázovému posunu 180° je patrný z obrázku: každý z dvojice kapacitorů způsobí posun o 90° .



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 7 z 16

Zpět

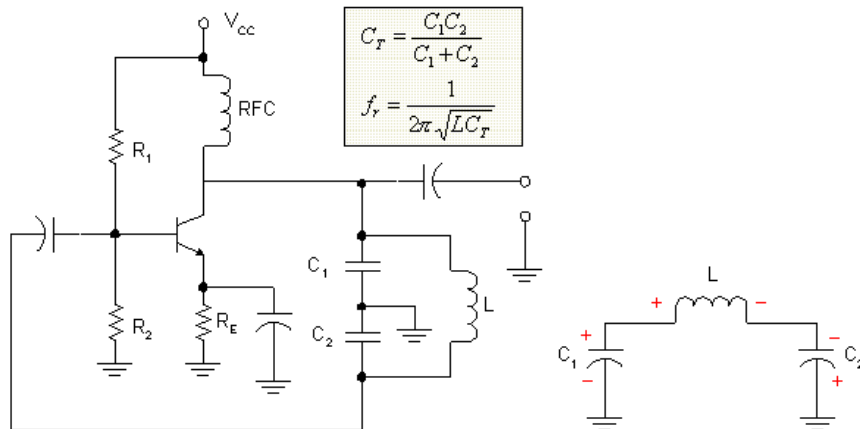
Celá obrazovka

Zavřít

Konec

5. Colpittsův oscilátor

Colpittsův oscilátor používá pár kapacitorů (C_1 , C_2) a induktor (L) k vytvoření regenerační zpětné vazby:



Způsob, jakým dochází k požadovanému fázovému posunu 180° je patrný z obrázku: každý z dvojice kapacitorů způsobí posun o 90° .

Frekvence oscilací je určena Thomsonovým vztahem (viz obrázek) a je mnohem stabilnější než u předcházejících oscilátorů.



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 7 z 16

Zpět

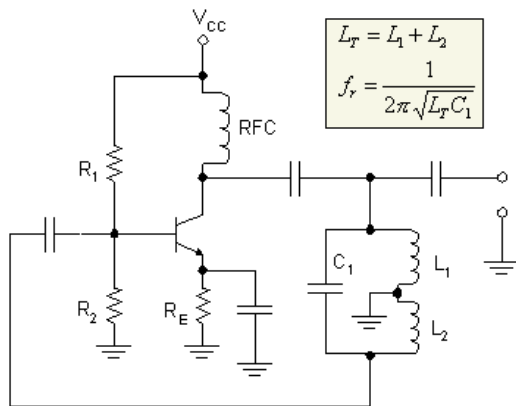
Celá obrazovka

Zavřít

Konec

6. Hartleyův oscilátor

Hartleyův oscilátor na rozdíl od Colpittsova oscilátoru používá dva induktoři a jeden kapacitor v obvodu zpětné vazby:



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 8 z 16

Zpět

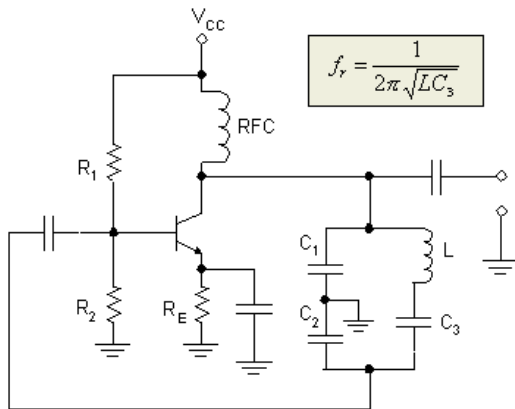
Celá obrazovka

Zavřít

Konec

7. Clappův oscilátor

Clappův oscilátor je také podobný Colpittsově oscilátoru, používá ovšem kapacitor navíc (C_3) v sérii s induktorem. Tento kapacitor má za úkol redukovat vliv kapacit přechodů na frekvenci oscilátoru.



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 9 z 16

Zpět

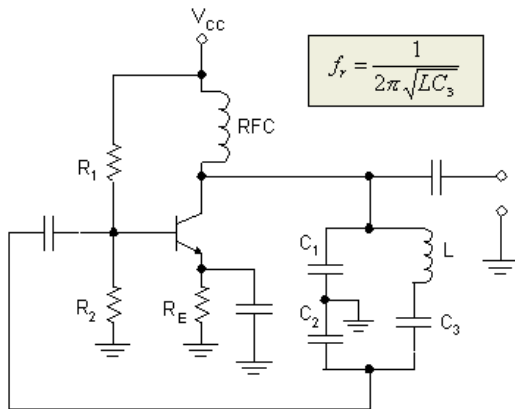
Celá obrazovka

Zavřít

Konec

7. Clappův oscilátor

Clappův oscilátor je také podobný Colpittsově oscilátoru, používá ovšem kapacitor navíc (C_3) v sérii s induktorem. Tento kapacitor má za úkol redukovat vliv kapacit přechodů na frekvenci oscilátoru.



Z obrázku totiž plyne, že:

- C_1 je paralelní k vstupní Millerově kapacitě,
- C_2 je paralelní k výstupní Millerově kapacitě.



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 9 z 16

Zpět

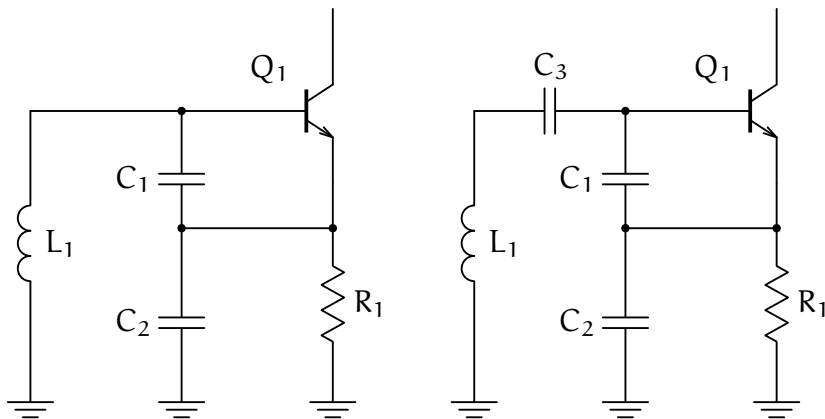
Celá obrazovka

Zavřít

Konec

8. Principiální zapojení Colpittsova a Clappova oscilátoru

Pokud ve schématech použijeme jen principiální prvky, dostaneme následující principiální zapojení:



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsov oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 10 z 16

Zpět

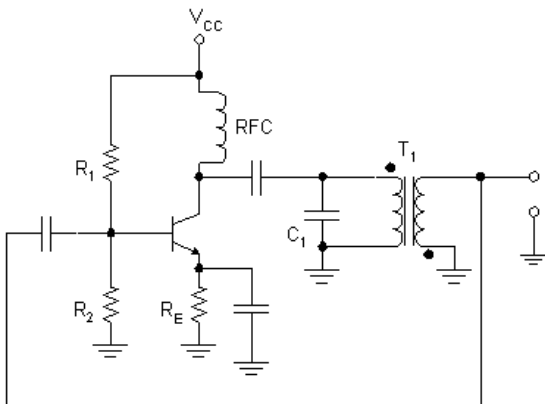
Celá obrazovka

Zavřít

Konec

9. Armstrongův oscilátor

Armstrongův oscilátor používá transformátor k získání nezbytného fázového posunu 180° :



[Regenerační zpětná ...](#)

[Barkhausenova ...](#)

[Oscilátory s ...](#)

[Oscilátor s ...](#)

[Colpittsův oscilátor](#)

[Hartleyův oscilátor](#)

[Clappův oscilátor](#)

[Principiální ...](#)

[Armstrongův oscilátor](#)

[Oscilátory s krystalem](#)

[Napětově řízený ...](#)

[Oscilátor s ...](#)

[Domovská stránka](#)



Strana 11 z 16

[Zpět](#)

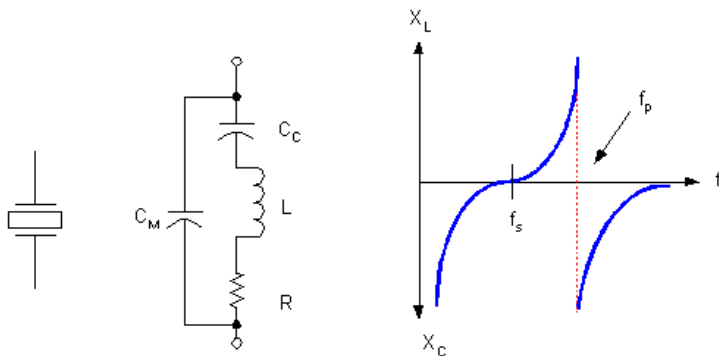
[Celá obrazovka](#)

[Zavřít](#)

[Konec](#)

10. Oscilátory s krystalem

Krystaly využívají piezoelektrický efekt, tzn. krystal vibruje s konstantní frekvencí, pokud je vystaven elektrickému poli. Vytvořením krystalu s přesnými rozměry lze získat velmi přesné standardy frekvence. V elektrotechnice se používají krystaly s kysličníku křemičitého (SiO_2). Model krystalu je následující:



[Regenerační zpětná ...](#)

[Barkhausenova ...](#)

[Oscilátory s ...](#)

[Oscilátor s ...](#)

[Colpittsův oscilátor](#)

[Hartleyův oscilátor](#)

[Clappův oscilátor](#)

[Principiální ...](#)

[Armstrongův oscilátor](#)

[Oscilátory s krystalem](#)

[Napětově řízený ...](#)

[Oscilátor s ...](#)

[Domovská stránka](#)



Strana 12 z 16

[Zpět](#)

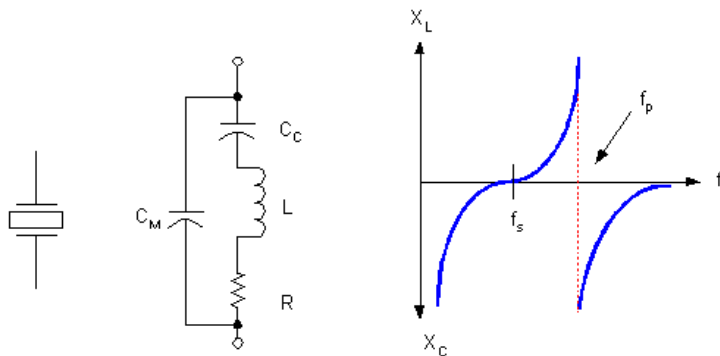
[Celá obrazovka](#)

[Zavřít](#)

[Konec](#)

10. Oscilátory s krystalem

Krystaly využívají piezoelektrický efekt, tzn. krystal vibruje s konstantní frekvencí, pokud je vystaven elektrickému poli. Vytvořením krystalu s přesnými rozměry lze získat velmi přesné standardy frekvence. V elektrotechnice se používají krystaly s kysličníku křemičitého (SiO_2). Model krystalu je následující:



Je vidět, že krystal vykazuje tzv. sériovou a paralelní rezonanci, konkrétní obvody je tedy třeba vzhledem k tomu navrhovat. Skutečný rozdíl mezi sériovou a paralelní rezonancí je **velmi** malý. (Obr. je přizpůsoben.)



[Regenerační zpětná ...](#)

[Barkhausenova ...](#)

[Oscilátory s ...](#)

[Oscilátor s ...](#)

[Colpittsův oscilátor](#)

[Hartleyův oscilátor](#)

[Clappův oscilátor](#)

[Principiální ...](#)

[Armstrongův oscilátor](#)

[Oscilátory s krystalem](#)

[Napětově řízený ...](#)

[Oscilátor s ...](#)

[Domovská stránka](#)



Strana 12 z 16

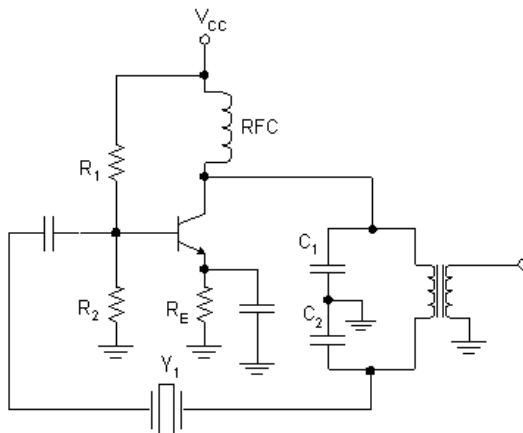
[Zpět](#)

[Celá obrazovka](#)

[Zavřít](#)

[Konec](#)

Colpittsův oscilátor řízený krystalem:



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 13 z 16

Zpět

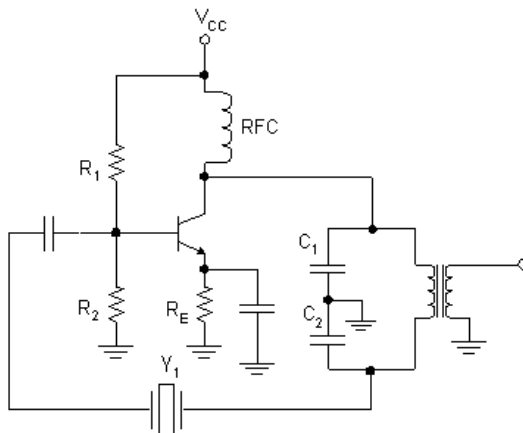
Celá obrazovka

Zavřít

Konec



Colpittsův oscilátor řízený krystalem:



V tomto případě pracuje krystal se sériovou rezonancí; při sériové rezonanci je impedance krystalu téměř nulová (viz [model krystalu](#)).

[Regenerační zpětná ...](#)

[Barkhausenova ...](#)

[Oscilátory s ...](#)

[Oscilátor s ...](#)

[Colpittsův oscilátor](#)

[Hartleyův oscilátor](#)

[Clappův oscilátor](#)

[Principiální ...](#)

[Armstrongův oscilátor](#)

[Oscilátory s krystalem](#)

[Napětově řízený ...](#)

[Oscilátor s ...](#)

[Domovská stránka](#)



Strana 13 z 16

[Zpět](#)

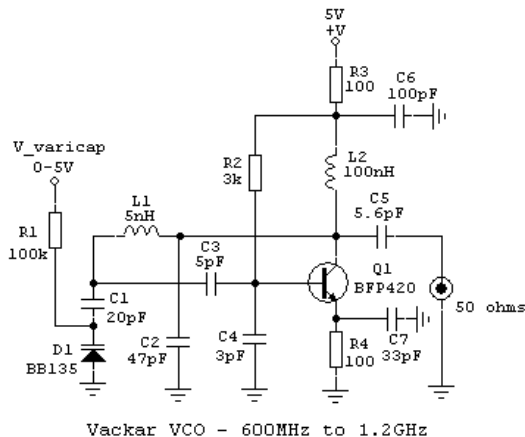
[Celá obrazovka](#)

[Zavřít](#)

[Konec](#)

11. Napěťově řízený oscilátor

Jde o tzv. Vackářův oscilátor, potřebné přeladování je zajištěno přiváděním různého stejnosměrného napětí na varikap BB135 (a tím změnou jeho kapacity):



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napěťově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 14 z 16

Zpět

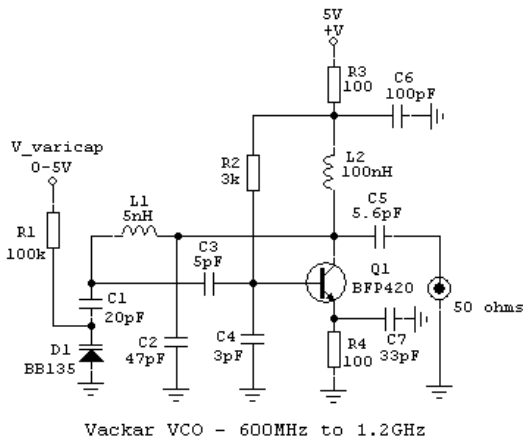
Celá obrazovka

Zavřít

Konec

11. Napěťově řízený oscilátor

Jde o tzv. Vackářův oscilátor, potřebné přeladování je zajištěno přiváděním různého stejnosměrného napětí na varikap BB135 (a tím změnou jeho kapacity):



Ke změně kmitočtu na dvojnásobek je třeba změnit ladící kapacitu čtyřnásobně.



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napěťově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 14 z 16

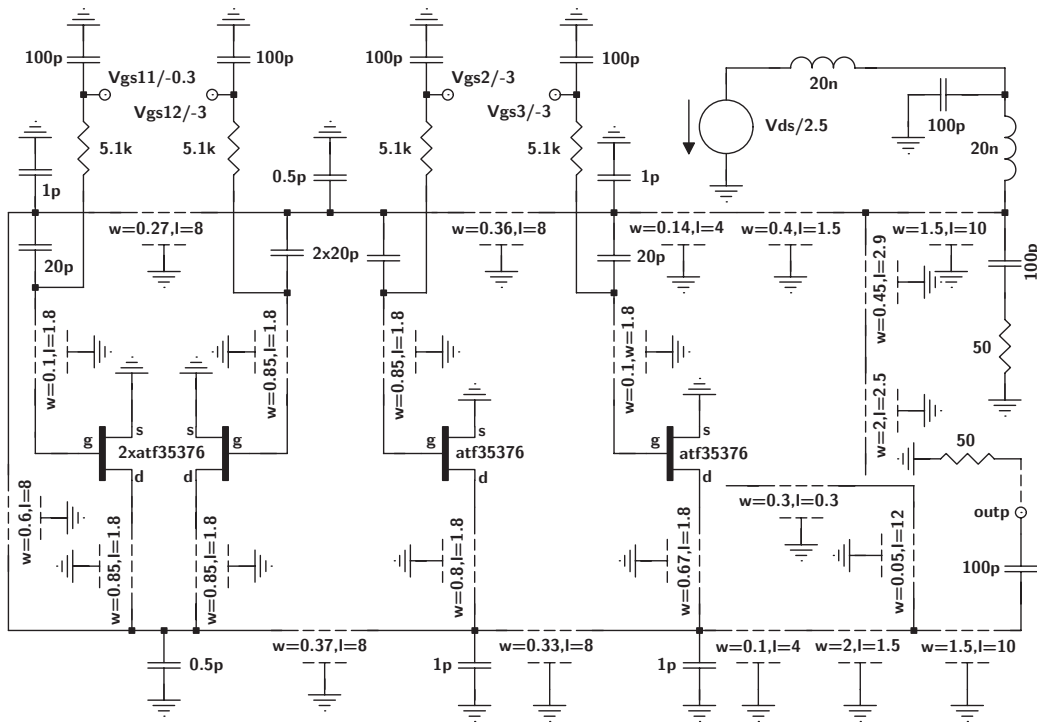
Zpět

Celá obrazovka

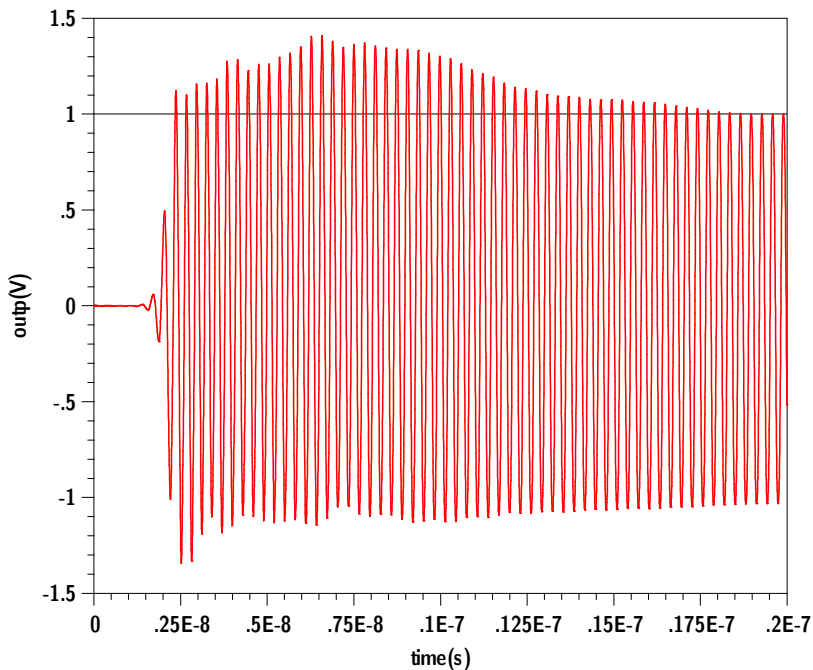
Zavřít

Konec

12. Oscilátor s rozprostřeným zesilením



Velmi komplikovaný přechodný děj oscilátoru s rozprostřeným zesílením:



Regenerační zpětná ...

Barkhausenova ...

Oscilátory s ...

Oscilátor s ...

Colpittsův oscilátor

Hartleyův oscilátor

Clappův oscilátor

Principiální ...

Armstrongův oscilátor

Oscilátory s krystalem

Napětově řízený ...

Oscilátor s ...

Domovská stránka



Strana 16 z 16

Zpět

Celá obrazovka

Zavřít

Konec