

ELEKTRONIKA

Viera Stopjaková (viera.stopjakova@stuba.sk)

Ústav elektroniky a fotoniky

FEI STU



Harmonické obvody

Reznančné obvody.

Oscilátory.

Prednáška

5

Rezonancia elektrického obvodu

Stav EO budeného zdrojom harmonického signálu

s istou frekvenciou (rezonančná),

pri ktorom nedochádza k periodickej výmene energie medzi EO a zdrojom.

- nastáva v obvodoch, ktoré obsahujú tzv. **akumulačné súčiastky**
 - súčiastka, ktorá dokáže akumulovať energiu (napr. C alebo L)
- Rezonančný obvod
 - **sériový**
 - **paralelný**

RLC rezonančný obvod

Otázka: Za akých podmienok dochádza k rezonancii v RLC obvode?

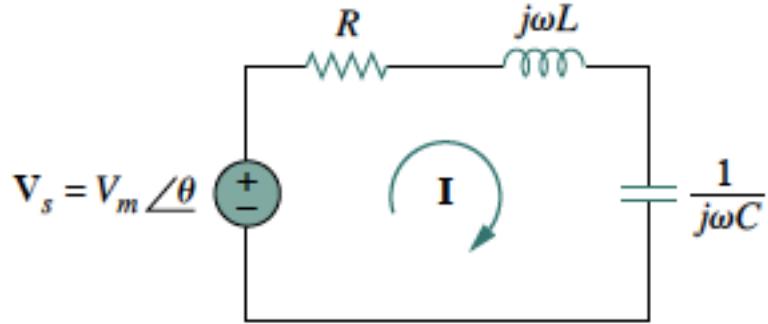
Rezonancia v RLC obvode nastáva, keď sa
reaktacie kondenzátora a cievky rovnajú



impedancia obvodu má iba **rezistívny** charakter

- **Rezonančné obvody** sa používajú sa pri návrhu filtrov, ktoré majú úzke prenosové pásmo (*selektívne filtre*)
 - využitie v telekomunikáciách

Sériový rezonančný obvod (SRO)



Podmienka rezonancie = imaginárna časť Z sa musí rovnať nule



$$\text{Im}(Z) = -\frac{1}{\omega C} + \omega L = 0$$

Ekvivalentná impedancia obvodu

$$Z = R + \frac{1}{j\omega C} + j\omega L$$

Re

Im

$$Z = R + j \left[-\frac{1}{\omega C} + \omega L \right]$$

Reaktancia kondenzátora

Reaktancia cievky

Rezonančná frekvencia sériového RLC obvodu

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

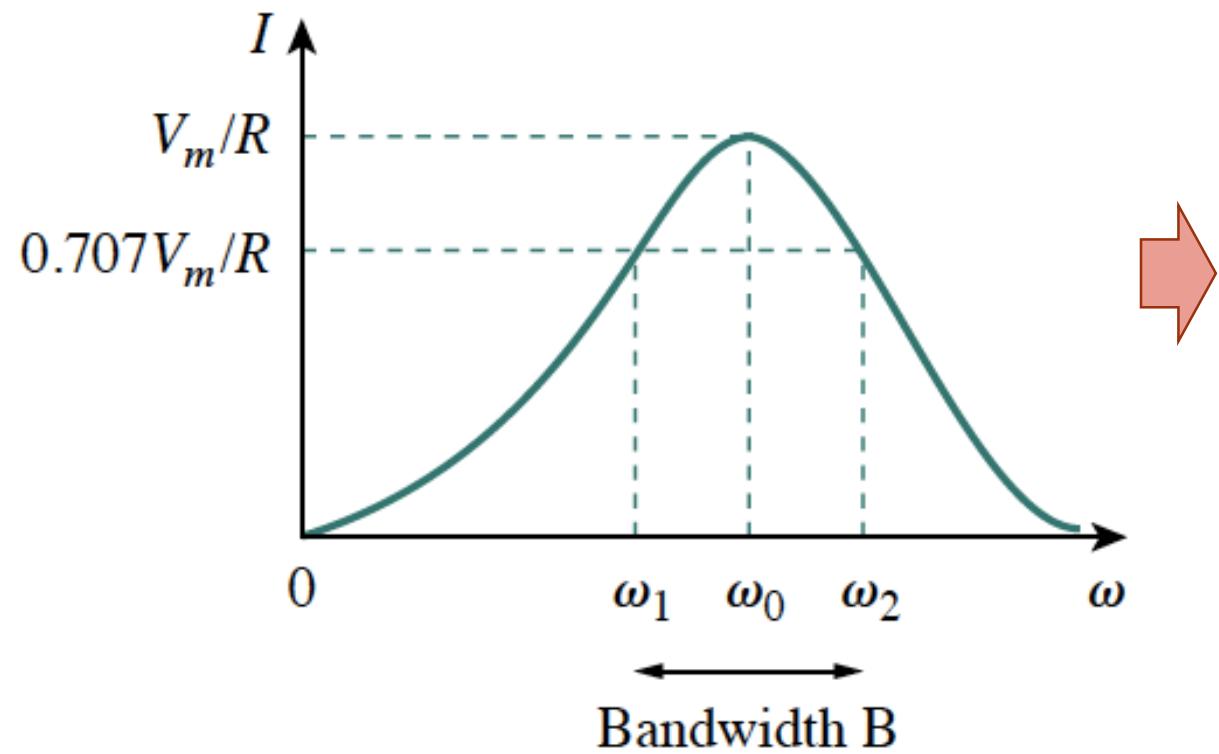
$$\omega = 2\pi f$$



$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Sériový rezonančný obvod (SRO)

- Amplitúdová charakteristika sériového RLC rezonančného obvodu

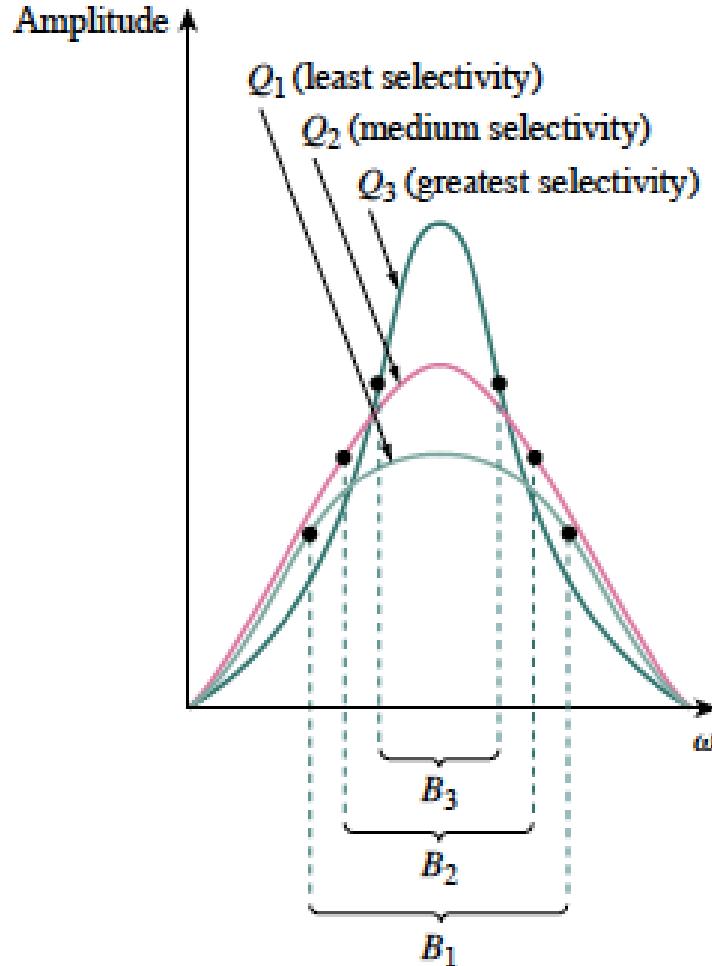


Pokles o 3 dB predstavuje medzné frekvencie filtra, a ich rozdiel nazývame šírka pásma

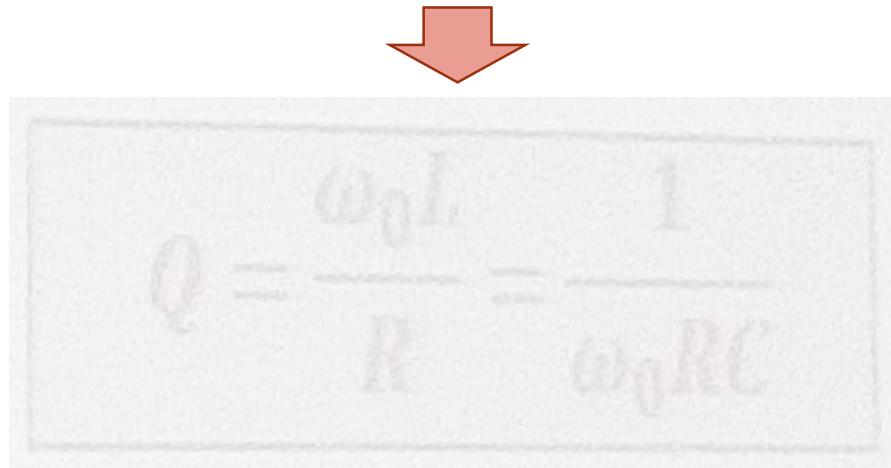
$$B = \omega_2 - \omega_1$$
$$B = \omega_0^2 RC = \frac{R}{L}$$

Kvalita SRO

- Určuje aké úzke pásmo je prenášané

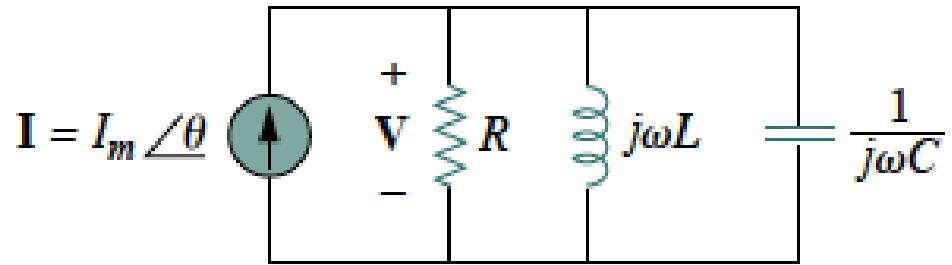


Faktor kvality SRO vyjadruje pomer jeho rezonančnej frekvencie ku šírke prenášaného pásma



Zvyšovaním kvality SRO sa zvyšuje jeho selektivita

Paralelný RLC rezonančný obvod (PRO)



Podmienka rezonancie =
imaginárna časť Y sa musí rovnať nule



$$\text{Im}(Y) = \frac{1}{\omega L} + \omega C = 0$$

Ekvivalentná admitancia obvodu

$$Y = \frac{1}{R} + j\omega C + \frac{1}{j\omega L}$$

Re

Im

$$Y = \frac{1}{R} + j \left[\omega C + \frac{1}{\omega L} \right]$$

Reaktancia kondenzátora

Reaktancia cievky

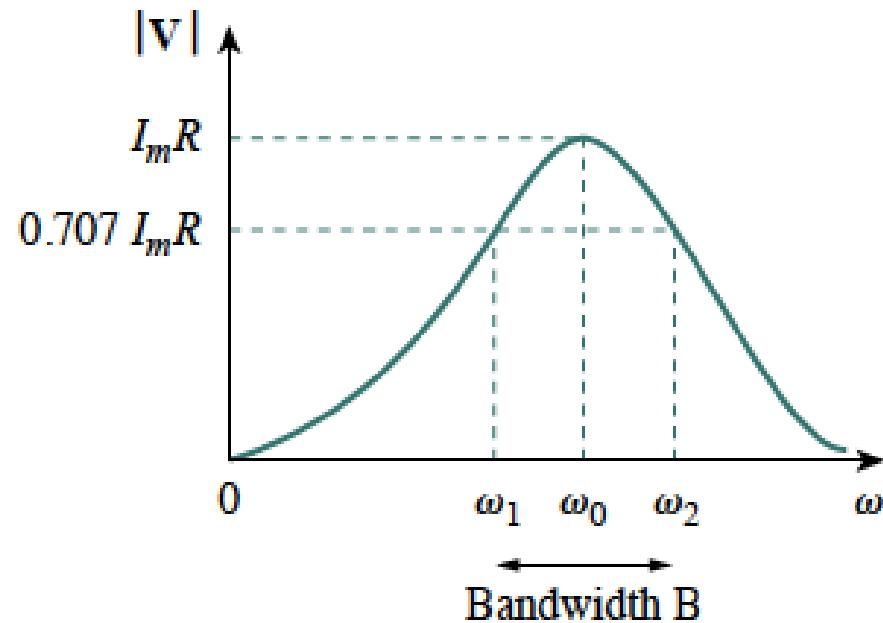
Rezonančná frekvencia paralelného RLC obvodu

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \omega = 2\pi f$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

Paralelný RLC rezonančný obvod

- Amplitúdová charakteristika rovnaká ako pri sériovom RLC



Najdôležitejšie parametre rezonančného obvodu sú:

- . rezonančná frekvencia
- . medzné frekvencie
- . šírka pásma
- . faktor kvality

Šírka pásma

$$B = \omega_2 - \omega_1 = \frac{1}{RC}$$

Faktor kvality

$$Q = \omega_0 RC = \frac{R}{\omega_0 L}$$

Oscilátory

Otázka: DC signál generuje batéria. Ako môžeme vytvoriť AC signál?



Oscilátor - obvod, ktorý na svojom výstupe generuje **AC signál**

■ Oscilátory

- ako napájací zdroj používajú DC napätie – napr. batériu
- Pomocou oscilátora vieme konvertovať DC signál na AC
- Založené na **rezonančnom obvode** alebo použití kryštálu

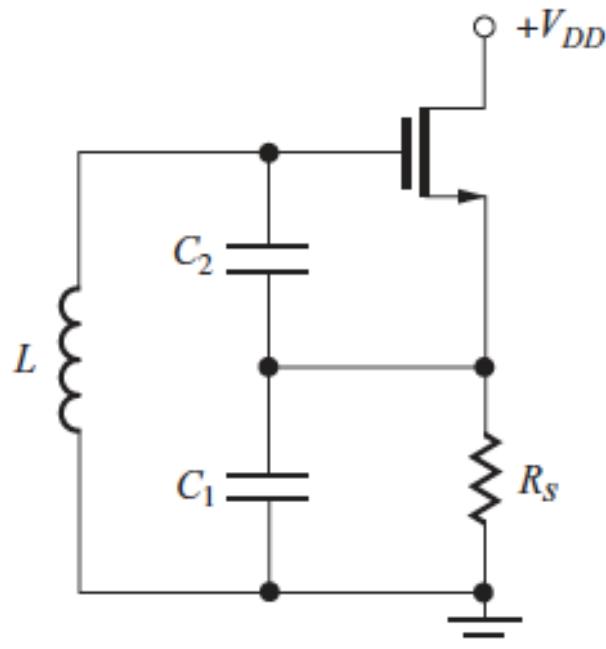
Použitie: Na generovanie AC signálov vyšších frekvencií (rádovo GHz),
ktoré sa používajú hlavne v komunikačných systémoch

LC Oscilátory

■ Podmienky vzniku oscilácií v elektronickom systéme:

- **Zisk** (zosilnenie) musí byt väčšie ako 1
- **Fázový posun** medzi vstupným a výstupným signálom musí byť nulový

Colpittsov oscilátor



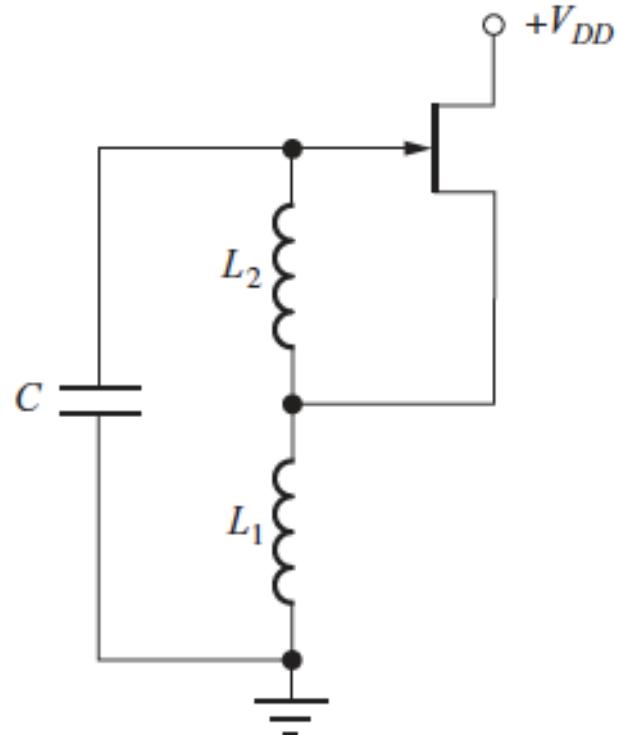
- Rezonančný obvod tvorí L a sériová kombinácia C1 a C2
- **Frekvencia oscilácií** závislá od hodnôt L, C1 a C2

Oscilačná frekvencia

$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}}$$

LC Oscilátory

Hartleyov oscilátor



- Rezonančný obvod tvorí **C** a sériová kombinácia **L₁** a **L₂**
- **Frekvencia oscilácií** závislá od hodnôt **C**, **L₁** a **L₂**
- *Výhoda:* menej komponentov ako pri Colpittsovom oscilátore

Oscilačná frekvencia

$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}}$$

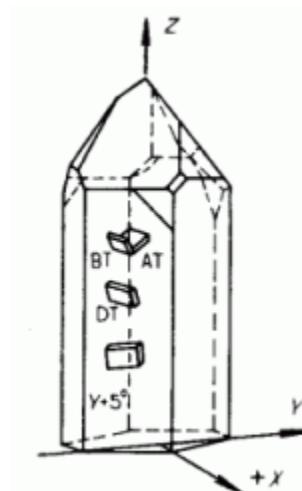
Oscilátory

Kryštájom riadený oscilátor

- Používa **Quartz kryštál** (kryštálový výbrus)
- Quartz kryštál má veľmi **vysokú hodnotu Q** → presná rezonančná frekvencia

■ Kryštál

- je mechanická sústava z kremeňa so svojou mechanickou rezonančnou frekvenciou.
- reže a brúsi sa na tenké platničky potrebných rozmerov
 - spôsob a smer rezu určujú elektrické a mechanické vlastnosti kryštálu
- kryštálový rezonátor je umiestnený vo vákuovom puzdre

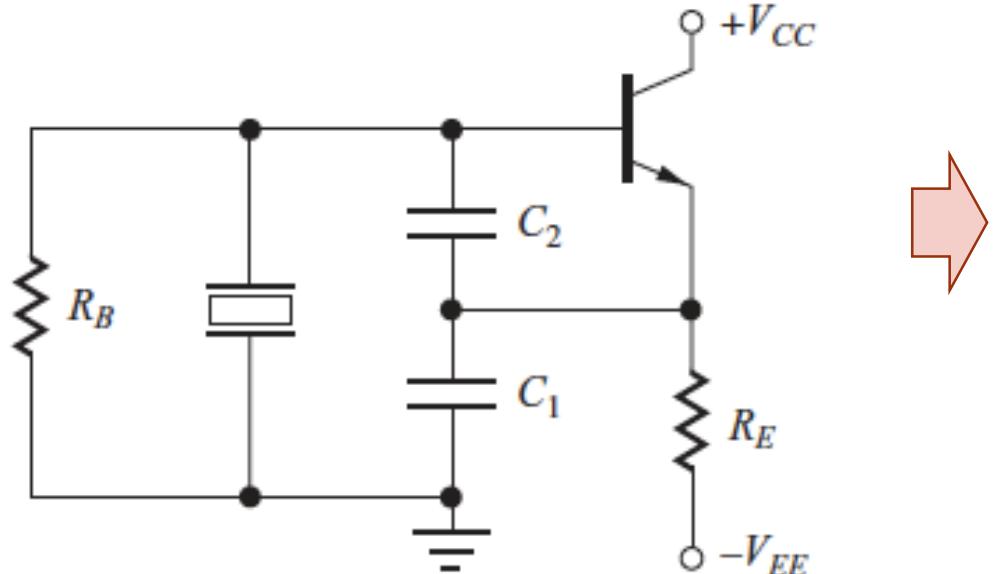


Oscilátory

Kryštáлом riadený oscilátor

- **Kryštálový výbrus** - riadiaci prvok, určujúci frekvenciu oscilátora
- Prevod mechanických kmitov na elektrické použitím **piezoelektrického javu**

Výhoda: vysoká presnosť oscilačnej frekvencie



- Rezonančný obvod tvorí kryštál a C_1 , C_2 .



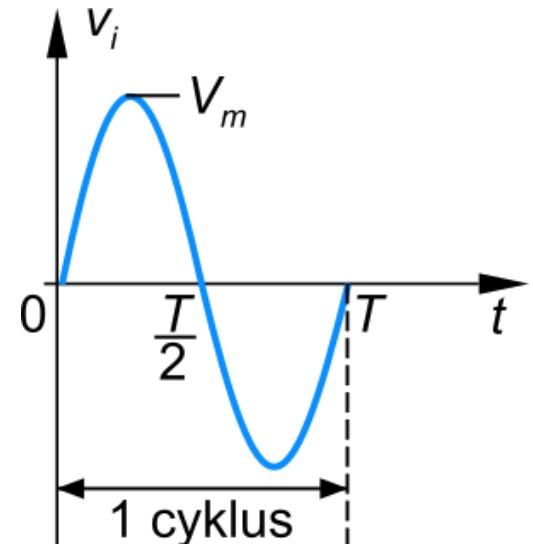
Kryštál 16.000 MHz

Usmerňovač

Využíva usmerňovací efekt diódy na **konverziu**
striedavého (AC) napätia na **jednosmerné** (DC) napäťie

- Na vstupe usmerňovača je **harmonický signál**

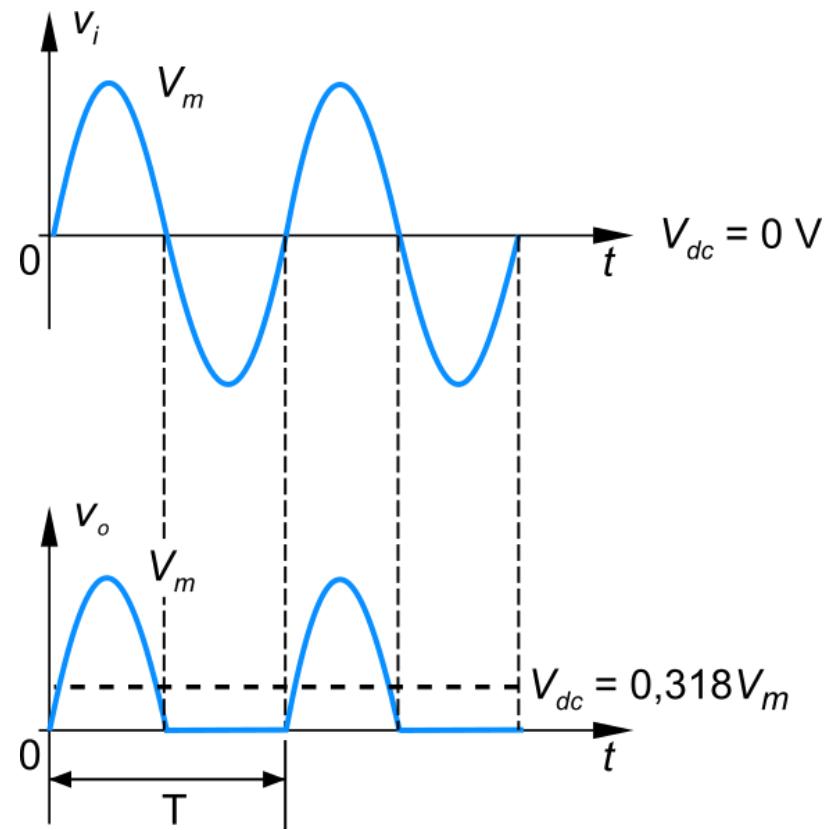
- **Typy usmerňovačov**
 - jednocestný
 - dvojcestný
 - Greatzov mostík



V_m – amplitúda napäťia
 T – perióda napäťia

Jednocestný usmerňovač

- Usmernený výstupný signál



Stredná hodnota výstupného napäťia

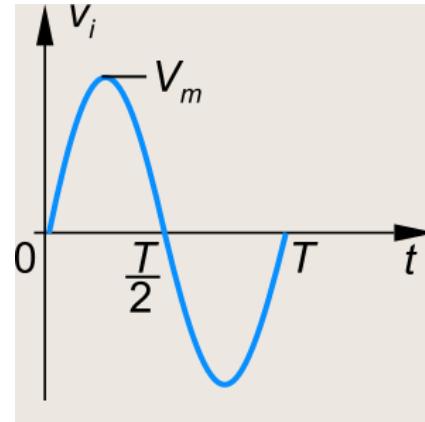
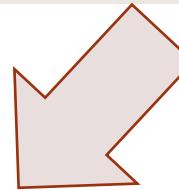
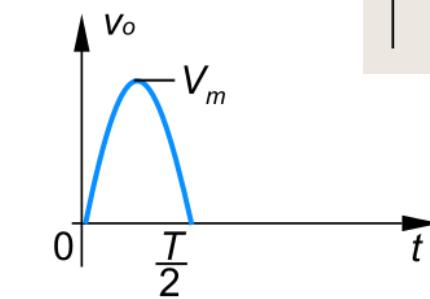
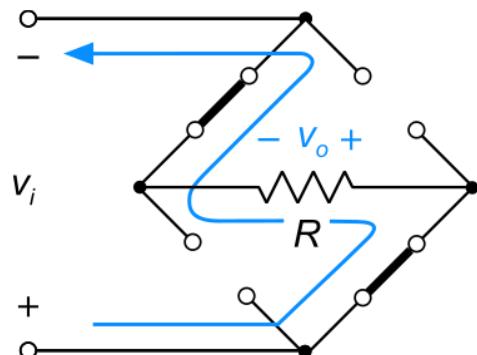
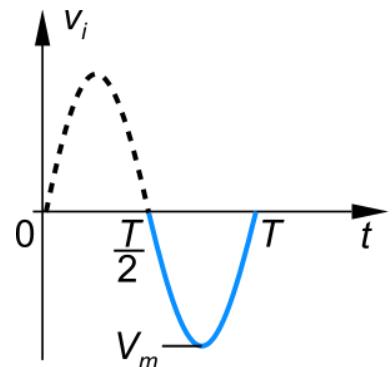
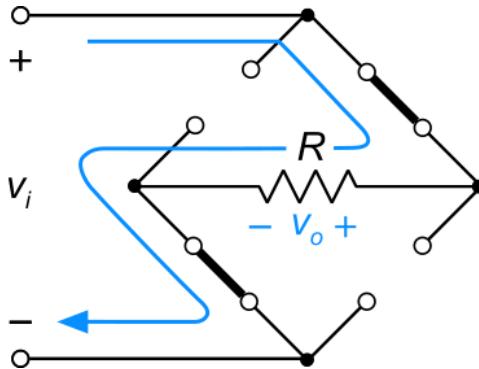
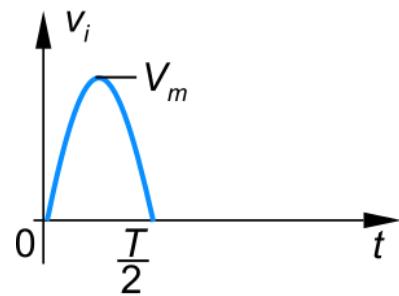
$$V_{dc} = 0,318 V_m$$

Účinnosť jednocestného
usmerňovača je približne 40%

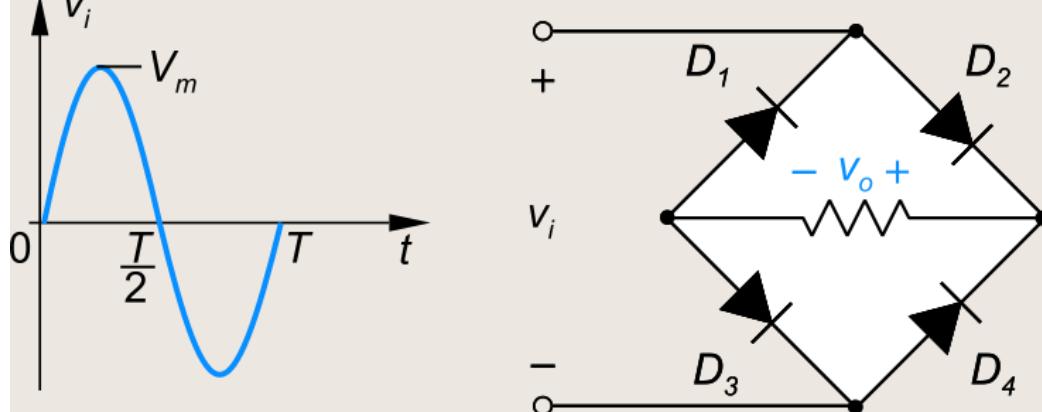
Dvojcestný usmerňovač

■ mostíkové zapojenie

Kladná pol-vlna

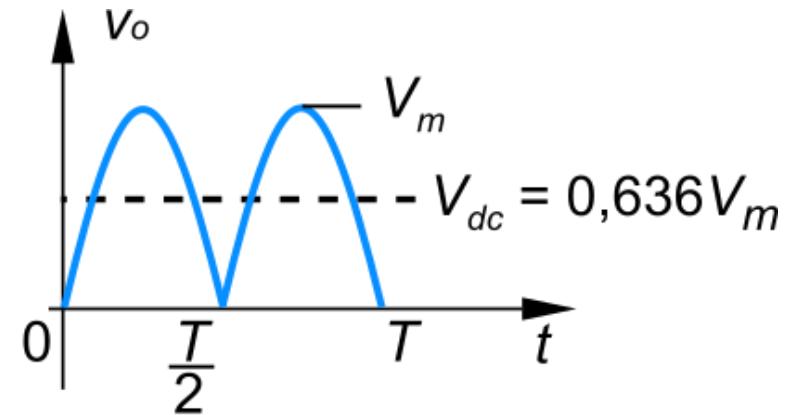
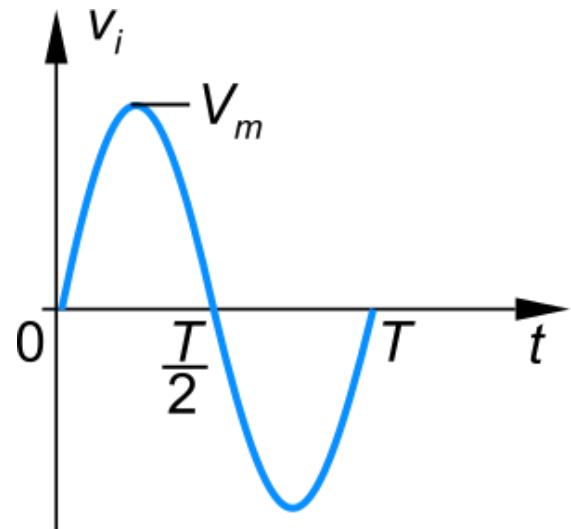


Záporná pol-vlna



Dvojcestný usmerňovač

- Usmernený výstupný signál

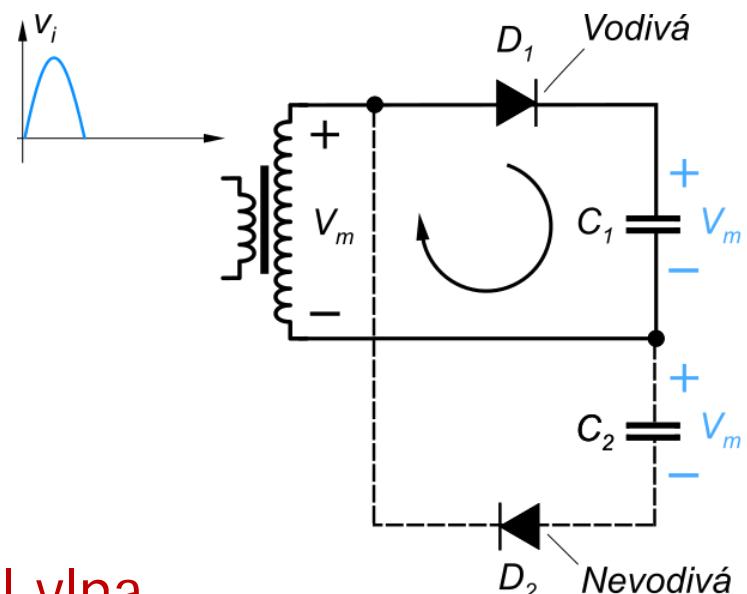


Stredná hodnota výstupného napätia

$$V_{dc} = 0,636 V_m$$

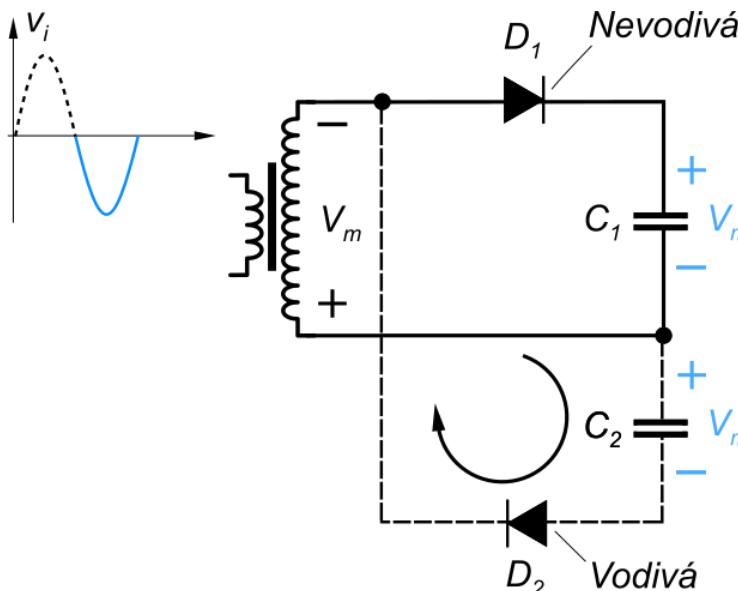
Účinnosť dvojcestného
usmerňovača...

Napäťový násobič (dvojnásobný)



Kladná pol-vlna

Kondenzátor **C1** sa nabije
na hodnotu **V_m** vstupného signálu



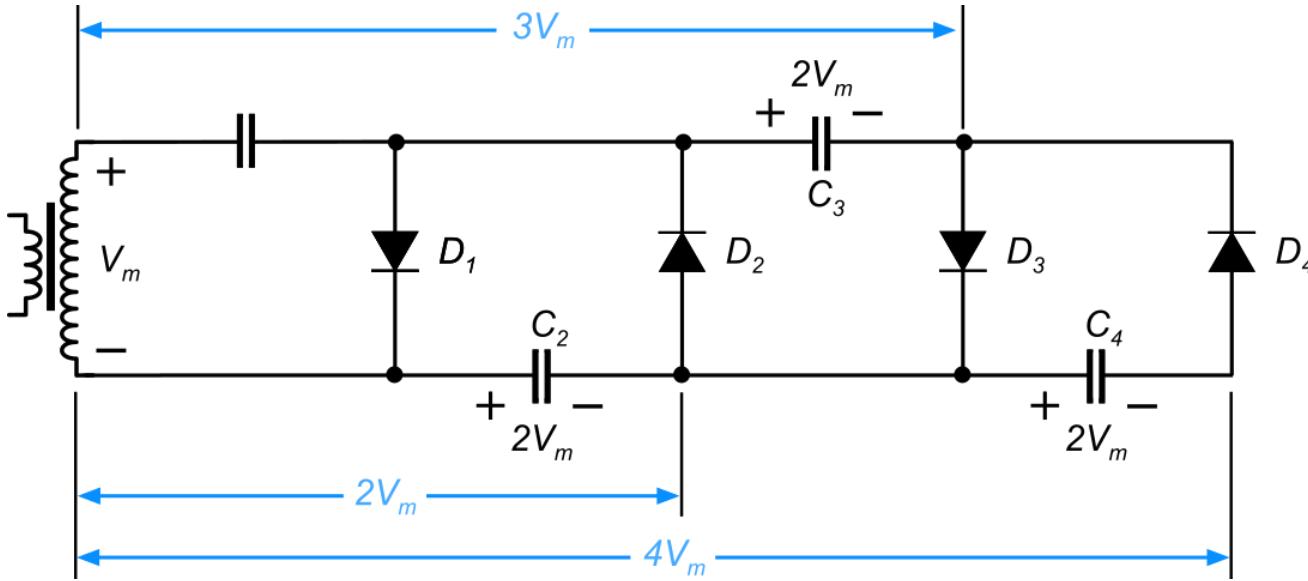
Záporná pol-vlna

Kondenzátor **C2** sa nabije
na hodnotu **V_m** vstupného signálu



Napätie na **C1** a **C2** je rovné **$2V_m$** vstupného signálu

Napäťový násobič (viacnásobný)



Kladná pol-vlna
C1 a C3 sa nabíjajú

Záporná pol-vlna
C2 a C4 sa nabíjajú



Opakovaním páru C a D môžeme získať **n-násobok V_m** vstupného signálu

Ďakujem za pozornosť.