

Osciloskopy

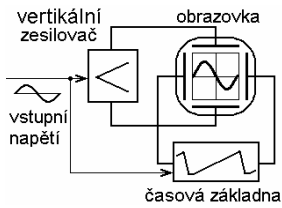
Osciloskop

- elektronický přístroj zobrazující průběhy napětí
- s použitím převodníků lze zobrazit průběhy elektrických i neelektrických veličin
- analogové osciloskopy umožňují zobrazit pouze periodické průběhy
- paměťové (digitální) osciloskopy zobrazují i neperiodické průběhy
- pomalé průběhy zaznamenávají zapisovače nebo digitální osciloskopy

Osciloskopem lze měřit

- ❖ maximální (vrcholové) hodnoty průběhů
- ❖ dobu periody \Rightarrow opakovací kmitočet ($f=1/T$)
- ❖ délky pulsů, jejichž čela a temene
- ❖ fázový posun
- ❖ zkreslení = změnu tvaru signálu po průchodu elektrickým obvodem
- ❖ charakteristiky obvodových prvků, elektrických a magnetických obvodů
- ❖ číslcové osciloskopy mohou vypočítávat parametry signálu, např. střední a efektivní hodnoty napětí, FFT

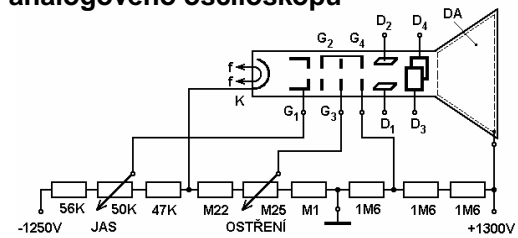
Princip analogového osciloskopu



- Na vnitřní stranu stínítka obrazovky pokrytou luminoforem dopadá elektronový paprsek
- Luminofor převádí energii dopadajících elektronů na světlené záření

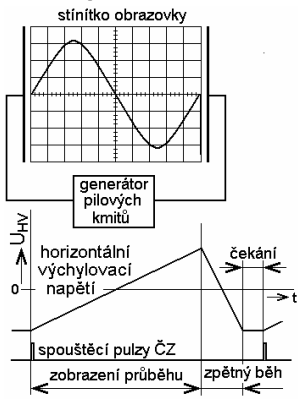
- Zobrazení průběhu realizuje soustava vychylovacích destiček
- ↑ směru je paprsek vychylován zesíleným měřeným napětím
- → směru je paprsek vychylován napětím časové základny (ČZ)
- Krátký dosvit luminoforu (desítky až stovky ms) umožňuje zobrazení pouze periodických průběhů, kdy se zobrazují po sobě následující snímky

Elektrostatická obrazovka analogového osciloskopu



- G_1 – regulace intenzity jasu a zatemnění při zpětném běhu
- G_3 – zaostřovací elektroda
- D_1 a D_2 – destičky vertikálního vychylování,
- D_3 a D_4 – destičky horizontálního vychylování,
- DA – dorychlovací anoda – urychluje elektronový paprsek

Princip zobrazení časového průběhu napětí



Obvody časové základny generují trojúhelníkový průběh napětí, které v horizontálním směru po stínítku obrazovky vychyluje elektronový paprsek.

Ve vertikálním směru je paprsek vychylován měřeným napětím.

Po dosažení pravého okraje obrazovky následuje zatemnění a návrat paprsku (vybití elektrod) na levý okraj obrazovky.

Před zobrazením dalšího snímku následuje čekání na příchod spouštěcího pulzu.

Měření osciloskopem - zjištění hodnot

Pro snadné odečítání hodnot je stínítko obrazovky opatřeno rastrem se svislou a vodorovnou stupnicí

Hodnota napětí je rovna součinu počtu dílků a citlivosti vertikálního kanálu (C_U)

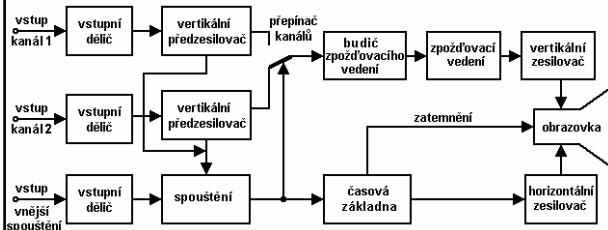
$$U = n \cdot C_U \quad [V; \text{dílký, V/dílek}]$$

Při použití měřicí sondy se výsledek ještě vynásobí dělicím poměrem sondy (10 nebo 100)

Čas je roven součinu počtu díků a nastavení (citlivosti) časové základny (C_T)

$$T = n \cdot C_T \quad [s; \text{dílký, s/dílek}]$$

Blokové schéma 2 kanálového osciloskopu



Funkce bloků vertikálního kanálu:

Vstupní dělič - zajišťuje vysoký vstupní odpor a umožňuje změnu rozsahu

Vertikální předzesilovač - zesílí signál pro další zpracování

Přepínač kanálů - umožní zobrazení 2 průběhů jednopaprskovým osciloskopem

Zpoždovací vedení - eliminuje zpoždění obvodů časové základny, umožní zobrazení signálu od okamžiku spouštění ČZ

Budič zpoždovacího vedení - eliminuje napěťový pokles na zpoždovacím vedení

Vertikální zesilovač - koncový výkonový zesilovač vertikálního vychylování

Funkce bloků horizontálního kanálu:

Vstupní dělič vnějšího (externího) spouštění -

zajišťuje vysoký vstupní odpor spouštěcích obvodů

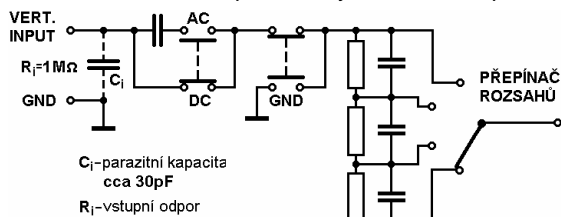
Obvody spouštění - zajišťují synchronizaci „překrývání“ zobrazení následujících snímků

Obvody časové základny (ČZ) - zajišťují horizontální vychylování paprsku a jeho zatemnění při zpětném běhu a čekání

Horizontální zesilovač - koncový výkonový zesilovač horizontálního vychylování

Vstupní obvod osciloskopu

s kmitočtově kompenzovaným děličem napětí



Dělič napětí umožňuje dosažení velkého konstantního vstupního odporu ($1\text{M}\Omega$) nezávisle na použitém měřicím rozsahu
S rostoucím kmitočtem snižuje C_1 vstupní impedanci osciloskopu !

Měřicí sondy

Aktivní sondy

- slouží k měření velmi malých napětí
- sonda obsahuje zesilovač s FET tranzistorem
- malá vstupní kapacita (1pF)
- \Rightarrow vysoký kmitočtový rozsah několik GHz
- napájení zesilovače může být z externího napáječe nebo z osciloskopu

Diferenciální sondy

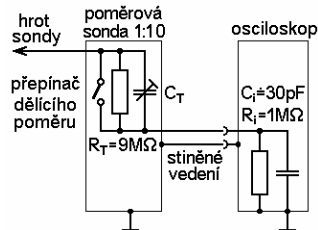
- měří rozdíl napětí s různým potenciálem proti zemi

Proudové sondy - měří proud

- proudovým transformátorem
- Hallovým generátorem

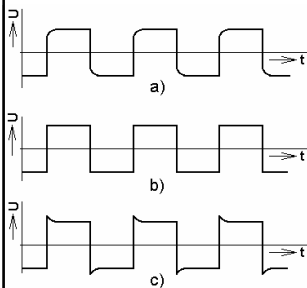
Pasivní sonda

Slouží k měření vyšších napětí nebo zvýšení vstupního odporu \Rightarrow vstupní impedance



Sonda dělí v poměru 1:10, vysokonapěťová 1:100
 Přepínač sondy umožňuje volbu mezi dělením nebo přímým průchodem signálu
 Vstupní odpor při přímém průchodu $1M\Omega$,
 při dělení $10M\Omega$ nebo $100M\Omega$
 Běžné sondy s dělením (1:10) jsou použitelné do 600V

Kmitočtová kompenzace měřicí sondy



Kompenzace sondy slouží k zajištění kmitočtové nezávislosti dělicího poměru - nastavuje se změnou kapacity trimru sondy

Kontroluje se obdélníkovým průběhem z generátoru osciloskopu s $f_0=1kHz$

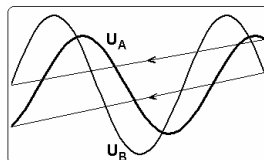
- a) Nedokompenzovaná sonda - dolní propust
- b) Vykompenzovaná sonda - nezkrsluje průběh
- c) Překompenzovaná sonda - horní propust

Přepínač kanálů

umožňuje zobrazení 2 průběhů 1-paprskovým osciloskopem

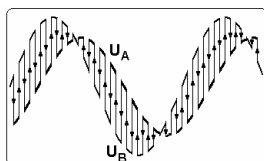
Režim Alt (ALTERNATE)

- opakovaně zobrazuje celé snímky v pořadí A-B-A-B-
- vhodný pro vyšší kmitočty obvykle do opakovacího kmitočtu 500kHz



Režim Chop (CHOPPER)

- v průběhu zobrazení jednoho snímku se provádí rychlé přepínání mezi oběma kanály (při přepínání je obrazovka zatemněná)
- vhodný pro malé kmitočty



Spouštění

Obvody spouštění zajišťují překryvání následně zobrazovaných snímků = zahájení zobrazení periodického průběhu od stejného bodu průběhu

Druhy spouštění:

externí - vnějším signálem, používá se u číslicových průběhů,

vstupní BNC konektor je označen **Line**

interní - spouštěcí pulzy jsou odvozeny z měřeného signálu

Režimy interního spouštění:

AUTO - bez přítomnosti signálu časová základna volně pobíhá a při jeho příchodu signálu se synchronizuje

NORMAL - časová základna se spustí až s příchodem signálu, šetří obrazovku, která je bez signálu je celá tmavá

TV-V (TV FRAME) - zobrazení televizního půl snímků

TV-H (TV LINE) - zobrazení řádků televizního signálu

Zobrazení časových detailů

Časová lupa - 10x větší strmota vychylovacího napětí \Rightarrow 10x se roztáhne celý průběh

- na obrazovce je pouze 1/10 průběhu, jeho posouvání se realizuje změnou stejnosměrného horizontálního předpětí
- zobrazení je méně přesné

Druhá (zpožděná) časová základna

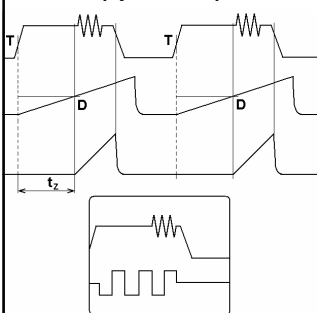
- umožňují zobrazení detailu pouze v části průběhu
- na 1. kanálu se zobrazuje základní průběh a na 2-kanálu časový detail
- spouštění 2. ČZ se odvozuje od hodnoty napětí 1. ČZ
- zobrazení 2. ČZ je na rozdíl od lupy přesné

Smíšená časová základna

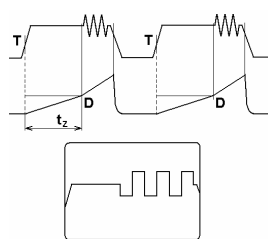
- ❖ spouštění je stejné jako u dvojité, ale zobrazuje pouze detail

Zobrazení průběhu druhou a smíšenou ČZ

Druhá (zpožděná) ČZ



Smíšená ČZ



Kmitočtový rozsah osciloskopu

- nejdůležitější parametr osciloskopu
- je dán kmitočtem kdy dojde k poklesu napětí o 3dB
- rozhodující měrou se na něm podílí všechny zesilovače a při vysokých kmitočtech i rychlost vychylování obrazovky
- v technické dokumentaci se uvádí jako šířka pásma B_o
- je přímo svázaný s dobou odezvy t_{ro} = časovou prodlevou při skokové změně úrovně signálu

$$B_o = \frac{0,35}{t_{ro}}$$

- v technické dokumentaci se t_{ro} uvádí jako doba náběhu (od 10ns po 1ns)

Základní ovládací prvky osciloskopu

- nastavení (citlivost) časové základny **TIMES/DIV**
- nastavení (citlivost) vertikálního kanálu **VOLTS/DIV**
- regulace jasu ☀ **ILLUM**
- zaostření ⊙ **FOCUS**
- vodorovný posun průběhu po stínítku **POSITION** ◀▶
- svislý posun průběhu po stínítku **POSITION** ▼▲
- vstupní vazba kanálu - AC / DC / GND
- režimy spouštění **TRIGGER MODE** (AUTO, NORM, TV-V, TV-H)
- nastavení úrovně spouštění – **TRIGGER LEVEL**
- zdroj spouštění - **TRIGGER SOURCE** (kanál 1, kanál 2, EXT a Line)
- režim X-Y

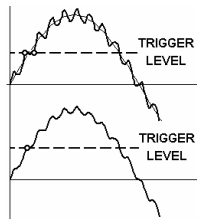
Ovládací panel osciloskopu



Spouštění přes propusti

HF REJECT

- spouštění přes dolní propust
- potlačení vlivu VF rušivých napětí
- snižuje šířku pásma
- nevhodné pro pulzní signály
- f_h do 2% B_o (šířky pásma)



LF REJECT

- spouštění přes horní propust
- potlačení vlivu NF rušivých napětí, např. 50Hz
- f_d 1 až 2% B_o
- měření pulzních signálů

