

Zdroje měřících signálů

měřící generátory

Generátory se používají k měření vlastnosti elektrických obvodů

- kmitočtových závislostí
- přenosových vlastností – zesílení zesilovačů a útlumu pasivních článků
- měření poměru signálu k šumu
- měření nelineárnosti obvodů

Měřící generátory se dále používají:

- k ověřování funkce obvodů při opravách a výrobě
- pro napájení střídavých můstků pro měření kapacit a indukčností
- k ověřování elektromagnetické kompatibility

Rozdělení měřících generátorů

- **generátory harmonického signálu** (oscilátory)
- **funkční generátory** – kromě harmonického signálu generují signál trojúhelníkový a pravoúhlý
- **radiofrekvenční generátory** – vř generátory s možností modulace signálu
- **pulsní generátory** – generují pulsy definovaných parametrů
- **šumové generátory** – generují signál se širokým kmitočtovým spektrem

Parametry generátorů

- **kmitočtový rozsah**
- **úroveň výstupního napětí**
- **kolísání amplitudy** – typicky 1%
- **linearita trojúhelníkového průběhu** – typicky 99%
- **zkreslení** sinusového průběhu – typicky 1% na 1kHz
- **symetrie** u obdélníkového průběhu a délka náběžné a sestupné hrany
- **přesnost nastavení frekvence** – u nf RC generátorů kolem 3%
- **spektrální čistota** signálu (činitel zkreslení) 0,1 až 0,01% sinusového průběhu

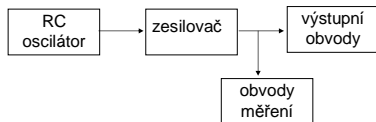
Generátory harmonického průběhu

- základem je **oscilátor** = zesilovač s kladnou zpětnou vazbou
- zpětnovazební signál musí být ve fázi – fázový posun zesilovače a zpětné vazby je 0° nebo 360°
- zesílení otevřené zpětné vazby > 1 zajistí po zapnutí postupné rozkmitání oscilátoru
- signály jiných kmitočtů jsou zpětnou vazbou potlačeny
- výstupní napětí je konstantní, ale malé $\approx 1V$

Nízkofrekvenční generátory

- generují harmonické signály od desítek Hz do jednotek MHz
- dříve pouze audio pásmo - 20 Hz až 20 kHz
- výstupní impedance 50 Ω nebo 600 Ω pro audio pásmo
- maximální výstupní napětí 3 až 30V

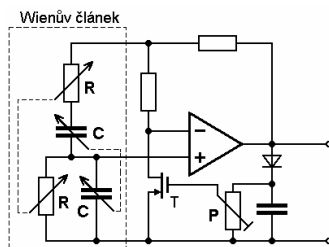
Blokové schéma nf generátorů



- **oscilátor** – zdroj signálu – zajišťuje stabilitu kmitočtu a napětí
- **zesilovač** – zesiluje úroveň napětí oscilátoru a umožňuje jeho plynulou změnu
- **výstupní obvody** – soustava Π článků – zajišťujících impedanční přizpůsobení a změnu rozsahu
- **obvody měření** – měří úroveň a kmitočet signálu na výstupu zesilovače

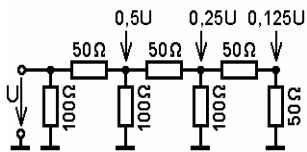
Obdobné blokové spořádání mají i ostatní generátory

RC generátor s Wienovým článkem



- **operační zesilovač** používá kladnou zpětnou vazbu z výstupu Wienova článku
- **T** – tranzistor (nelineární prvek) zajišťující stabilitu amplitudy signálu,
- **P** – nastavení amplitudy signálu
- **Wienův článek** - pásmová propust s $A_U=1/3$ a $\varphi=0^\circ$ zapojená do kladné zpětné vazby

Výstupní obvody - soustava Π článků



- na všech rozsazích zajištěna konstantní impedanci = konstantní zatížení zesilovače
- umožňují změnu rozsahu
- výstupní impedance je 50Ω nebo 600Ω pro audio

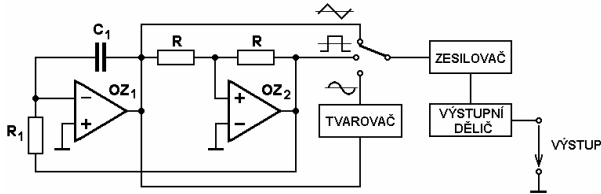
Vlastnosti RC generátorů s Wienovým článkem

- jednoduchost
- spektrální čistota – zkreslení 0,1 až 0,01 %
- nízká přesnost nastavení kmitočtu - 3 %
- malé kolísání amplitudy – desetiny %

Funkční generátor - generátor funkcí

- výstupem je signál - harmonický, trojúhelníkový, pilový, pravoúhlý, TTL ($0\div 5V$), CMOS ($0\div 15V$),
- zdroj signálu je integrátor na jehož výstupu je napěťový komparátor s hysterezí
- výstup komparátoru je kladnou zpětnou vazbou spojený s vstupem integrátoru
- integrátor generuje trojúhelníkové napětí
- komparátor generuje obdélníkové napětí $\pm US$
- stejnosměrná složka obou napětí je nulová

Schéma zapojení funkčního generátoru



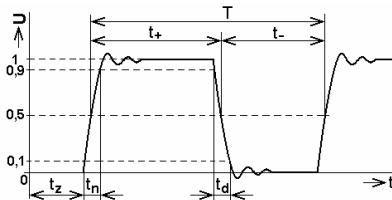
Vlastnosti funkčních generátorů

- sinusový průběh se získává tvarování trojúhelníku na tvarovači
- stejně jako u nf generátorů se výstupní napětí zesiluje a přizpůsobuje výstupními obvody
- kmitočet se mění změnou časovou konstantou (RC)
- rozsah kmitočtů - od mHz do desítek MHz

Doplňková výbava funkčních generátorů

- měření kmitočtu a úrovně napětí
- rozmitání – použití dvou generátorů s f_A a f_B , kdy výsledný kmitočet $f = f_A - f_B \Rightarrow$ dosažení velmi nízkých kmitočtů
- nastavování přes PC – nejčastěji RS-232
- DC offset – nastavení stejnosměrné složky

Parametry impulsního signálu:



- amplituda A
- délka kladné části pulsu t_+
- délka záporné části pulsu t_-
- doba periody T
- činitel plnění t_+/T
- zpoždění doby spouštění t_z
- doba trvání náběžné hrany t_n
- doba trvání sestupné hrany t_d

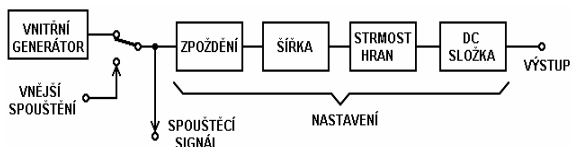
Pulsní generátory

- generují posloupnost pravoúhlých impulsů
- umožňují definovat délku impulsu i periody opakování
- jejich spuštění se může provádět externím signálem
- nejjednodušší generátory vyrábí pouze kladné pulsy, např. v TTL úrovni

Dokonalejší generátory umožňují změnu:

- stejnosměrné složky
- činitele plnění - poměr t_p/T
- strmosti vzestupných a sestupných hran
- vyrábí symetrické průběhy (+- úrovně napětí)

Blokové schéma pulsního generátoru



Radiofrekvenční generátory vř generátory – signální generátory

- pracují v pásmu od stovek kHz do stovek MHz,
- výstup je vždy sinusový
- umožňují amplitudovou a frekvenční modulaci signálu
- výstupní impedance $50 \Omega / 75 \Omega$

Princip - blokové schéma vf generátorů

- signál z laditelného RF oscilátoru je tvarovacím obvodem přeměněn na pravouhlé impulsy
- číslicovým dělením se získá obdélníkový průběh požadovaného kmitočtu
- požadovaný harmonický signál se získává filtrací laditelným filtrem
- následně je signál zesílen a impedančně přizpůsoben

Generátory programovatelného průběhu

Umožňují vytvoření libovolného:

- tvaru signálu
- amplitudy signálu

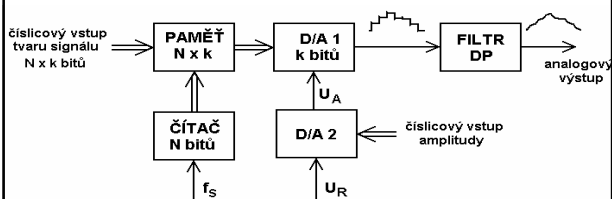
Parametry lze zadávat:

- z klávesnice generátoru
- z PC

Základní tvary jsou předdefinované

- sinus
- trojúhelník
- obdélník

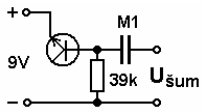
Blokové schéma generátoru programovatelného průběhu



Funkce bloků:

- D/A1 – vytváří „vzorkovaný“ analogový signál,
- D/A2 – vytváří amplitudu napětí U_A , které řídí výstupní napětí - „zesílení“ D/A1
- čítač zajišťuje správné pořadí výběru dat z paměti
- filtr vytváří spektrálně „čistější“ výstupní signál

Šumové generátory



Šumem se nazývá široké spektrum náhodných kmitočtů od nejnižších po velmi vysoké

Užití:

- měření frekvenčních charakteristik obvodů
- měření indukčností a kapacit rezonančními metodami
- Zdrojem šumového signálu je např. přechod B-E bipolárního tranzistoru nebo Zenerova dioda

Výstupní napětí se zesiluje širokopásmovým zesilovačem
