



Simulátory pro ...

Příčina vzniku ...

Matematická ...

Domovská stránka



Strana 1 z 4

Zpět

Celá obrazovka

Zavřít

Konec

# Fázový šum oscilátorů (Affirma RF)

Josef Dobeš

11. listopadu 2013



Simulátory pro . . .

Příčina vzniku . . .

Matematická . . .

Domovská stránka



Strana 2 z 4

Zpět

Celá obrazovka

Zavřít

Konec

# 1. Simulátory pro vysokofrekvenční a mikrovlnné obvody

1. PSpice (toto je pouze obecný (!) simulátor, tj. neobsahuje speciální rysy potřebné pro analýzu rádiových obvodů),



Simulátory pro . . .

Příčina vzniku . . .

Matematická . . .

Domovská stránka



Strana 2 z 4

Zpět

Celá obrazovka

Zavřít

Konec

# 1. Simulátory pro vysokofrekvenční a mikrovlnné obvody

1. PSpice (toto je pouze obecný (!) simulátor, tj. neobsahuje speciální rysy potřebné pro analýzu rádiových obvodů),
2. SpectreRF (devadesátá léta),



# 1. Simulátory pro vysokofrekvenční a mikrovlnné obvody

1. PSpice (toto je pouze obecný (!) simulátor, tj. neobsahuje speciální rysy potřebné pro analýzu rádiových obvodů),
2. SpectreRF (devadesátá léta),
3. **Affirma RF** (od roku 2000), schopen např. výpočtu fázového šumu (viz ukázka a zde přiložené soubory).

Simulátory pro ...

Příčina vzniku ...

Matematická ...

Domovská stránka



Strana 2 z 4

Zpět

Celá obrazovka

Zavřít

Konec



## 2. Příčina vzniku fázového šumu

Oscilátory mají přirozenou tendenci zesilovat jakýkoliv šum, který se vyskytuje v blízkosti jejich oscilační frekvence. Čím více se kmitočet šumu blíží frekvenci oscilátoru, tím větší je jeho zesílení. Šum takto zesílený oscilátorem se nazývá **fázový šum**. Fázový šum je v radio-technice mimořádně důležitý, protože se vyskytuje poblíže frekvence oscilátoru a tudíž nikdy ho nelze zcela potlačit filtrováním.

*Simulátory pro ...*

*Příčina vzniku ...*

*Matematická ...*

*Domovská stránka*



*Strana 3 z 4*

*Zpět*

*Celá obrazovka*

*Zavřít*

*Konec*



## 2. Příčina vzniku fázového šumu

Oscilátory mají přirozenou tendenci zesilovat jakýkoliv šum, který se vyskytuje v blízkosti jejich oscilační frekvence. Čím více se kmitočet šumu blíží frekvenci oscilátoru, tím větší je jeho zesílení. Šum takto zesílený oscilátorem se nazývá **fázový šum**. Fázový šum je v radio-technice mimořádně důležitý, protože se vyskytuje poblíže frekvence oscilátoru a tudíž nikdy ho nelze zcela potlačit filtrováním.

Pro pochopení fázového šumu je třeba si uvědomit, že fáze jakéhokoliv oscilátoru je libovolná vzhledem k tomu, že neexistuje jakýkoliv řídicí signál, který by ji nějakým způsobem zafixoval. Jakákoliv vlna, která je řešením oscilátoru může být jakkoliv posunuta v čase a stále se jedná o řešení. Jestliže jakýkoliv podnět způsobí poruchu fáze, neexistuje žádný mechanismus, který by fázi opravil, protože fáze se může volně pohybovat bez hranic. Jestliže je touto poruchou **náhodný** šum, posuny fáze nabývají formy **náhodné** cesty. A navíc, čím blíže je frekvence poruchy frekvenci oscilátoru, tím silněji se porucha na změnu fáze váže a tím větší je velikost fázového posunu. Porucha samozřejmě nemusí pocházet pouze od náhodného šumu, jinou známou příčinou podobných jevů je například kolísání napájecího napětí.

Simulátory pro ...

Příčina vzniku ...

Matematická ...

Domovská stránka



Strana 3 z 4

Zpět

Celá obrazovka

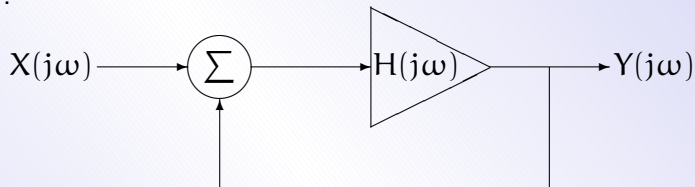
Zavřít

Konec



### 3. Matematická charakterizace šumu pomocí zpětnovazebního oscilátoru

Pro lepší pochopení tohoto jevu, uvažme následující zpětnovazební oscilátor:



Simulátory pro ...

Příčina vzniku ...

Matematická ...

Domovská stránka



Strana 4 z 4

Zpět

Celá obrazovka

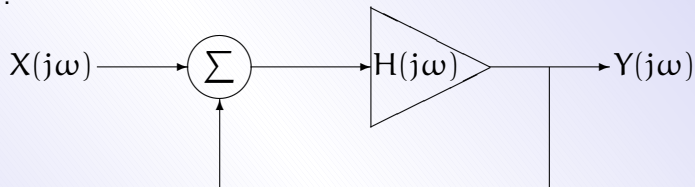
Zavřít

Konec



### 3. Matematická charakterizace šumu pomocí zpětnovazebního oscilátoru

Pro lepší pochopení tohoto jevu, uvažme následující zpětnovazební oscilátor:



Zesílení smyčky oscilátoru je  $H(j\omega)$ . Necht'  $X(j\omega)$  reprezentuje poruchu a  $Y(j\omega)$  odezvu oscilátoru. Barkhausenova podmínka oscilací říká, že efektivní zisk smyčky musí být **jednotkový** a fázový posun se musí rovnat 360 stupňům pro oscilační frekvenci  $\omega_0$ . Přenosová funkce na poruchový stimul je

$$\frac{Y(j\omega)}{X(j\omega)} = \frac{H(j\omega)}{1 - H(j\omega)}$$

Simulátory pro ...

Příčina vzniku ...

Matematická ...

Domovská stránka



Strana 4 z 4

Zpět

Celá obrazovka

Zavřít

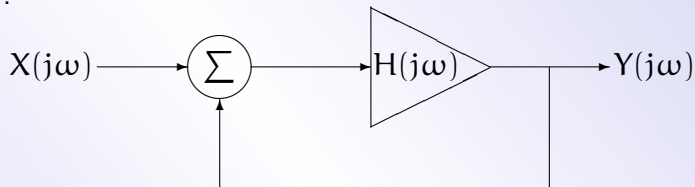
Konec





### 3. Matematická charakterizace šumu pomocí zpětnovazebního oscilátoru

Pro lepší pochopení tohoto jevu, uvažme následující zpětnovazební oscilátor:



Zesílení smyčky oscilátoru je  $H(j\omega)$ . Necht'  $X(j\omega)$  reprezentuje poruchu a  $Y(j\omega)$  odezvu oscilátoru. Barkhausenova podmínka oscilací říká, že efektivní zisk smyčky musí být **jednotkový** a fázový posun se musí rovnat 360 stupňům pro oscilační frekvenci  $\omega_0$ . Přenosová funkce na poruchový stimul je

$$\frac{Y(j\omega)}{X(j\omega)} = \frac{H(j\omega)}{1 - H(j\omega)}$$

a tento výraz nabývá **nekonečné** hodnoty pro oscilační frekvenci  $\omega_0$ . Pokud je stimulem nějaký zdroj šumu, je výsledkem fázový šum.

Simulátory pro ...

Příčina vzniku ...

Matematická ...

Domovská stránka



Strana 4 z 4

Zpět

Celá obrazovka

Zavřít

Konec