

Měření parametrů jednobranů

Lineární komplexní jednobraný jsou tvořeny kombinací lineárních rezistorů, bezztrátových cívek a kondenzátorů. Dvojbran je charakterizován jeho impedancí, kterou lze vyjádřit v komplexním tvaru:

$$Z = R + jX = Ze^{j\varphi}$$

Obecně se impedance i úhel fázového posunu mění s kmitočtem. Toto změnu lze graficky vyjádřit:

- amplitudovou charakteristikou $|Z| = f(f)$ nebo $|Z/Z_0| = f(f)$, kde Z_0 je impedance vztažená k určité vztažné frekvenci f_0
- fázovou charakteristikou $\varphi = f(f)$,
- fázorovou charakteristikou vyjadřující hodnotu impedance v Gaussově komplexní rovině – osa x reálná část a osa y imaginární část impedance (+y – indukčnost, -y – kapacita).

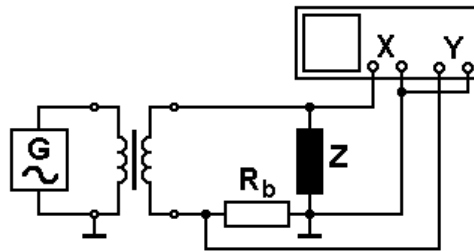
Velmi často se amplitudová charakteristika kreslí v logaritmických souřadnicích, kdy na vodorovnou osu je vynášena impedance v dB a na svislou kmitočty f v logaritmických souřadnicích.

$$\left| \frac{Z}{Z_0} \right| = 20 \log \left| \frac{Z}{Z_0} \right| \quad [dB; \Omega, \Omega] \quad \text{nebo}$$

$$\left| \frac{Z}{R} \right| = 20 \log \left| \frac{Z}{R} \right| \quad [dB; \Omega, \Omega]$$

Takováto charakteristika pak vykazuje pokles nebo vzrůst impedance s hodnotou 20dB na dekádu (desetinásobek kmitočtu).

K měření amplitudové charakteristiky (impedance) lze v oblasti nízkých kmitočtů použít magnetoelektrické voltmetry a miliampérmetry s usměrňovačem (do 10 kHz), pro vyšší kmitočty pak elektronické voltmetry. Pro učení fázového posunu je nevhodnější použít dvoukanalového osciloskopu, kdy proud měříme jako úbytek napětí na známém odporu – bočníku R_b . Pro přesné měření kmitočtu pak používáme čítač. Čítače s fázovým závěsem umožňují přímé měření fázového posunu.



Zapojení měřícího obvodu pro měření frekvenčních vlastností jednobranu osciloskopem

Měření parametrů dvojbranů

Parametry dvojbranů jsou vyjádřeny přenosem A , poměrem výstupní veličiny (nejčastěji napětí) k veličině vstupní. Přenos je bezrozměrný. V běžné praxi se velmi často používají pro vyjádření přenosových vlastností jednotky dB – poměrné jednotky útlumu veličiny.

$$A = \frac{U_2}{U_1} \quad [-; V, V] \quad A = 20 \log \frac{U_2}{U_1} \quad [dB; V, V]$$

Pasivní dvojbraný jsou tvořeny pouze pasivními součástkami, rezistory, kapacity a indukčnostmi. Výsledný přenos je menší než 1 a nazýváme ho útlumem.

Aktivní dvojbraný obsahují kromě pasivních prvků prvky aktivní, které umožňují dosažení přenosu většího 1. Tento přenos se pak nazýváme ziskem nebo zesílením.

U dvojbranů složených z více různých prvků dochází při průchodu střídavého proudu dvojbranem k fázovému posunu mezi vstupními a výstupními veličinami a současně při různých kmitočtech vykazuje dvojbran různé hodnoty přenosu.

Obdobně jako u jednobranů lze vlastnosti dvojbranu popsat frekvenčními charakteristikami (amplitudovými, fázovými nebo fázorovými).

Měření frekvenčních charakteristik dvojbranů:

- a)
- amplitudová frekvenční charakteristika**
- závislost přenosu na kmitočtu:

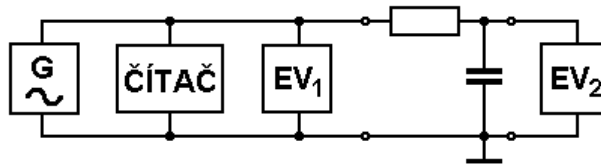
$$A = fce(f)$$

Pro měření amplitudové charakteristiky vystačíme s použitím dvou voltmetrů s třídou přesnosti 1,5% případně nižší, kdy jeden je připojen na vstup a druhý na výstup měřeného obvodu a čítačem pro měření kmitočtu.

Magnetoelektrické přístroje s usměrňovačem umožňují měření do kmitočtů přibližně 10 kHz. Jejich nevýhodou je poměrně velká vlastní spotřeba, která může významně ovlivnit výsledky měření. Běžné digitální multimetry mají nejčastěji kmitočtový rozsah omezen na 1 kHz, některé lepší přístroje pak na 10 kHz. Nejvhodnějším typem voltmetru je střídavý elektronický voltmetr (kmitočtový rozsah je v řádu MHz) nebo některé laboratorní multimetry (s kmitočtovým rozsahem cca 500 kHz). V oblasti velmi vysokých kmitočtů lze pak použít osciloskop vykazující velmi vysoký vstupní odpor 1 nebo 10 MΩ při použití sondy s dělicím poměrem 10 : 1.

Z v logaritmických souřadnicích nakreslených amplitudových charakteristik lze určit mezní kmitočty.

U derivačních a integračních článků určíme mezní kmitočet jako tečnu k průběhu vedenou z kmitočtu 0 nebo ∞ , u ostatních jako extrém průběhů.



Zapojení měřícího obvodu pro měření amplitudové charakteristiky dvojbranu

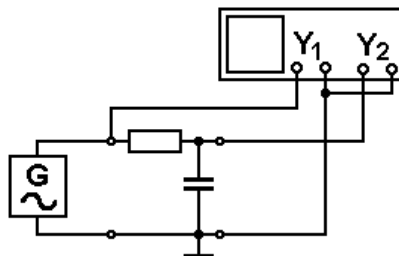
- b)
- fázová frekvenční charakteristika**
- závislost fázového posunu na kmitočtu:

$$\varphi = fce(f)$$

Měření fázové charakteristiky lze provést dvoukanálovým osciloskopem, kdy jedním kanálem měříme napětí na vstupu obvodu a druhým na výstupu obvodu. Z obrazovky odečítáme hodnoty napětí a fázového posunu.

Fázový posun umožňují měřit i některé čítače. Při použití pouze dvouvstupového čítače musíme provést dvě měření – při prvním určíme dobu periody T a při druhém dobu mezi začátky signálů vstupního a výstupního t_1 . Z výsledků měření určíme fázový posun:

$$\varphi = 360 \cdot \frac{t_1}{T}$$

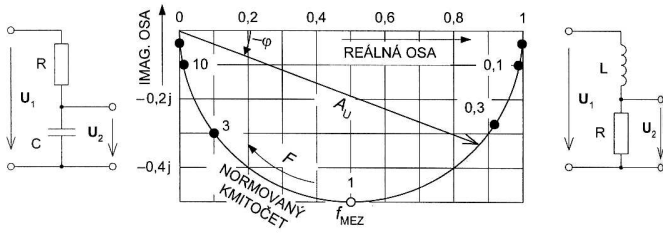


Zapojení měřícího obvodu pro měření charakteristik dvojbranu dvoukanálovým osciloskopem

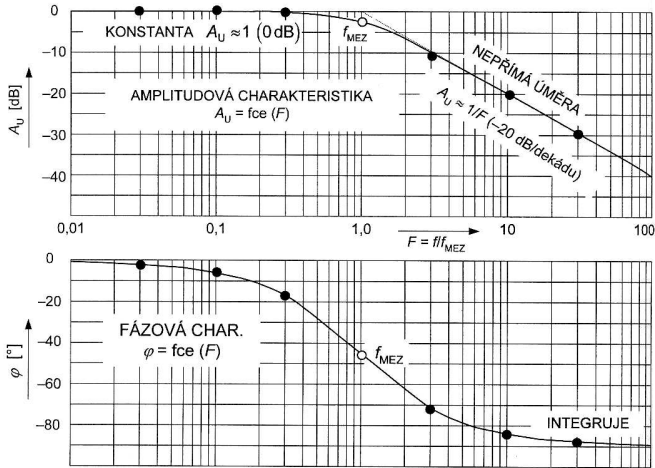
- c)
- fázorová frekvenční charakteristika**
- závislost přenosu na kmitočtu vyjádřená v Gaussově rovině komplexních čísel:

$$\bar{A} = fce(f)$$

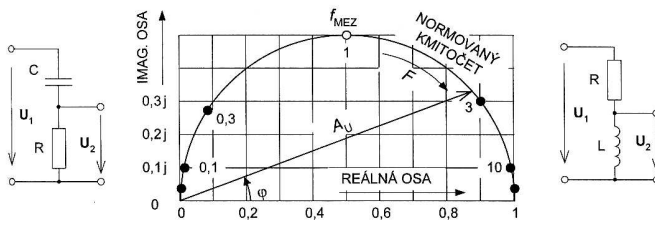
Charakteristiku sestojíme z výsledků amplitudové a fázové frekvenční charakteristiky.



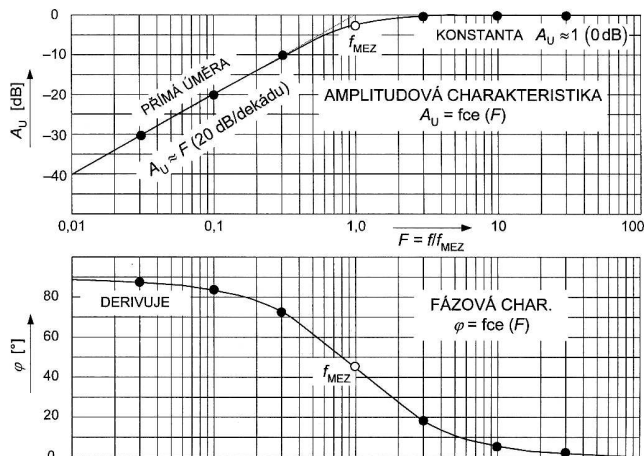
$F [-]$	0,01	0,03	0,1	0,3	1	3,0	10	30	100
$A_U [-]$	0,99995	0,99955	0,99504	0,95783	0,707	0,31623	0,09950	0,03332	0,01000
$\varphi [^\circ]$	-0,57	-1,72	-5,71	-16,7	-45	-71,6	-84,3	-88,1	-89,4
ReA_U	0,99990	0,99910	0,99010	0,91743	0,5	0,10000	0,00990	0,00111	0,00010
ImA_U	-0,01000	-0,02997	-0,09901	-0,27523	-0,5	-0,30000	-0,09901	-0,03330	-0,01000
$A_U [dB]$	-0,00043	-0,00391	-0,04321	-0,37426	-3,01	-10,000	-20,0432	-29,5472	-40,0004



Kmitočtové charakteristiky integračních článků



$F [-]$	0,01	0,03	0,1	0,3	1	3,0	10	30	100
$A_U [-]$	0,01000	0,02999	0,09950	0,28735	0,707	0,94868	0,99504	0,99945	0,99995
$\varphi [^\circ]$	89,4	88,3	84,3	73,3	45	18,4	5,71	1,91	0,57
ReA_U	0,00010	0,00099	0,00990	0,08257	0,5	0,90000	0,99010	0,99889	0,99990
ImA_U	0,01000	0,02997	0,09901	0,27523	0,5	0,30000	0,09901	0,03329	0,01000
$A_U [dB]$	-40,0004	-30,4615	-20,0432	-10,8318	-3,01	-0,45757	-0,04321	-0,00482	-0,00043



Kmitočtové charakteristiky derivačních článků