

Měření na optronu

**Úkol: 1. Změřte vstupní a výstupní charakteristiky optoelektrického spojovacího členu.
2. Určete frekvenční závislost dynamického přenosového poměru (CTR).**

1.1 Pokyny pro měření

1. Vstupní charakteristika:

$$I_F = f(U_F)$$

Jedná se v podstatě o změření propustného směru VA-charakteristiky LED diody, která představuje vysílací stranu optronu (obr.X-1).

2. Výstupní charakteristika:

$$I_C = f(U_{CE})$$

při $I_F = \text{konst.}$

Jedná se o změření výstupní VA-charakteristiky bipolárního tranzistoru u něhož je proud báze řízen osvětlením přechodu PN vysílací diodou (LED) – obr.X-2.

Změřte sít' charakteristik pro $I_F = 0; 5; 10; 15; 20 \text{ mA}$.
(Obdoba proudu báze)

3. Kmitočtová závislost dynamického přenosového poměru :

$$CTR = f(f)$$

$$CTR = \frac{i_C}{i_F}$$

Při $R_2 = R_4 = \text{cca } 50 \Omega$ jsou poměry napětí u_2 a u_1 úměrné poměrům výstupního a vstupního proudu. Proto při měření napětí na R_2 a R_4

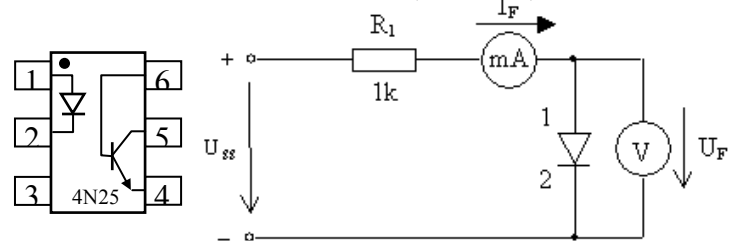
$$CTR = \frac{i_C}{i_F} = \frac{u_2}{u_1}$$

Kmitočet volte od 50Hz do cca 500kHz.

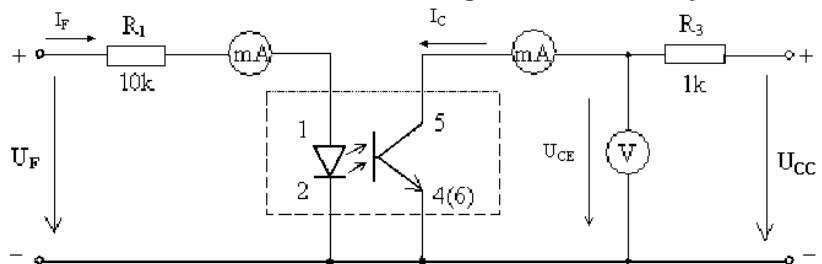
$U_{in} = \text{cca } 100\text{mV}$

$$R_1 = 10 \text{ k}, R_3 = 1 \text{ k}$$

Omezení: $U_{FRmax} = -10 \text{ V}$ (záv. směr), $I_{Fmax} = 30 \text{ mA}$

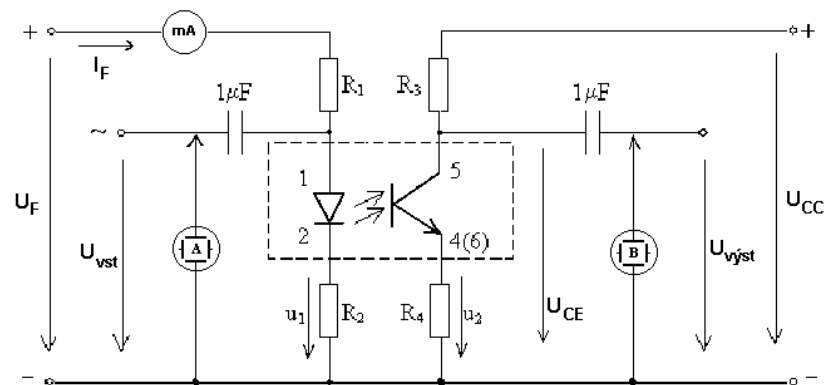


Obrázek 55: Měření vstupní charakteristiky



Obrázek 56: Měření výstupní charakteristiky

$U_{CC} = 12\text{V}$ Všechny charakteristiky zakreslete do grafu



Obrázek 57: Měření dynamického přenosového poměru

Měříme ve zvoleném pracovním bodě, např. $I_F = 15\text{mA}$, $U_{CE} = 6\text{V}$

Napětí u_1 a u_2 změřte pomocí osciloskopu.

Do grafu vynesete kmitočtovou závislost

$$CTR = 20 \cdot \log \frac{u_2}{u_1} \text{ [dB]}$$

1.2 Měření a jeho vyhodnocení

1. Vstupní charakteristika: $I_F = f(U_F)$

U_F [V]									
I_F [mA]									

2. Výstupní charakteristika: $I_C = f(U_{CE})$

$I_F = 0$ mA

U_{CE} [V]									
I_C [mA]									

$I_F =$

U_{CE} [V]									
I_C [mA]									

$I_F =$

U_{CE} [V]									
I_C [mA]									

$I_F =$

U_{CE} [V]									
I_C [mA]									

$I_F =$

U_{CE} [V]									
I_C [mA]									

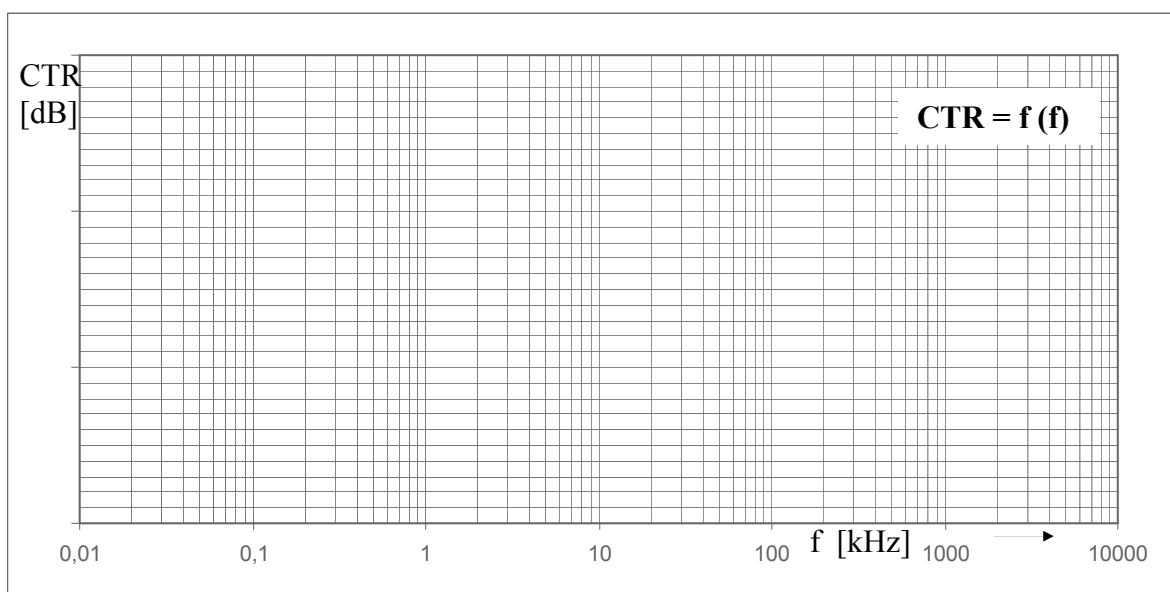
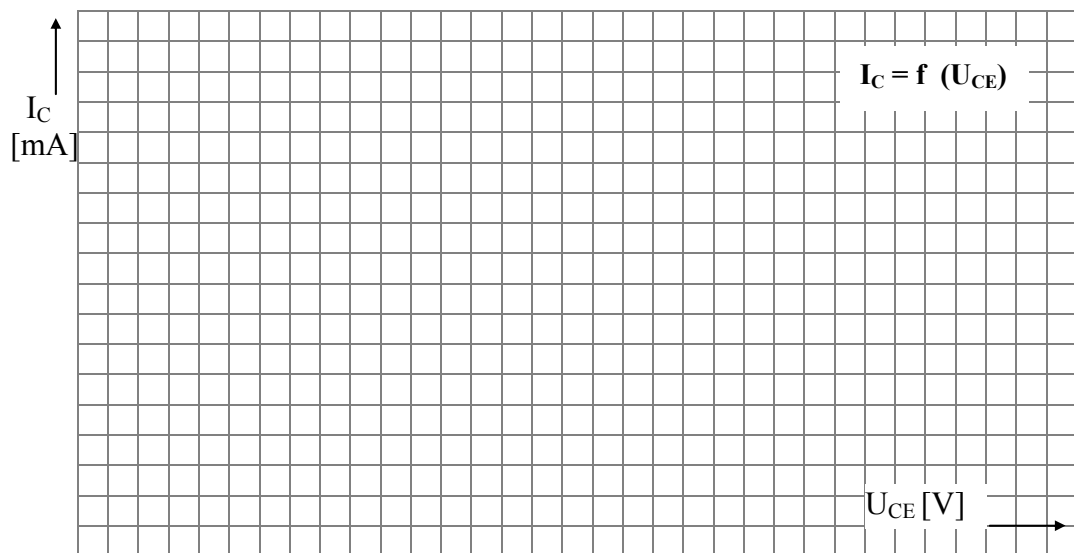
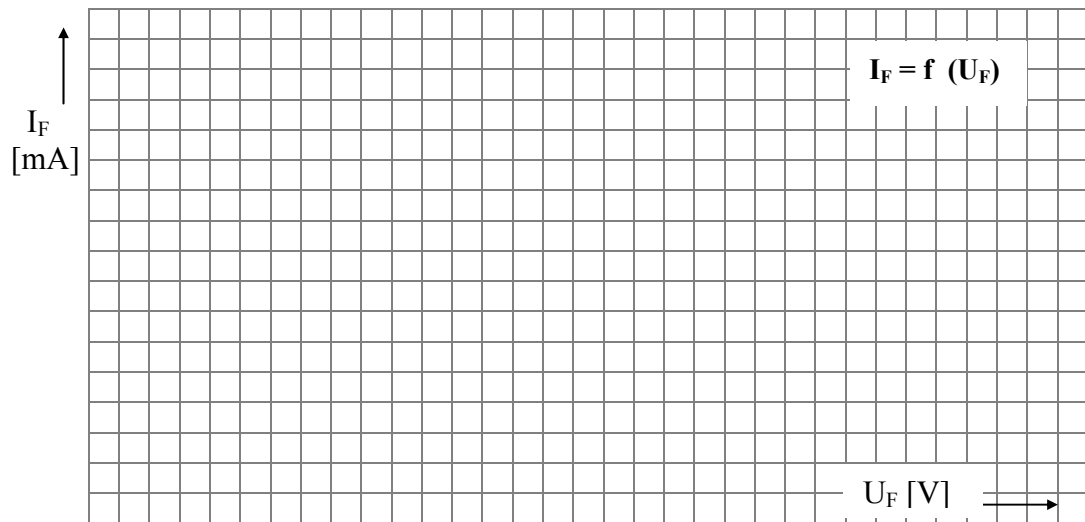
3. Kmitočtová závislost dynamického přenosového poměru: $CTR = f(f)$

f [kHz]									
u_1 [V]									
u_2 [V]									
CTR									
CTR [dB]									

$$CTR = u_2/u_1$$

$$CTR = 20 \cdot \log u_2/u_1 \quad [\text{dB}]$$

Závěr:



1.3 Teoretické poznámky

1.3.1 Charakteristika optočlenu

Optočlen je polovodičová součástka, která slouží k oddělování elektrických obvodů až do rozdílu napětí řádově kV. Skládá se z vysílače záření, zpravidla LED diody a fototranzistoru (přijímač). Na místě tranzistoru může být použit fototyristor nebo jiná podobná fotocitlivá součástka. Vysílač mění elektrický signál na optický, který je veden vhodným vazebním prostředím (např. plyn, kapalina, tuhá látka nebo jejich kombinace) směrem k přijímači, který optický signál převede opět na elektrický.

Záření dopadající do kolektorového PN přechodu vytváří páry elektron-díra, elektrony se pohybují k E, díry k C, tranzistor se otevře a prochází jím proud. Velikost tohoto proudu lze řídit osvětlením přechodu, tedy velikostí proudu svítivou diodou. Tranzistor může, nebo nemusí mít vyvedenou bázi.

Vlastnosti optoelektrického spojovacího členu nejlépe vystihují jeho vstupní a výstupní VA-charakteristiky a proudové převodní charakteristiky.

Kvalitu optronu vystihuje přenosový poměr CTR definovaný jako statický nebo dynamický.

Statický CTR je definován poměrem stejnosměrných hodnot vstupního a výstupního proudu:

$$\text{CTR} = I_C / I_F \quad \text{při } U_{CE} = \text{konst}$$

Dynamický CTR vychází z poměru střídavých hodnot:

$$\text{CTR} = i_c / i_f \quad \text{při } U_{CE} = \text{konst}$$

kde I_F, i_f - vstupní proud (proud LED)

I_C, i_c - výstupní proud (proud kolektoru fototranzistoru)

U_{CE} - napětí na fototranzistoru

Obvyklé hodnoty $\text{CTR} = 0,02$ až $0,5$
 $0,5$ až 10 se zesilovačem

CTR bývá udáván také v procentech $I_C / I_F * 100$ [%]

Při měření charakteristik se LED dioda měří pouze v propustném směru jelikož v závěrném směru nevydává žádné záření.

U optočlenů se užívají jak bipolární, tak unipolární tranzistory. Bipolární má ale tu nevýhodu, že jeho spínání je poměrně pomalé (jednotky mikrosekund). Pro zvětšení citlivosti se tranzistory vyrábějí v tzv. Darlingtonově zapojení. Jejich spínací rychlost je ještě nižší (desítky mikrosekund).

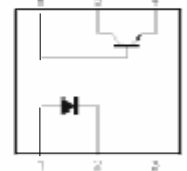
Pro vyšší kmitočty je výhodnější použít fototranzistor unipolární (spínací doba až setiny μs). Při daném optočlenu lze očekávat mezní kmitočet 50-100kHz.

Nejčastějším použitím optočlenů je galvanické oddělení obvodů. I při poruše v jedné části obvodu se tedy tato chyba nepřenese do druhé. Použití těchto součástek je široké, například v počítačových monitorech a televizorech v obvodech spínaných zdrojů a vysokého napětí. Pro demonstraci popisovaných vlastností a pro ověření naměřených hodnot jsou uvedeny katalogové údaje použitých optronů s jednoduchým tranzistorem a optronů s tranzistorem v Darlingtonově zapojení.

DC vstup, výstup tranzistor

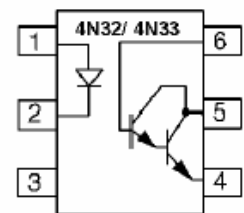
označení	pozn.	CTR [%]	U_{iz} [kV]	$t_{on/off}$ [us]	U_f [V]	I_{fmax} [mA]	U_{ceo} [V]	$U_{cesat@}$ [mV]	I_{cmx} [mA]
4N25	1x	>100	3.75	4/10	1.2	80	30	300	100
4N35	1x	>150	3.75	4/10	1.2	100	30	300	40
6N136	1x	>19	2.5	0.8/0.8	1.8	25	15	400	0.2
CNW136	1x	>19	5.3	0.8/0.8	1.8	25	15	400	0.2
CNY17-1	1x	40÷80	5	9/5	1.2	60	70	300	50
CNY17-2	1x	63÷125	6	9/5	1.2	60	50	300	50
CNY17-3	1x	100÷200	6	9/5	1.2	60	50	300	50
CNY17-4	1x	160÷320	6	9/5	1.2	60	50	300	50

**4N25, 4N26, 4N27,
4N28, 4N35, 4N36,
4N37. CNY17. H11A1**



DC vstup, výstup Darlington

označení	pozn.	CTR [%]	U_{iz} [kV]	$t_{on/off}$ [us]	U_f [V]	I_{fmax} [mA]	U_{ceo} [V]	$U_{cesat@}$ [mV]	I_{cmx} [mA]
4N32,4N33	1x	>500	3.75	50/50	1,25	60	30	300	150
PC815P/K815P LTV815	1x	>600	5	60/60	1,25	60	70	300	50
TCED1100	1x	>600	8	60/60	1,15	60	70	300	80
PC825/K825P LTV815	2x	>600	5	60/60	1,25	60	70	300	50
TCED2100	2x	>600	8	60/60	1,15	60	70	300	80
PC845/K845P LTV845	4x	>600	5	60/60	1,25	60	70	300	50
TCED4100	4x	>600	8	60/60	1,15	60	70	300	80



Obrázek 58: Příklady parametrů některých typů optočlenů