

Oldřich Kovář

ELEKTRONIKA

sbírka příkladů



Oldřich Kovář

ELEKTRONIKA - sbírka příkladů

Recenzent českého vydání:

Ing. Jiří Hozman

Recenzenti původního slovenského vydání:

Prof. Ing. Milan Kejzlar, CSc.

Doc. Ing. Peter Gubiš, CSc.

Doc. Ing. Juraj Miček, CSc.

Bez předchozího písemného svolení nakladatelství nesmí být kterákoli část knihy kopírována nebo rozmnožována jakoukoli formou (tisk, fotokopie, mikrofilm nebo jiný postup), zadána do informačního systému nebo přenášena v jiné formě či jinými prostředky.

Autor a nakladatelství nepřijímají záruku za správnost tištěných materiálů. Předkládaná zapojení jsou zveřejněna bez ohledu na případné patenty třetích osob. Nároky na odškodnění na základě změn, chyb nebo vynechání jsou zásadně vyloučeny.

Všechny registrované nebo obchodní známky použité v této knize jsou majetkem jejich vlastníků. Uvedením nejsou zpochybněna z toho vyplývající vlastnická práva.

Veškerá práva vyhrazena

© Ing. Oldřich Kovář, 1998

Nakladatelství BEN - technická literatura, Věšínova 5, Praha 10

Oldřich Kovář: Elektronika - sbírka příkladů

BEN - technická literatura, Praha 1998

1. české vydání

ISBN 80-86056-57-0

OBSAH

1. ZÁKLADNÍ METODY LINEÁRNÍ ANALÝZY ELEKTRONICKÝCH OBVODŮ	8
2. RC ČLÁNKY	13
3. POLOVODIČOVÉ DIODY	19
4. BIPOLÁRNÍ TRANZISTORY	29
5. UNIPOLÁRNÍ TRANZISTORY	56
6. VÝSLEDKY A ŘEŠENÍ PŘÍKLADŮ	58
Základní metody lineární analýzy elektronických obvodů	58
RC články	62
Polovodičové diody	74
Bipolární tranzistory	80
Unipolární tranzistory	143
 Knihy nakladatelství BEN – technická literatura	 148

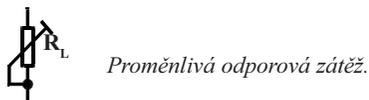
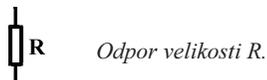
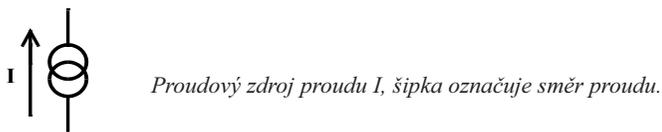
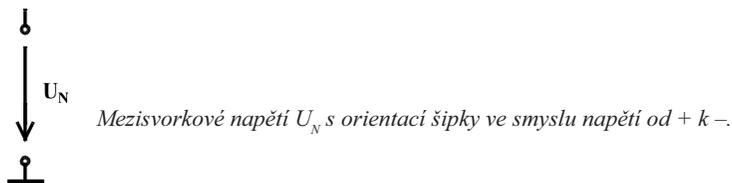
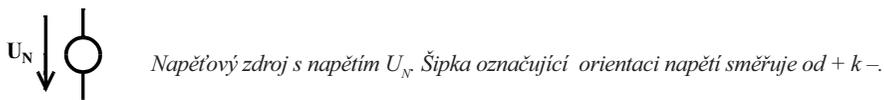
Seznam použitých symbolů a schematických značek

Symbols

- A_u - napěťové zesílení
 f_D - dolní mezní kmitočet
 f_H - horní mezní kmitočet
 ω_M - zlomový kruhový kmitočet
 H_{21}, β - proudový stejnosměrný zesilovací činitel
 h_{21}, β_{sr} - dynamický (střídavý) proudový zesilovací činitel v zapojení SE
 α - stejnosměrný proudový zesilovací činitel v zapojení SB
 H_{21S} - redukovaný proudový zesilovací činitel H_{21}
 I_B - stejnosměrný proud báze tranzistoru
 I_{BM} - mezní proud báze tranzistoru
 $I_C (I_{CP})$ - stejnosměrný kolektorový proud
 I_{CM} - mezní kolektorový proud
 I_E - stejnosměrný proud emitoru
 $\Delta I_C, \Delta I_E, \Delta I_B$ - dynamické změny příslušných proudů
 i, u_o, u_i - okamžité hodnoty příslušných veličin
 $\Delta i, \Delta u_o, \Delta u_i$ - dynamické změny příslušných veličin
LAF - logaritmická kmitočtová amplitudová charakteristika
LFF - logaritmická kmitočtová fázová charakteristika
 $\delta [\%]$ - procentuální odchylka veličiny
 $\Delta I_{CP}, \Delta \beta$ - tolerance veličin
 τ - časová konstanta
 T - perioda signálů
 $j\omega$ - Fourierův operátor
 p - Laplaceův operátor
 $S_{\beta}^{I_{CP}}$ - citlivost kolektorového proudu na změny proudového zesilovacího činitele
 P_C - kolektorová ztráta
 R_D, U_T - parametry náhradního zdroje napětí
 u_{ION} - úroveň řídicího napětí spínače, při kterém musí být spínač sepnut
 u_{IOFF} - úroveň řídicího napětí spínače, při kterém musí být spínač rozepnut
 u_{IMIN} - minimální úroveň vstupního napětí
 u_{IMAX} - maximální úroveň vstupního napětí
 U_N - napájecí napětí
 U_{BN} - výstupní napětí báze děliče naprázdno
 U_Z - závěrné napětí křemikové diody
 U_Z - Zenerovo napětí
 U_R - referenční napětí

- U_{θ} - teplotní potenciál polovodičového přechodu
 pro tranzistor NPN je jeho hodnota $26 \cdot 10^{-3} \text{ V}$
 pro tranzistor PNP je jeho hodnota $35 \cdot 10^{-3} \text{ V}$
- U_D - úbytek napětí křemíkové diody polarizované v propustném směru
- U_{BE} - úbytek mezi elektrodami báze-emitor ve vodivém směru
- U_{EBM} - mezní napětí emitor-báze
- U_{CE} - napětí mezi elektrodami kolektor-emitor
- U_{CEM} - mezní napětí kolektor-emitor
- U_{CES} - saturační napětí kolektor-emitor
- r_E - dynamický odpor emitoru
- g_m - přenosová vodivost (strmost)
- Z_p, Z_c - vstupní resp. výstupní impedance
- R_g - vnitřní odpor generátoru napětí
- u_g - výstupní napětí generátoru

Schematické značky





S(SW) *Ideální spínač, kontakt relé.*



D *Křemiková dioda s $U_D = 0,7$ V.*



ZD *Zenerova dioda s definovaným napětím U_Z .*



T *Bipolární tranzistor NPN.*



T *Bipolární tranzistor PNP.*



Napěťový zdroj harmonického signálu.



Napěťový zdroj obdélníkového signálu.



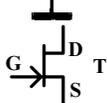
Relé.



Cívka s indukčností L .



Tl *Tlačítko.*



J-FET tranzistor s N-kanálem.

ÚVOD

Sbírka příkladů byla určena studentům *Fakulty řízení a informatiky Žilinské univerzity* jako studijní pomůcka k předmětu Elektronika. Domnívám se však, že může posloužit každému, kdo si chce ověřit míru pochopení dané problematiky.

Náplň sbírky se drží učebních osnov předmětu Elektronika. Při jejím sestavování jsem vycházel z příkladů formulovaných v průběhu několika let pro potřeby výuky tohoto předmětu. Sbírka obsahuje řešené a neřešené příklady s výsledky a řešeními příkladů uvedených v poslední kapitole. Teorie, která je potřebná k řešení příkladů, je uvedena ve skriptech autorů Kováře a Repky **Elektronika**. Terminologie a symbolika sbírky je v souladu s jejich terminologií a symbolikou.

Za příspěvky k obohacení palety příkladů ve sbírce děkuji kolegům z katedry doc. Ing. Petru Gubišovi, CSc., doc. Ing. Vladimíru Jamrichovi, CSc. a Ing. Jánovi Repkovi. Recenzentům vyslovuji poděkování za připomínky, kterými přispěli ke zvýšení obsahové a formální úrovně práce. V neposlední řadě děkuji studentovi Mirovi Pienčakovi za pomoc při textové a grafické úpravě publikace.

V Žilině 1. ledna 1998

autor

Cítili jsme, že podobná příručka pro širší odbornou veřejnost na trhu elektrotechnické literatury chybí. Snažili jsme se proto, aby co možná nejdříve vyšla tato knížka. I když by bylo zcela jistě co vytknout (skromná kapitola o unipolárních tranzistorech, příliš mnoho podobných příkladů v kapitole o bipolárních tranzistorech apod.), bylo důležité ji vůbec vydat.

Do budoucna tak vidíme zkvalitnění obsahu této příručky (použití unipolárního tranzistoru ve funkci spínače v S/H obvodech, příklady z oblasti spínacích obvodů řízených z IO analogových i číslicových a dvoustupňový zesilovačů se střídavou vazbou, doplnění některých příkladů grafickými závislostmi, rozšíření komentářů k některým řešeným příkladům, ...) případně vydání další příručky, která by obsahovala metodiku řešení příkladů podobného typu.

Svémi připomínkami k českému vydání přispěl i recenzent Ing. Jiří Hozman z katedry radiotechniky ČVUT, jemuž tímto vyslovujeme poděkování.

V Praze 11. listopadu 1998

BEN – technická literatura