



MERAČ V-A CHARAKTERISTÍK PRVKOV

Úloha

- 1) Podľa predloženej schémy zapojenia a zoznamu súčiastok navrhnete jednostranný plošný spoj.
- 2) Na centrálné úložisko nahrajte nasledovné súbory (linku pre Váš kraj nájdete na <https://cern.ch/zenit>):
 - a. Podľa použitého programu pre návrh plošného spoja: z Eaglu *.brd súbor označený Vaším menom, alebo súťažným číslom, z KiCad *.kicad_pcb súbor označený Vaším menom, alebo súťažným číslom
 - b. Vygenerovaný tlačový výstup (vo formáte PDF) strana plošných spojov s rozmiestnenými súčiastkami
- 3) Návrh preneste na dosku plošného spoja a plošný spoj vyrobte
- 4) Osadíte súčiastky a zapojenie oživte

Popis zapojenia

V praktickej časti budete stavať merač volt-ampérových charakteristík (polovodičových) prvkov. Zapojenie je vhodné napríklad pre NPN tranzistory, FET/MOSFET tranzistory, LED, alebo Zenerove diódy. Obvod je schopný merať v širokom rozsahu napätia 5-15 V (definované rozsahom napájacieho napätia obvodu IC1) a v širokom rozsahu prúdu (definované tranzistorami T4-T5-T6). Výsledná charakteristika sa zobrazuje na osciloskope nastavenom do X-Y režimu.

Volt-ampérové charakteristiky sa merajú pomocou pílového napätia privedeného na kolektor/drain/anódu/katódu meraného prvku (Device Under Test – DUT) a snímaním pretekajúceho prúdu. Rozmietané pílové napätie generuje zdroj prúdu s prúdovým zrkadlom (T1-T3), ktorý nabíja kondenzátor C3. Kondenzátor sa vybíja tranzistorom T2. T4 je emitorový sledovač na posilnenie prúdovej kapacity výstupu. Napätie na DUT je vyvedené na piny 4-5 konektora SV1 a pripojené na horizontálnu os osciloskopu.

Prúd pretekajúci DUT sa sníma pomocou druhého prúdového zrkadla (T5-T6), ktoré vytvára presnú kópiu prúdu pretekajúceho DUT ale prúd tečie cez uzemnený rezistor R12 takže je jednoduché prúd snímať osciloskopom. Napätie zodpovedajúce pretekajúcemu prúdu DUT je vyvedené na piny 2-3 konektora SV1 a pripojí sa na vertikálnu os osciloskopu.

Pre riadené súčiastky (tranzistory) je užitočné charakteristiku odmerať pre viacero hodnôt prúdu bázy/napätia hradla. Túto funkciu realizuje jednoduchý číslicovo analógový prevodník (R3...R8), ktorý generuje napätie schodového tvaru. Maximálny budiaci prúd bázy určuje rezistor R10. Sú k nemu pripojené spájovacie plošky kam sa dá pripojiť päťica a hodnota rezistora meniť. Počet stupňov a rozsah výstupného napätia/prúdu sa nastavuje DIP spínačom S1. Ak sú zopnuté všetky spínače, obvod meria 16 charakteristík.

Snímaný prvok sa pripája na plošky na plošnom spoji. Rovnako ako u R10, aj tu je možné prispájkovať päťicu, alebo drôty ku meranému prvku.

Návrh plošného spoja

Kategória A: návrh plošného spoja sa musí vojsť na dosku veľkosti maximálne 75 mm x 50 mm.

Kategória B: návrh plošného spoja sa musí vojsť na dosku veľkosti maximálne 75 mm x 100 mm, vopred konzultujte dostupnosť DPS materiálu s Vašou komisiou.

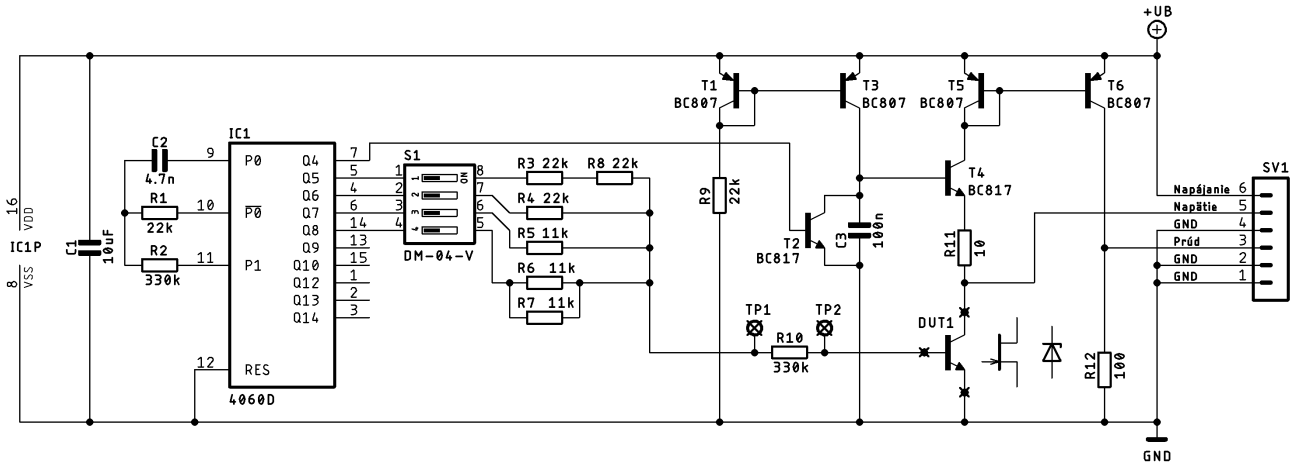
Plošný spoj navrhujte spojmi o minimálnej šírke 0,6 mm, podobná je aj minimálna šírka medzery. Pre veľmi krátke spoje je limit vyrobiteľnosti fotocestou je cca. 0,4 mm, užšie spoje nepoužívajte.

Nepoužívajte polygóny. V prípade potreby použite drôtové prepajky. **Dosky sa nevrtajú, všetky súčiastky, prepajky aj konektor SV1 sú osadené na vrchnej strane.**

Použitie Autoroutra nie je povolené!

Kompaktné návrhy, zohľadňujúce charakter prístroja a ergonómiu používania budú hodnotené vyšším počtom bodov ako rozmerné, rozľahané, neorganizované motívy.

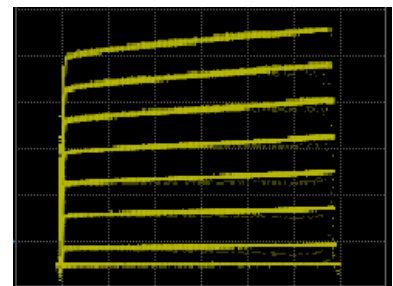
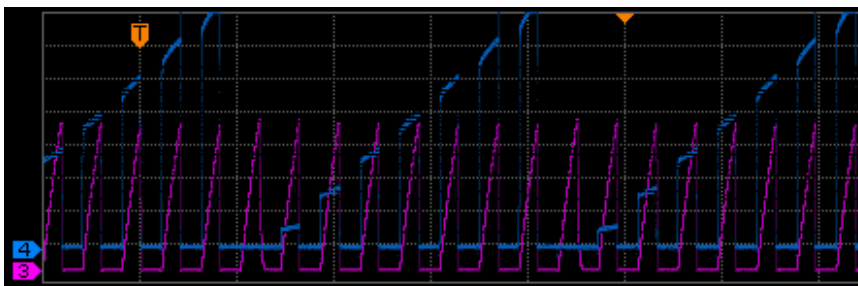
Schéma zapojenia



Obr. 1: Schéma zapojenia merača volt-ampérových charakteristík

Zoznam súčastok

Počet	Súčiastka	Hodnota	Poznámka
1	C1	10uF	Páska označená červenou
1	C2	4.7n	Páska označená modrou
1	C3	100n	Páska označená čiernou
1	DUT1		Meraný prvok (NPN, FET, LED, zenerova dióda...)
1	IC1	HEF4060BT.653	14-stage binary/ripple COUNTER
5	R1, R3, R4, R8, R9	22k	
1	R11	10	
1	R12	100	Snímací rezistor pre prúd meraným prvkom
2	R2, R10	330k	Definuje rozsah bázového prúdu
3	R5, R6, R7	11k	
1	S1	DM-04-V	DIP spínač, ovláda počet kriviek
1	SV1	Pinová lišta	
4	T1, T3, T5, T6	BC807-40	
2	T2, T4	BC817-40	



Obr. 2: Typické priebehy signálov v obvode pri meraní NPN tranzistora. Kanál 3 V_{CE} , kanál 4 I_c .

Autori: Ing. Peter Adamec, Adam Lassak, Ing. Jaromír Sukuba, Bc. Juraj Tvarožek, doc. Ing. Daniel Valúch, PhD. Kontakt: daniel.valuch@cern.ch