

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta elektrotechnická



Návod k použití

Tester obvodů s mikrořadičem STM32G030J6

Autor: Jan Šlehofer

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Fischer, CSc.

Katedra Měření

Studijní program: EK

Praha 2023

Obsah

1. Úvod.....	3
2. Sestavení a nahrání programu.....	4
3. Používání	5
3.1. Spuštění testeru.....	5
3.2. Testování rezistorů.....	8
3.3. Testování kondenzátorů	9
3.4. Testování 2pinových polovodičů.....	10
3.5. Testování bipolárních transistorů	14
3.6. Testování unipolárních transistorů.....	15
4. Tipy a triky	16
4.1.1. Měření velmi malých kapacit.....	16

1. Úvod

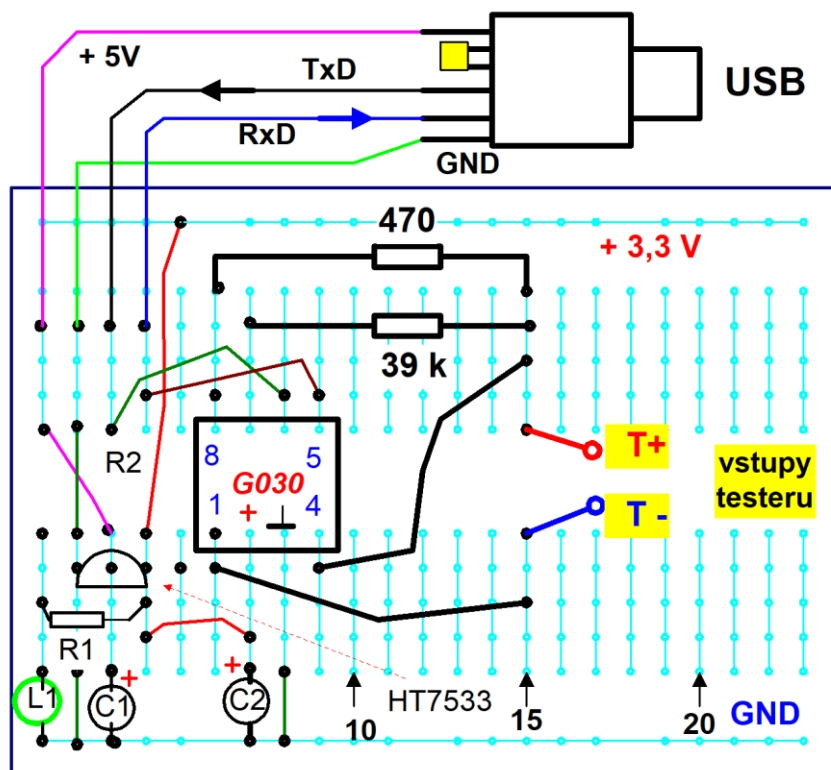
V rámci laboratorní výuky praktických předmětů i v rámci odborných profesí v oblasti elektroniky se poměrně často setkáváme s nutností otestovat či rozpoznat nějakou elektronickou součástku. Často nám k testování či rozpoznání stačí dostupné přístroje, např. ruční multimetry, které jsou spolehlivě schopné testovat rezistory, úbytek napětí diod a občas i kondenzátory, a to v použitelných rozsazích. Avšak rozpoznání např. fotodiod a fototranzistorů je pomocí jednoduchých multimetrů obtížné.

Lepším řešením takového problému jsou dedikované testery součástek, které lze dnes pořídit i ve formě stavebnice z různých hlavně internetových obchodů za nízkou cenu. Jejich zapojení je jednoduché, a často spočívá v přivedení napájení přes jeden nebo více odporů a měření ustáleného nebo časového průběhu napětí na součástce. Tím umožňují součástku identifikovat, a i odhadnout některé její parametry.

Tento návod je určen k takovému testeru, který je ale implementován za pomoci cenově dostupného mikrořadiče STM32G030J6 na nepájivém poli s využitím minimálního množství externích součástek.

2. Sestavení a nahrání programu

Pro sestavení je nutné nepájivé pole, zdroj 3,3V (stabilizátor HT7533 a kondenzátory C1 a C2), rezistor 470 Ω , rezistor 39 k Ω a mikrořadič STM32G030J6 na DIP8 adaptéru. Zapojení je doporučeno realizovat dle Obrázku 1, kde je ještě doplněna zelená LED indikující napájení a její příslušný rezistor R1 470 Ω .



Obrázek 1, náčrt zapojení testeru na nepájecím poli.

Pro nahrání programu (.hex souboru FW do mikrořadiče pomocí UART) je doporučeno postupovat dle návodu na následujícím online odkazu:

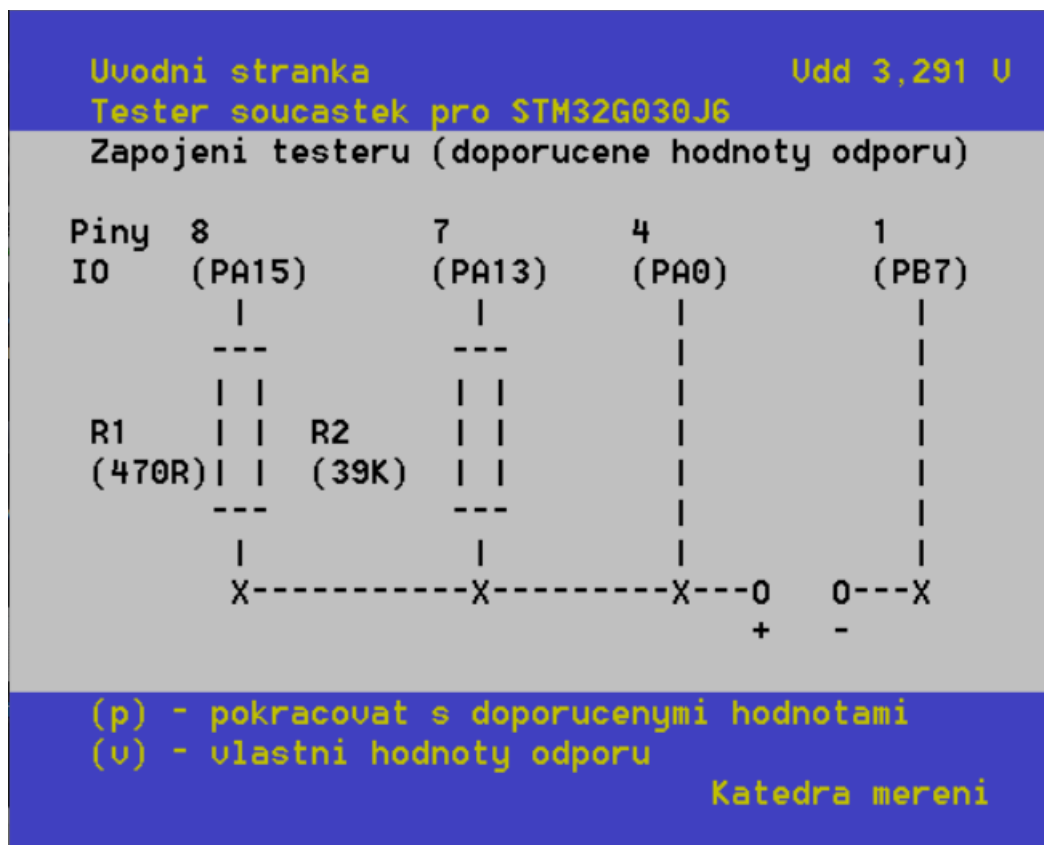
https://embedded.fel.cvut.cz/sites/default/files/SDI/STM32G030/STM32G031_programovani.pdf

3. Používání

Po sestavení a úspěšném naprogramování se pro interakci s testerem využívá sériový terminál (např. Putty nebo Teraterm). Převodník Serial USB vyžaduje driver pro CH340 (je snadno nalezitelný online). Terminál otevřeme na sériovém portu připojeného testeru (COM1 a COM2 bývají interní v počítači a tester se na nich pravděpodobně nenachází). Tester využívá přenosovou rychlost 115200 Baud a výchozí hodnota v terminálech bývá 9600 Baud, často je tedy nutné ji přenastavit na správnou hodnotu.

3.1. Spuštění testeru

Při spuštění testeru je v terminálu vykreslována úvodní stránka, která se periodicky obnovuje.



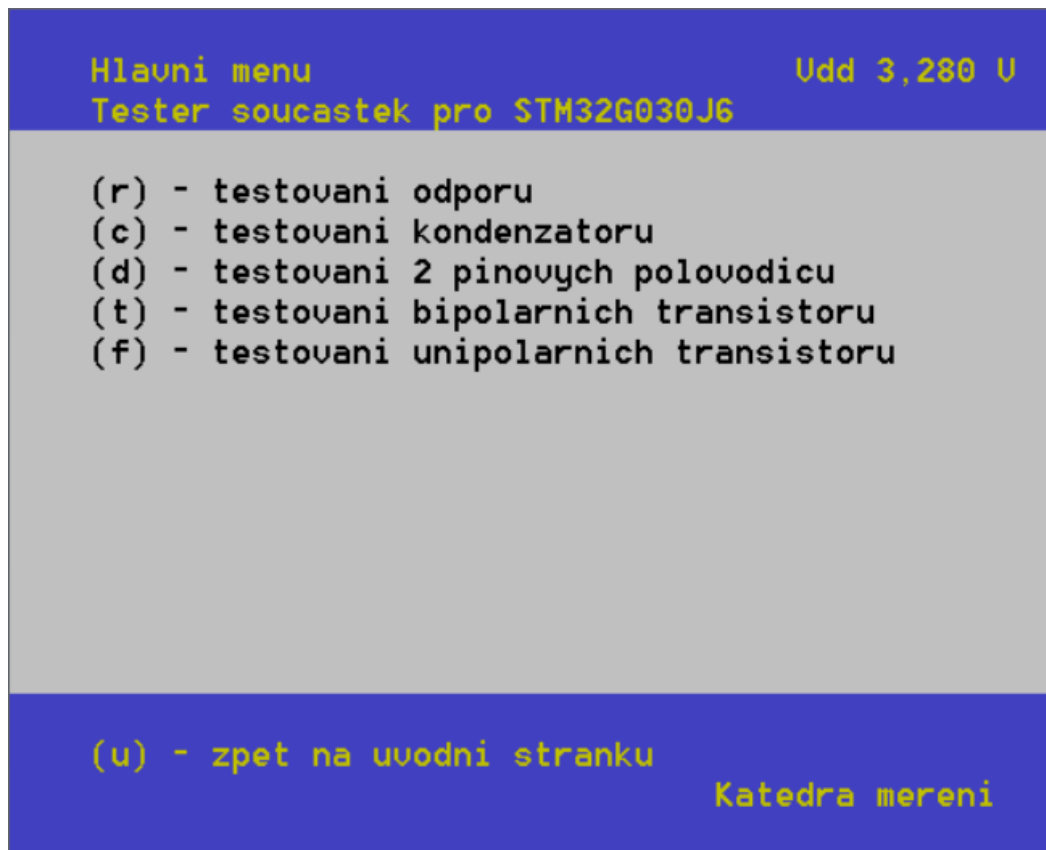
Obrázek 2: Snímek obrazovky úvodní stránky

Na úvodní stránce je vyobrazeno zjednodušené schéma zapojení testeru pro kontrolu zapojení. Uživatel má dále možnost případně zadat vlastní (konkrétní) hodnoty rezistorů použitých v obvodu pomocí stisknutí klávesy ‚v‘ nebo pokračovat s výchozími hodnotami ve schématu pomocí stisknutí klávesy ‚p‘. Pokračováním se uživatel dostane na stránku prvotního seřízení, kde je uveden postup a průběh prvotního seřízení. V levém horním rohu každé stránky lze pozorovat aktuální hodnotu napájecího napětí mikrořadiče.

1. Nechte testovací svorky rozpojené a zmacknete klávesu (o)
 2. Zkratujte testovací svorky a zmacknete klávesu (s)
 3. Zmacknete klávesu (p) pro pokračování (pro použití defaultu přeskočte rovnou na 3)
- Debug data:
Open 4,093 k, 4,086 k, 2,000 , 3,000
Zadny kondenzator
Short p = 32,17 Ohm , n = 28,35 Ohm

Obrázek 3: Snímek obrazovky stránky prvotního seřízení

Při prvotním seřízení je uživatel prvně instruován k ponechání testovacích svorek rozpojených a stisknutí klávesy ,o‘, kdy tester měří kapacity přívodních vodičů a napěťový ofset ADC1 pro kompenzaci jejich vlivu při testování. Dále je nutné svorky zkratovat a stisknout klávesu ,s‘, kdy přístroj měří vliv odporu přívodních vodičů a vnitřního odporu GPIO u záporné svorky za účelem kompenzace jejich vlivu. Během seřízení je průběh seřízení vypisován pod kolonkou „Debug data:“, kdy první řádek vypíše zjištěné ofsety ADC a druhý řádek zjištěné zkratové odpory. Na závěr uživatel pokračuje stisknutím klávesy ,p‘, či ji může stisknout i bez seřízení pro použití výchozích hodnot kompenzací (hrozí horší přesnost testeru). Při pokračování se uživatel dostane do stránky hlavního menu, odkud může volit funkce testeru.

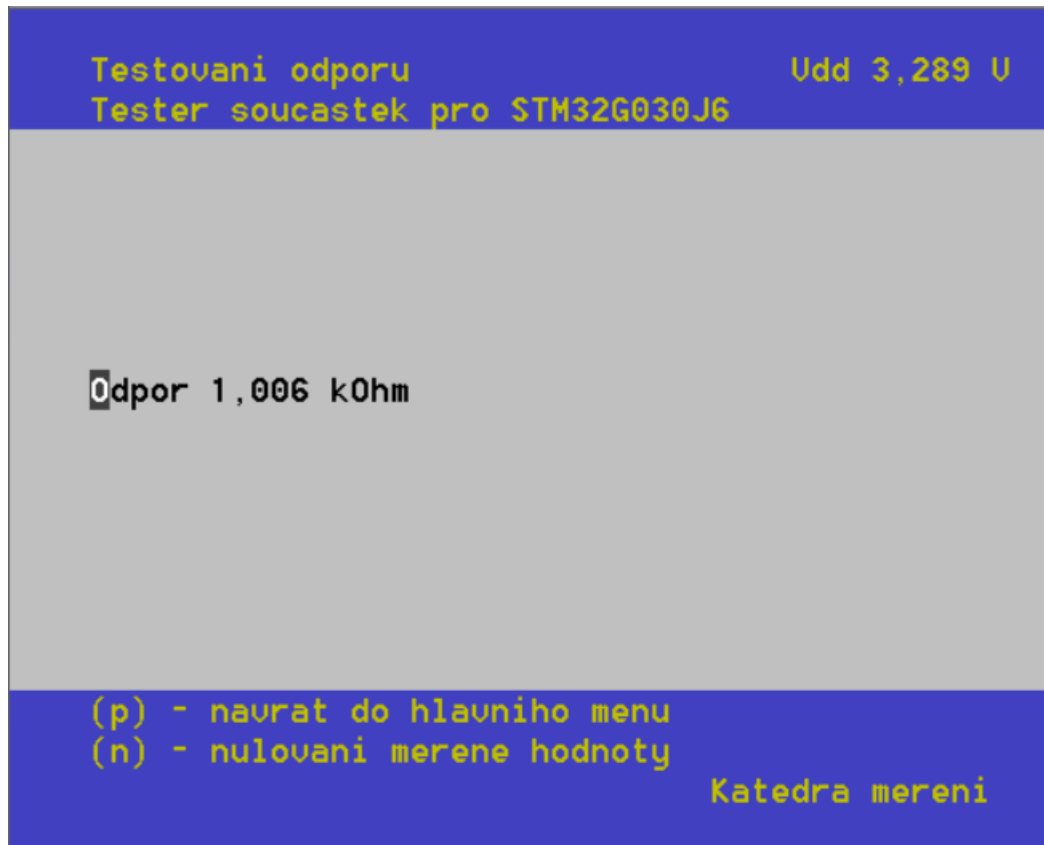


Obrázek 4: Snímek obrazovky stránky hlavního menu

Funkce, které může uživatel zvolit zahrnují testování rezistorů (odporu) při stisku klávesy ‚r‘, dále testování kondenzátorů při stisku klávesy ‚c‘, testování 2 pinových polovodičů při stisku klávesy ‚d‘, testování bipolárních transistorů stiskem klávesy ‚t‘ a testování unipolárních transistorů při stisku klávesy ‚f‘. Stiskem klávesy ‚u‘ je možný návrat na úvodní stránku např. pro kontrolu zapojení či opětovné seřízení. V levém horním rohu každé stránky lze opět pozorovat aktuální hodnotu napájecího napětí mikrořadiče.

3.2. Testování rezistorů

Při testování rezistorů tester měří hodnotu odporu připojeného na svorky testeru. Při testování tester pokrývá rozsah 10 mΩ až 30 MΩ.

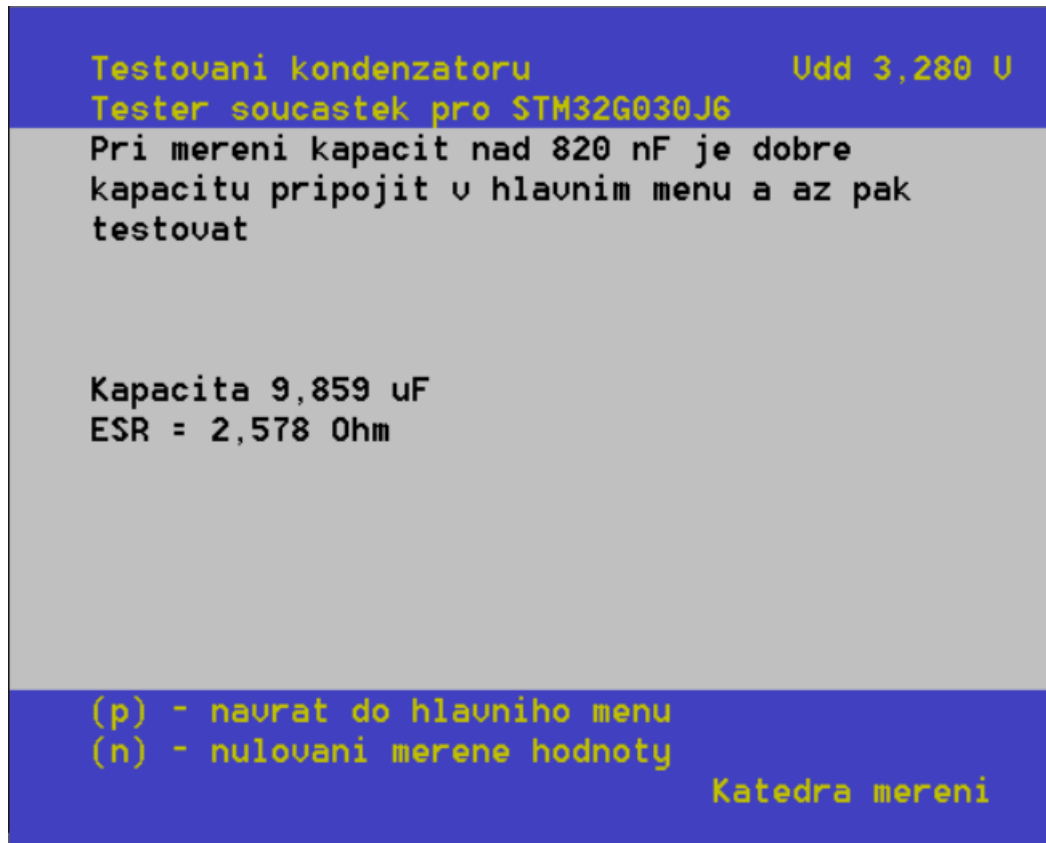


Obrázek 5: Snímek obrazovky stránky testování odporu

Při stisku klávesy ‚p‘ je možný návrat do hlavního menu a volba jiné funkce. Při stisku klávesy ‚n‘ je aktuální měřená hodnota odečítána ze zobrazovaného výsledku, lze takto například dodatečně vynulovat odpor přívodních šňůr (pokud nebyly vynulovány během seřízení).

3.3. Testování kondenzátorů

Při testování kondenzátorů tester měří hodnotu kapacity kondenzátoru připojeného na svorky testeru. Při testování tester pokrývá rozsah 40 pF až 1000 μ F. Pro kapacity nad 820 nF tester dále také měří ekvivalentní sériový odpor připojeného kondenzátoru (ESR), a to v rozsahu 100 m Ω až 50 Ω .

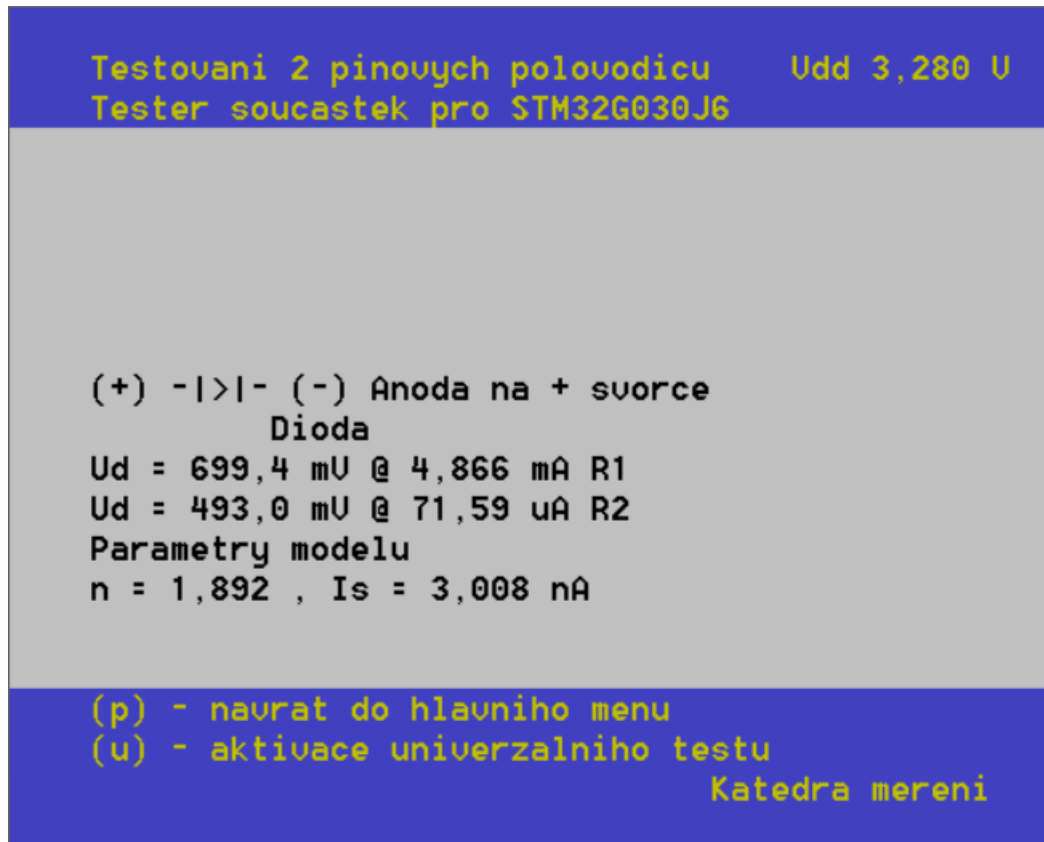


Obrázek 6: Snímek obrazovky stránky testování kondenzátoru

Při stisku klávesy ‚p‘ je možný návrat do hlavního menu a volba jiné funkce. Při stisku klávesy ‚n‘ je aktuální měřená hodnota odečítána ze zobrazovaného výsledku, lze takto například měřit velmi malé změny kapacity (více v 4.1.1 Měření velmi malých kapacit).

3.4. Testování 2pinových polovodičů

Při testování 2pinových polovodičů tester metodou zatěžovacích přímek měří celkem 6 bodů charakteristiky, podle nichž se následně pokusí součástku identifikovat a zobrazit její parametry. První z rozpoznaných a testovaných polovodičových součástek je polovodičová dioda.



Obrázek 7: Snímek obrazovky stránky testování polovodičů zobrazující test diody

Při rozpoznání polovodičové diody tester vypíše dvojici bodů charakteristiky v propustné směru a vypočítá parametry Shockleyho modelu diody. Další součástka, kterou tester rozpoznává a testuje je fotodioda.

(+) -|>|- (-) Anoda na + svorce
^^
Fotodioda

||

Ir = 1,482 uA

Ud0 = 54,79 mV @ 1,404 uA R2

Udf = 682,4 mV @ 4,899 mA R1


(p) - navrat do hlavniho menu

(u) - aktivace univerzalniho testu

Katedra mereni

Obrázek 8: Snímek obrazovky stránky testování polovodičů zobrazující test fotodiody

Při rozpoznání fotodiody tester vypíše proud v závěrném směru neboli také fotoproud. Dále vypíše jeden bod z charakteristiky v 4. kvadrantu ležící v průsečíku se zatěžovací přímkou odporu R2 a jeden bod z charakteristiky v 1. kvadrantu ležící v průsečíku se zatěžovací přímkou odporu R1. Poslední součástka, kterou tester rozpoznává a testuje je fototranzistor.

(+) -  (-) K na + svorce
Fototransistor

||
Ik = 912,3 uA

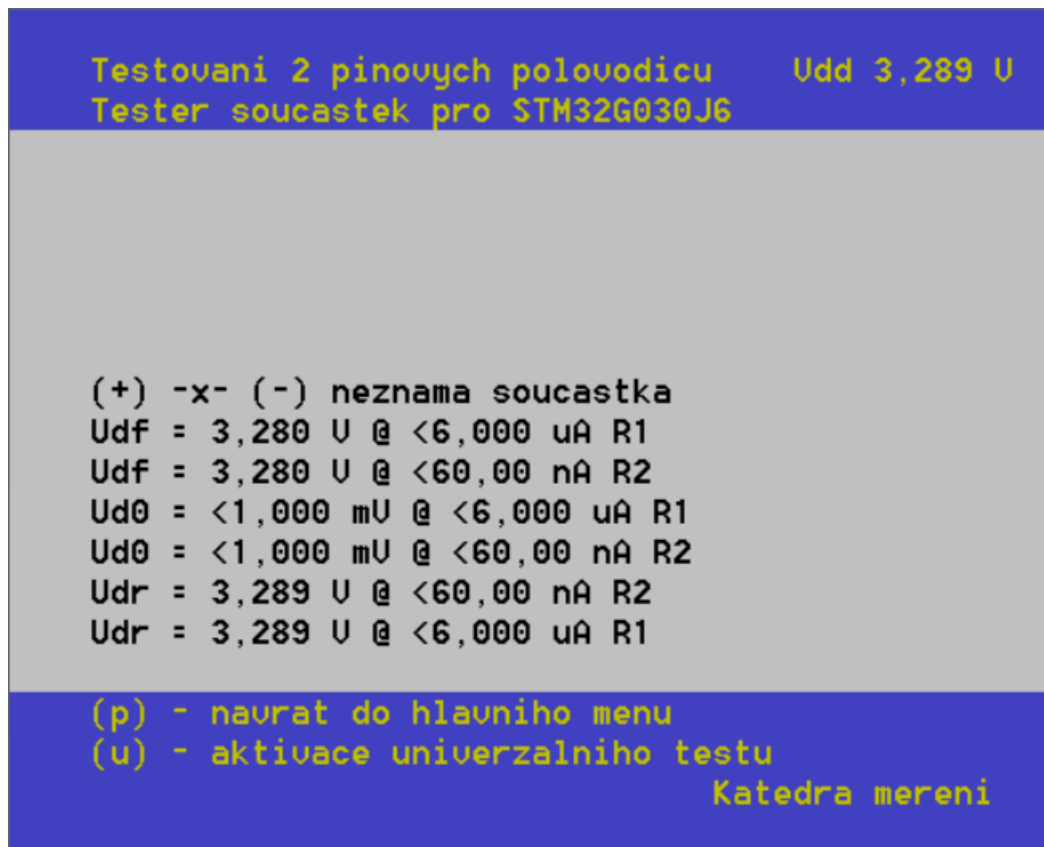
(p) - navrat do hlavniho menu

(u) - aktivace univerzalniho testu

Katedra mereni

Obrázek 9: Snímek obrazovky stránky testování polovodičů zobrazující test fototranzistoru

U fototranzistoru tester vypisuje jen kolektorový proud. V případě, že součástku tester nerozpozná, nebo v případě, že uživatel vynutí funkci univerzálního testu stisknutím klávesy ‚u‘, tester vypíše, že součástku nepoznal a dále vypíše všech 6 bodů charakteristiky.



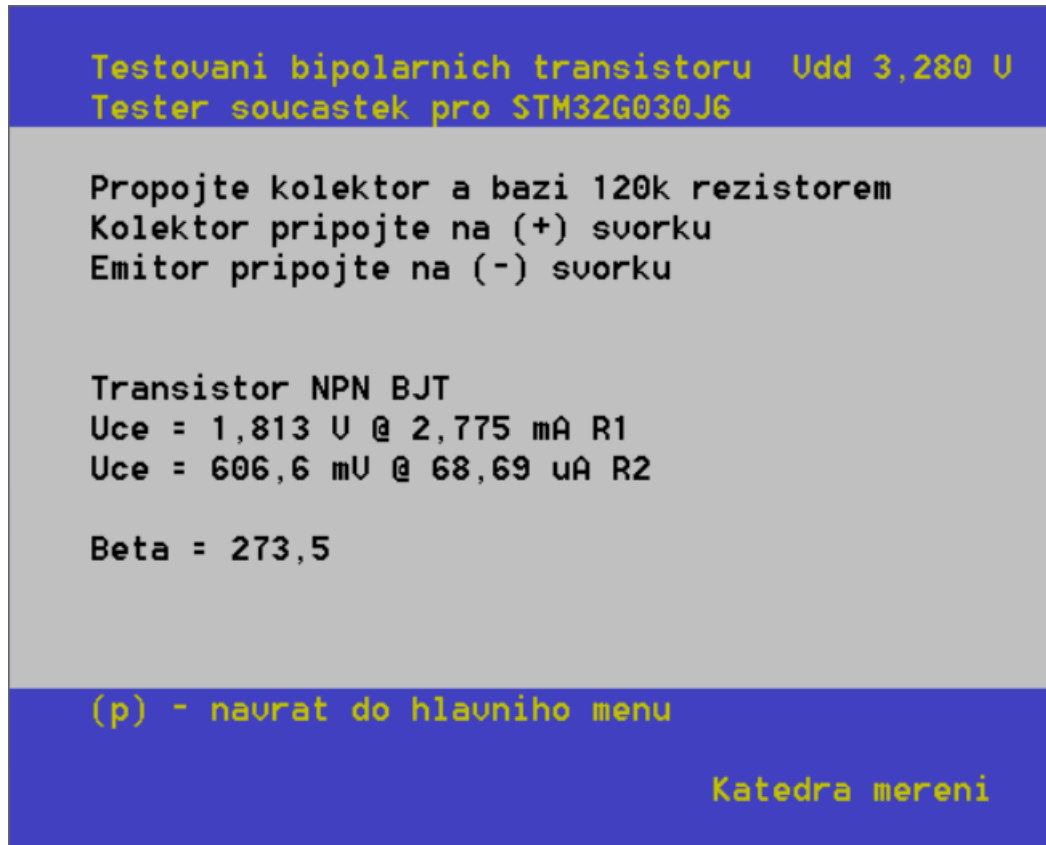
Obrázek 10: Snímek obrazovky stránky testování polovodičů zobrazující test neznámé součástky
Vypsání bodů charakteristiky jdou popořadě jako:

- Průsečík charakteristiky se zatěžovací přímkou odporu R1 v 1. kvadrantu
- Průsečík charakteristiky se zatěžovací přímkou odporu R2 v 1. kvadrantu
- Průsečík charakteristiky se zatěžovací přímkou odporu R1 v 2. nebo 4. kvadrantu
- Průsečík charakteristiky se zatěžovací přímkou odporu R2 v 2. nebo 4. kvadrantu
- Průsečík charakteristiky se zatěžovací přímkou odporu R2 v 3. kvadrantu
- Průsečík charakteristiky se zatěžovací přímkou odporu R1 v 3. kvadrantu

Tyto body může uživatel využít např. k manuální identifikaci a testu neznámé součástky (více viz. 4.1.2 Měření BJT).

3.5. Testování bipolárních transistorů

Při testování bipolárních transistorů je nutné znát rozložení vývodů testovaného transistoru a propojit kolektor a bázi rezistorem. Na svorky testeru se připojí kolektor a emitor, tester pak metodou zatěžovacích přímk měří celkem 4 body charakteristiky v obou polaritách, podle nichž následně identifikuje typ transistoru a provede výpočet parametru.

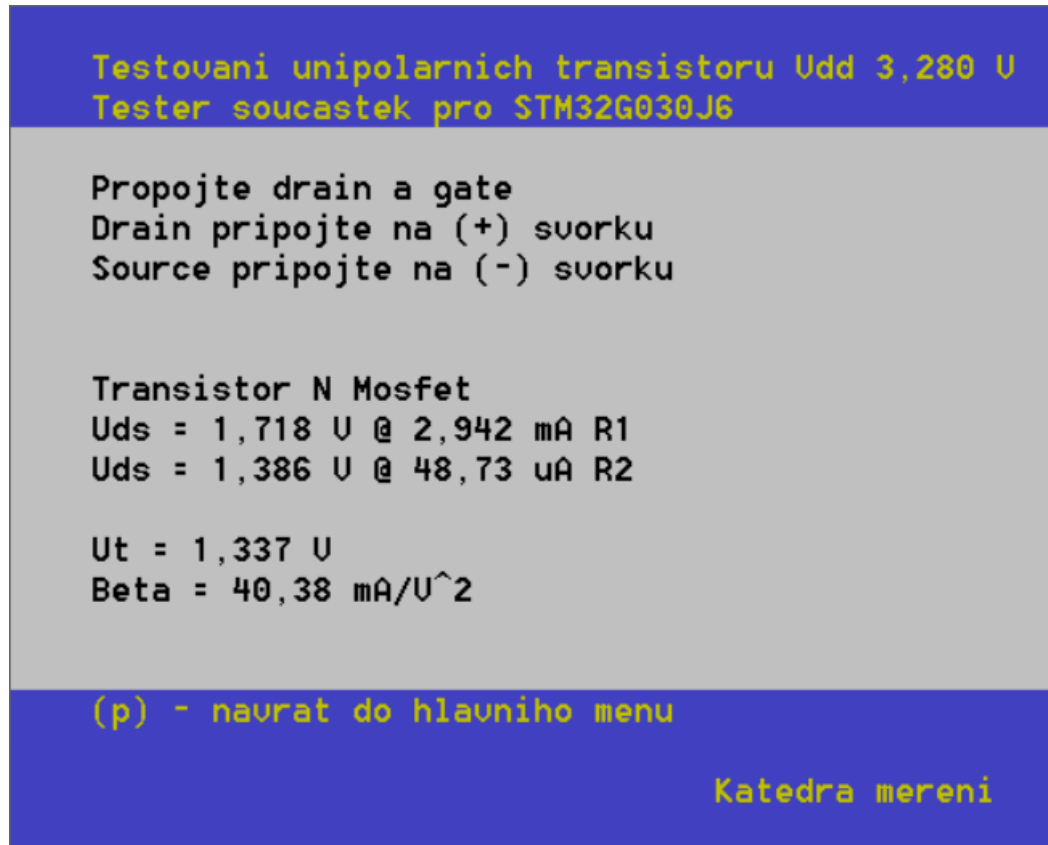


Obrázek 11, Snímek obrazovky stránky testování bipolárních transistorů

Na stránce testování bipolárních transistorů jsou uvedené instrukce pro připojení testovaného transistoru, je vypisována dvojice bodů výstupní charakteristiky a odhad parametru proudového zesílení β .

3.6. Testování unipolárních transistorů

Při testování unipolárních transistorů je nutné znát rozložení vývodů testovaného transistoru a propojit drain a gate. Na svorky testeru se připojí drain a source, tester pak metodou zatěžovacích přímků měří celkem 4 body charakteristiky v obou polaritách, podle nichž následně identifikuje typ transistoru a provede výpočet parametrů.



Obrázek 12, Snímek obrazovky stránky testování unipolárních transistorů

Na stránce testování unipolárních transistorů jsou uvedené instrukce pro připojení testovaného transistoru, je vypisována dvojice bodů výstupní charakteristiky a odhad parametrů prahového napětí U_t a konstanty β .

4. Tipy a triky

Funkce testeru lze s trochou vynalézavosti využít např. pro rozlišení mnohem menších hodnot součástek, než které jsou v základu schopné měřit či k měření úplně jiného typu součástky. Na takové triky se tato kapitola zaměří.

4.1.1. Měření velmi malých kapacit

Tester v základu dokáže měřit kapacity minimálně 40 pF a menší kapacity jen rozlišit jako připojené. Avšak kapacity v pracovním rozsahu dokáže měřit s vysokým rozlišením, např. pro 47pF kondenzátor rozlišuje desítky fF (femto farad). Toho lze využít v kombinaci s funkcí nulování měřené hodnoty aktivované klávesou ,n‘ a rozlišit tak i velmi malé kapacity připojené paralelně k zmíněnému 47pF kondenzátoru.