

Component tester

Miloš Zajíc

Slouží k rychlé identifikaci a testování polovodičových součástek a odporů. Sám automaticky rozpozná typ součástky a rozloží její vývody.

Je možné testovat:

- Tranzistory: bipolární křemíkové, germaniové (měří stejnosměrné proudové zesílení, zbytkový proud, napětí U_{be}), Darlingtonovy a MOSFET.

- Tyristory, Triaky.

- Diody: křemíkové, germaniové, Schottkyho, LED, Zenerovy (měří napětí v propustném směru při dvou úrovních proudu).

- Odpor: 1 Ω až 0,5 M Ω .

Poznámka: Není určen pro testování zapájených součástek.

Základní technické parametry

Vstupy: 3 univerzální vstupy, max. měř. napětí 5 V, max. proud 25 mA.
Displej: 2x 8 znaků maticový LCD.
Rozměry: 110 x 67 x 28 mm.
Napájení: 9 V (6 až 10 V), max. 30 mA, automatické vypnutí.

Historie

Tester na stejném principu jsem zkonstruoval poprvé již v 1997. Byl řízen procesorem 89C2051 a pro měření používal jednoduchý externí převodník A/D. Dále obsahoval několik analogových multiplexerů a třímístný displej LED. Do paměti procesoru se vešel program, který měřil pouze tranzistory a diody. Zapojení obsahovalo 8 ks IO a bylo sice funkční, ale relativně složité, tak jsem jej odložil. Potom stále nějak nebyl čas, až jsem se do testeru s odstupem doby pustil znovu a zde je výsledek. Princip měření zůstal stejný, ale použitím mo-

dernějších součástek se zapojení výrazně zjednodušilo a zlepšily parametry. Hlavními požadavky při konstrukci byla nízká cena a jednoduchost.

Popis zapojení

Hlavní použitou součástkou je mikroprocesor Atmel Atmega 8. Ten obsahuje již prakticky vše potřebné pro konstrukci testeru. Základ zapojení je velmi jednoduchý, pomocné obvody displeje a napájení jsou prakticky složitější než vlastní testovací část.

Pro vlastní měření jsou použity tři univerzální vstupy. Každý tvoří 4 ks rezistorů s odpory dekadických násobků 470 Ω , 4,7 k Ω , 47 k Ω , 470 k Ω . Ty fungují jako proměnné zdroje proudu. K přepínání se využívá možnosti konfigurovat vlastnosti vývodů mikroprocesoru za chodu. Aktivní je vždy jen jeden výstup procesoru, ostatní jsou ve třetím stavu. Odpadá tak použití multiplexeru. Stav příslušného výstupu určuje zda bude výstupní proud kladný nebo záporný. Navíc je připojen ještě jeden výstup, který má pouze ochranný rezistor s malým odporem, a slouží pro generování největších proudů asi 25 mA (nebo jako virtuální zem). Poslední šestý rezistor je též ochranný a je v sérii se vstupem převodníku A/D. Díky této konfiguraci je možné na kterémkoliv testovacím vývodu nastavit vlastnosti potřebné pro měření součástek. Procesor pracuje s interním oscilátorem RC a není použit ani vývod 1 „Reset“.

Jako displej je použit běžný displej LCD 2x 8 znaků s řadičem. Kriterialem pro výběr displeje byly rozměry a také

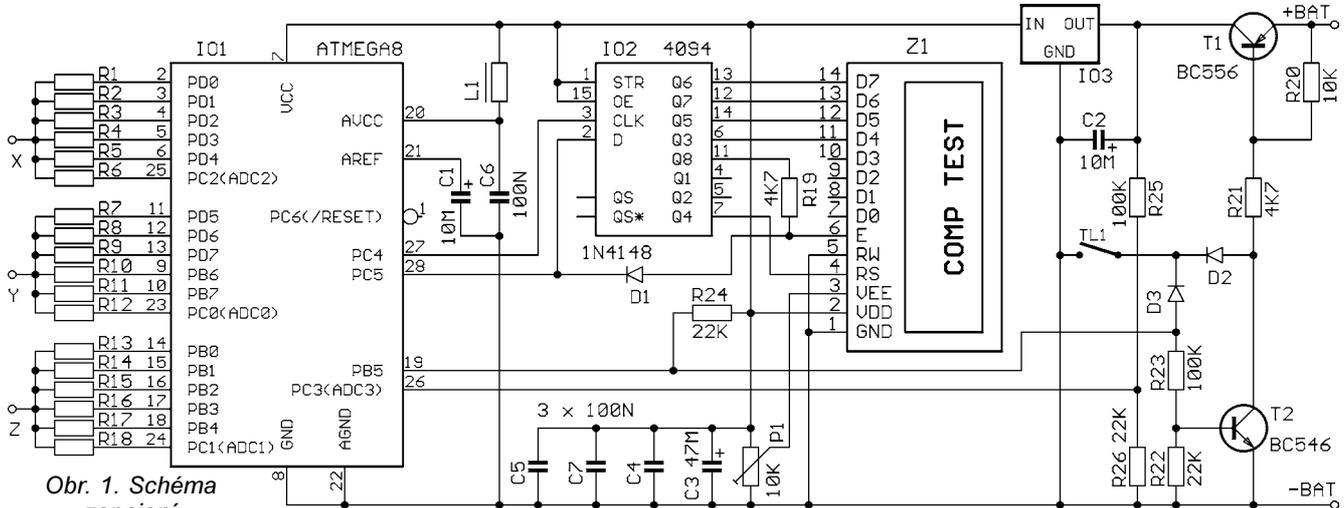


cena. Použitím procesoru s větším pouzdrém by bylo možné připojit displej přímo na procesor. Zapojení by se ještě výrazně zjednodušilo a bylo elegantnější. Bohužel však procesor ve větším pouzdrě je výrazně dražší a proto byl použit typ Atmega8 a displej je připojen sériově pomocí IO2. Ve známém zapojení potom stačí na připojení pouze dva vývody místo šesti. Vyžaduje to však složitější programovou obsluhu. Displej pracuje ve 4bitovém režimu s jednosměrnou komunikací. Vývody registru jsou „programově“ zpreházeny tak, aby vycházely spoje bez křížení.

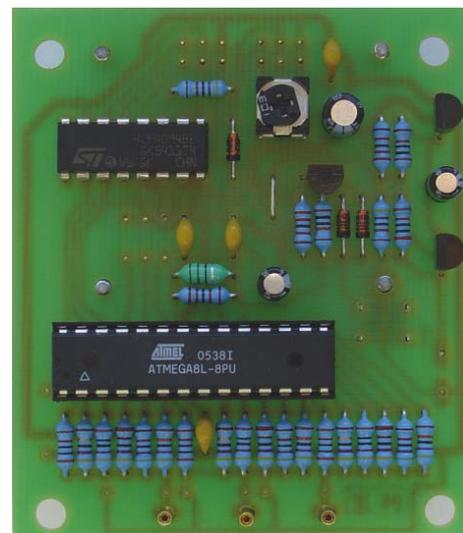
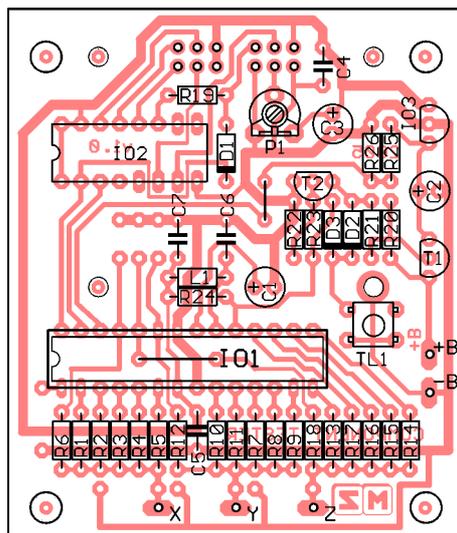
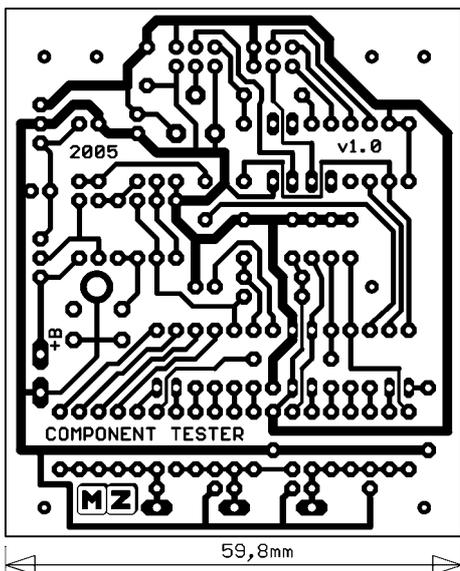
Poslední částí testeru jsou napájecí obvody. Zapínání a vypínání je elektronické pomocí T1 a T2. To umožní hlavně automatické vypnutí při nečinnosti. Je to důležitá funkce u všech přístrojů napájených z baterií. Procesor je napájen ze stabilizovaného napětí 5 V vytvářeného IO3. Je použit typ s malým úbytkem napětí. Vstup AD3 s R25a R26 měří napětí baterie.

Programové vybavení

Celý tester může být jednoduchý jen proto, že veškeré funkce jsou tvořeny programově s pomocí co nejjednoduššího hardware. Podrobný popis



Obr. 1. Schéma zapojení



Obr. 2. Deska s plošnými spoji

algoritmů by byl značně rozsáhlý a tak se omezím jen na velmi stručný popis funkce programu. Je napsán v assembleru, má asi 4500 řádek a zabírá zhruba dvě třetiny programové paměti procesoru.

Po zapnutí program zkouší měřit co je připojeno na vstupních svorkách. Nejprve se prověřuje, zda není zapojen tranzistor, potom tyristor, triak, dioda a nakonec rezistory. Například pro testování tranzistoru je prověřováno dvanáct kombinací (6 je kombinací zapojení vývodů a všechny ve dvou polaritách npn a pnp). Procesor i program je dostatečně rychlý na to, aby identifikace proběhla velmi rychle - prakticky okamžitě. Pokud je nalezena některá z měřitelných součástek, je detailně změřena pro upřesnění typu a parametrů. Ty jsou potom postupně zobrazeny na displeji.

Další podrobnější informace o měření jednotlivých součástek jsou v kapitole Návod k obsluze.

Procesor Atmega 8 je samozřejmě vybaven pamětí Flash, takže je možné do budoucna program měnit a vylepšovat. Obsah paměti je chráněn proti čtení.

Stavba

Na desce nejprve osadíme dvě drátové propojky. Potom osazujeme postupně součástky od nejmenší po největší. Velké součástky je třeba zapájet tak, aby nebyly vyšší než 9 mm nad deskou. Procesor je umístěn v objímce. Neosazujeme zatím tlačítko. Jako konektor pro displej slouží 4x 3v



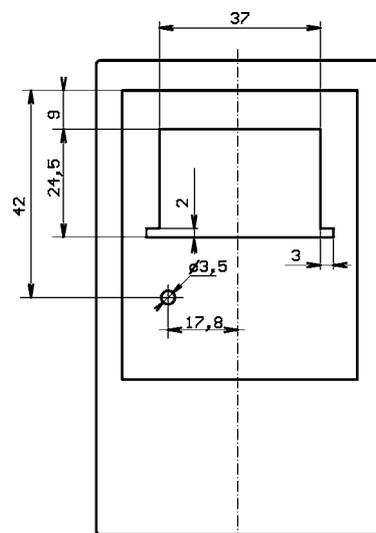
Obr. 3. Vývody displeje

vodová „precizní“ objímka pro IO. Jsou osazeny ze strany pájení a jejich zapájení věnujeme větší pozornost (viz obr. 3).

Tester je vestavěn do krabičky typu KP20. Deska je v krabičce umístěna součástkami dolů, na straně spojů je tlačítko a displej. Pokud není krabička upravena je nutné vyříznout podle výkresu (obr. 4) otvor pro displej, tlačítko a měřicí kablíky. Do displeje zašroubujeme čtyři šrouby M2x 16 s matkami. Potom pomocí dalších dvou kontramatek nastavíme výšku displeje tak, aby jeho horní hrana byla přesně v rovině s horní stranou krabičky. Pokud vadí hlavičky šroubů, je nutné buď v místech hlav šroubů trochu zahloubit krabičku, nebo hlavy šroubů ubrousit až po drážku. Dále zapájíme vývody displeje, na které použijeme zbytky vývodů rezistorů.

Nyní je vhodné umístit tlačítka a to nejlépe s odmontovaným displejem. Tlačítko zlehka připájíme pouze za dva vývody a zkusíme v krabičce zda není šikmo nebo zablokované. Pokud je vše v pořádku, připájíme je definitivně. Nakonec nalepíme samolepící štítek (obr. 5) na čelo krabičky. V této fázi je již možné kompletně osazenou desku oživit.

Samostatnou kapitolou by asi mohl být způsob připojování součástek. Je to komplikovaný problém, který nejde vyřešit tak, aby byl každý spokojen. Typů pouzder je velmi mnoho a to ani neuvážuji provedení SMD. Nejlepší řešení by bylo použít miniaturní zdířky nebo malý konektor, kam by se připojovaly různé redukce - adaptéry. Bohužel se mi nepodařilo sehnat nic malého, kvalitního, dostupného a levného. Proto jsem nakonec zvolil kompromis, a to použití tří barevných kablíčků s krokosvorkami. Zde má každý možnost upravit si tuto část testeru podle svých možností a představ. Vývody kablíčků mohou být v dolní, ale i horní části krabičky. Barvu

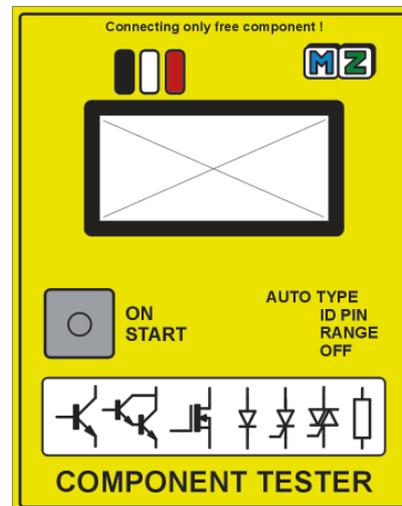


Obr. 4. Výkres krabičky

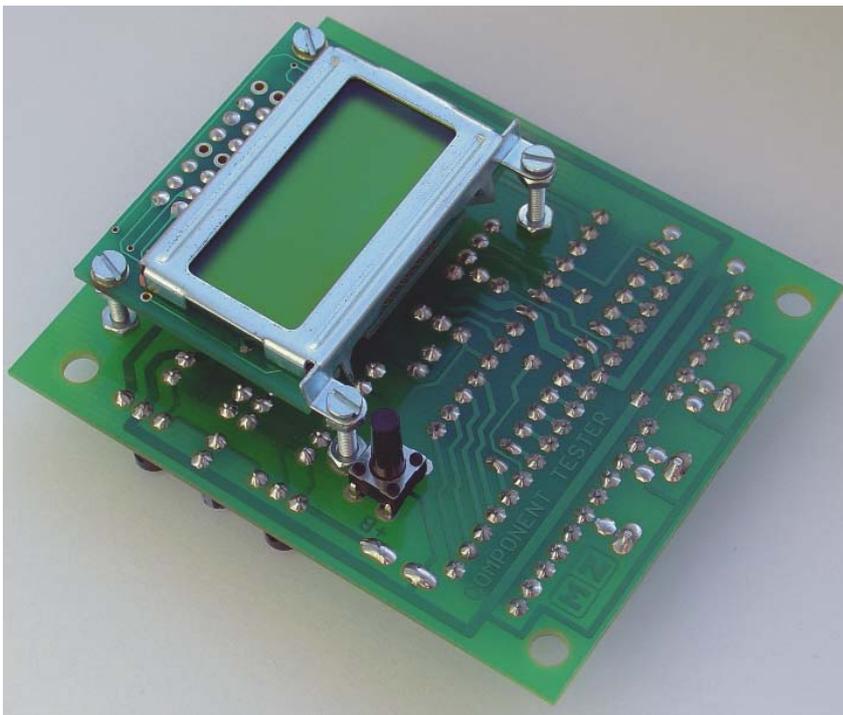
kablíčků zapájíme podle pořadí barev na štítku přístroje.

Napájení

Krabička je standardně určena pro baterii 9 V. Vzhledem k odběru přístroje není již obyčejná baterie příliš



Obr. 4. Štítek přístroje



vhodná. Proto doporučuji použít 9 V akumulátor. Pokud nepoužijeme odělovací přepážku, lze do prostoru baterie vtěsnat 6 ks článků velikosti AAA bez držáku. Vzorek přístroje je napájen z dvou článků Li-Ion 700 mAh. Výhodou je malá váha a malé samovybitení, jsou však náročnější na držování příslušných zásad pro jejich používání.

Oživení

Oživení přístroje je jednoduché, nemá žádné nastavovací prvky. Po důkladné vizuální kontrole vyjmeme procesor a displej. Ze stabilizovaného zdroje asi 7 V/max. 50 mA desku napájíme. Měříme napětí na výstupu stabilizátoru, kde by mělo být trvale 5 V. Pokud je vše v pořádku, nasadíme displej, trimr P1 vytočíme na doraz směrem k 0 V. Osadíme také procesor a zkusíme zapnout. Displej zobrazí úvodní hlášení. Odběr proudu bez měřené součástky je max. asi 20 až 25 mA. Můžeme přikročit k poslední fázi a tou je kontrola osazení měřících rezistorů. Postupně zkusíme měřit rezistory s odpory 470 Ω, 4,7 kΩ, 47 kΩ, 470 kΩ. Odpory rezistorů nejsou vůbec kritické, jde jen o jejich řádovou odlišnost. Měříme ve všech třech možných kombinacích připojení rezistoru. Při měření odporů nad 50 kΩ se nesmíme dotýkat vývodů měřené součástky, jinak je údaj nestabilní. Tímto způsobem si ověříme zda jsou funkční všechny zdroje proudu nutné pro testování. V případě odlišnosti kontrolujeme rezistor se stejným odporem na těch vstupu procesoru, kde je připojen kontrolní rezistor. Kdo tuto zkoušku neprovede, může se potom dočkat při provo-

zu přístroje různých překvapení v podobě nesmyslných údajů.

Stručný návod k obsluze

Přístroj slouží pro rychlou kontrolu a identifikaci elektronických součástek. Celý proces je automatický s minimálními nároky na obsluhu.

Ovládání

Ovládání testeru je velmi jednoduché. Přístroj zapneme stiskem tlačítka a po ohlášení připravenosti připojíme součástku. V průběhu měření je krátký stisk tlačítka vyhodnocen jako povel k přerušení stávajícího měření a zahájení nového.



V případě připojování třívývodové součástky je vhodné po připojení všech 3 vývodů stisknout tlačítko. Tester pracuje rychle a například po zapojení prvních dvou vývodů tranzistoru je okamžitě identifikuje jako diodu a zobrazuje diodu. Pokud bychom tlačítko nestiskli, uskuteční se nejprve celé zobrazení parametrů diody a po jejím skončení proběhne opětovná identifikace a správné zobrazení tranzistoru. Po odpojení součástky se dokončí ještě zobrazení všech jejích parametrů, které již však nemusí mít správné hodnoty.

Doporučení:

- Nepřipojujte na vstupy testeru žádné vnější napětí ani nabitě kondenzátory.
- Připojujte pouze volně nezapájené součástky.

- Při měření se nedotýkejte prsty vývodů součástky.

Tranzistory

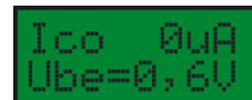


Měření tranzistorů je základní funkcí testeru. Součástka je nejprve testována zda vykazuje zesilovací funkci. Po rozlišení vývodů a polarity je podle napětí U_{be} určen typ tranzistoru: Si - křemíkový, Ge - germaniový, DARL - Darlingtonovo zapojení, MOSF - MOSFET (enhancement mode). Pokud tranzistor obsahuje interní diodu CE, jsou její vývody zobrazeny na spodním řádku pod rozložením vývodů.



Na další obrazovce je zobrazen stejnosměrný zesilovací činitel a proud, při kterém byl měřen. U speciálních typů tranzistorů - Darlingtonův a MOSFET není možné zesílení přesně změřit, takže je zobrazen pouze údaj větší jak 1.

U germaniových tranzistorů středních a větších výkonů je údaj o zesílení často značně zkreslen velkým zbytkovým proudem tranzistoru. Ten je sice při měření zesílení brán v úvahu, ale hlavní příčinou je velká závislost zbytkového proudu na odporu báze - emitor.



Poslední obrazovka zobrazuje zbytkový proud tranzistoru a napětí U_{be} .

Tyristory a triaky



Měření těchto prvků je omezeno pouze na jejich identifikaci a rozložení vývodů. Tyristory jsou testovány na funkčnost v kvadrantu 1 a triaky v kvadrantu 1 a 3. Vzhledem ke konstrukci testeru a max. proudu asi 25 mA je testování omezeno na součástky malých a středních výkonů. U součástek pro velké výkony je potřebný proud řídicí elektrody a přídržný proud větší. Důvodem k omezení proudu je také bezpečnost měření. Při větších testovacích proudech by

se mohly poškodit součástky jiných typů (tranzistorů, diod).

V praxi to znamená, že lze měřit součástky s maximálním proudem asi 10 A. Jde však jen o velmi přibližný údaj, spíše záleží na konkrétním typu a výrobci.

Diody



Diody jsou detekovány na základě nelineární VA charakteristiky. Na displeji je zobrazeno přiřazení vývodů, napětí v propustném směru, pořadové číslo diody a proud protékající diodou. Měří se pro dvě hodnoty proudu s rozsahy asi do 1 mA a do 10mA. Na základě zobrazených údajů můžeme již snadno určit typ diody. Nejmenší napětí do asi 0,4 V vykazují diody germaniové a Schottky, napětí mezi 0,4 až asi 1 V běžné křemíkové diody. Diody s napětím nad 1,2 V jsou většinou diody LED. Pokud se nejedná o infračervené LED, je přímo vidět, jak dioda svítí při různých proudch, takže si hned můžeme udělat představu o kvalitě diody LED - svítivosti.

Aby bylo možné detekovat i vícenásobné součástky, je na displeji vlevo dole zobrazováno pořadí testovaného přechodu (diody). Třívývodová součástka může teoreticky obsahovat až 6 diod (3 antiparalelní dvojice), které jsou postupně všechny detekovány a zobrazeny. V praxi se setkáme nejčastěji s běžnou diodou - 1 přechod, dvojitou - 2 přechody. Samozřejmě také dvoubarevné LED dvou i třívývodové se dvěma přechody. U Zenerových diod do napětí 5 V jsou také indikovány dva přechody, jeden v propustném směru a druhý s velikostí Zenerova napětí. U Zenerových diod s napětím větším než 5 V je detekován pouze jeden přechod v propustném směru. Lze měřit i různé referenční zdroje malého napětí.

Nelze testovat vysokonapěťové diody obsahující více přechodů spojených sériově.

Rezistory



Jako doplňková funkce je měření odporů. Rozsah měření je od 1 Ω (rozlišení 1 Ω) až po asi 0,5 MΩ. Přepínání rozsahů je automatické. Displej zobrazuje, mezi které dva vývody je měřený rezistor připojen a změřený odpor. Je možné měřit i rezistory s většími odpory, ale pouze informa-

tivně, protože vzhledem k velkým impedancím je zobrazený údaj nestabilní. Maximální hodnota detekovaného odporu je 10 MΩ.

Při stisku tlačítka bez připojené součástky se zobrazí napětí baterie a verze software. Pokud není připojena žádná součástka ani stisknuto tlačítko, tester se asi po 1 minutě automaticky vypne.

Polovodičových součástek existuje nepřehledné množství typů. Je tedy možné, že narazíte na součástku, kterou tester nezměří, nebo změří chybně. Rozšíření o další typy součástek v budoucnu je plánováno, pokud bude technicky možné jejich měření. Aktuální informace najdete na www.zajic.cz.

Závěr

Přístroj najde uplatnění v každé amatérské i profesionální laboratoři. Ušetří čas při identifikaci a přezkoušení nejrůznějších typů součástek.

Seznam součástek

Rezistory

R1, R10, R13	47 Ω, 1 %
R2, R11, R17	470 Ω, 1 %
R3, R7, R16, R21	4,7 kΩ, 1 %
R4, R8, R15	47 kΩ, 1 %
R5, R9, R14	470 kΩ, 1 %
R6, R12, R18, R20	10 kΩ
R22, R24, R26	22 kΩ, 1 %
R23, R25	100 kΩ, 1 %
P1	10 kΩ

Kondenzátory

C1, C2	10 μF/25 V
C3	47 μF/10 V
C4, C5, C6, C7	100 nF, keram.

Polovodičové součástky

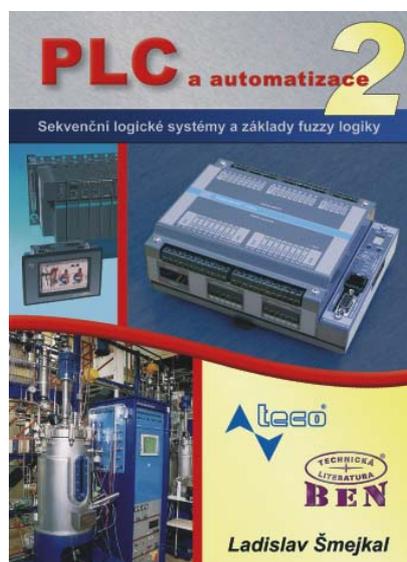
D1, D2, D3	1N4148
T1	BC556
T2	BC546
IO1	Atmega 8 (programovaný!)
IO2	4094
IO3	LM2931Z-5.0
Z1	LCD 2x 8 znaků

Ostatní součástky

L1	10 μH
Krabička KP20,	
Deska s plošnými spoji	
Tlačítko	
Objímka 28 vývodů úzká	
Samolepicí šítek	
Konektor baterie	
Krokosvorka 3x	

Samotný naprogramovaný procesor si lze objednat za 300,- Kč; procesor s deskou a displejem za xxx,- Kč. Kompletní stavebnice s upravenou krabičkou a štítkem stojí 600,- Kč.

Můžete si ji objednat na tel. 321 785 510 nebo na milos@zajic.cz. Na adrese www.zajic.cz najdete aktuální informace.



Šmejkal, L.: PLC a automatizace, 2. díl. Nakladatelství BEN - technická literatura, 208 stran B5, obj. č. 121127, MC 199 Kč.

Učebnice, po které již trh dlouho volal, vyšla v prosinci 2005 s podtitulem „Sekvenční úlohy, fuzzy logika a norma IEC 61131“.

Druhý díl je věnován především programování sekvenčních logických úloh. Tyto úlohy v praxi převažují a jejich nesystematické programování bývá zdrojem mnoha problémů a chyb. Jsou uvedeny programy typických úloh z praxe, řešené intuitivními postupy s využitím paměťových funkcí, čítačů, časovačů a jiných funkčních bloků. Podrobně a na příkladech jsou vysvětleny systematické postupy programování, založené na principech konečných automatů, Petriho sítí a na efektivním využití tabulek a datových struktur v programu PLC.

Obsáhlá pasáž je věnována úvodu do fuzzy logiky a vícehodnotové logiky, které jsou jednou z cest k umělé inteligenci a stávají přirozenou součástí aplikační praxe. Výklad používá jen minimum teoretických pojmů a zaměřuje se na metodiku programování úloh z praxe - nejenom z oboru regulace a řízení, ale i technické diagnostiky, zabezpečovací techniky, rozhodování, optimalizace a jiných oborů.

Samostatná část knihy je věnována stručnému seznámení s normou IEC 63111-3, která je věnována programovacím jazykům a s IEC 63111-7, věnovanou jazyku FCL (Fuzzy Control Language) pro popis ucelených fuzzy radičů.

Knihu si můžete zakoupit nebo objednat na dobírku v prodejní technické literatury BEN, Věšínova 5, 100 00 Praha 10, tel. 2 7482 0411, 2 7481 6162, fax: 2 7482 2775. Další prodejní místa: Jindřišská 29, Praha 1, sady Pětatřicátníků 33, Plzeň; Cejl 51 a Veverčí 13, Brno, Česobratská 17, Ostrava, e-mail: knihy@ben.cz, adresa na Internetu: <http://www.ben.cz>. Zásilková služba na Slovensku: Anima, anima@anima.sk, www.anima.sk, Slovenskej jednoty 10 (za Národnou bankou SR), 040 01 Košice, tel./fax (055) 6011262.