

Rekonstrukce demonstračního modulu diagnostického přístroje Polar 850

Polar 850 Device Accessories Modification
for Diagnostic Education Purposes

Julius Markovič



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Julius MARKOVIČ
Osobní číslo: A08008
Studijní program: B 3902 Inženýrská informatika
Studijní obor: Informační a řídicí technologie

Téma práce: Modifikace příslušenství přístroje POLAR 850 pro
výuku v předmětu Diagnostika v elektronice

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte problematiku typických poruch způsobených zkraty, parazitními svody a přerušením spojů v elektronických modulech.
2. Seznamte se s principem měření, funkcemi a aplikačními možnostmi diagnostického přístroje POLAR 850.
3. Navrhněte modifikaci a případné doplnění demonstračního modulu přístroje POLAR 850 pro výuku předmětu Diagnostika v elektronice tak, aby bylo možné jednak názorně vysvětlit metodiku detekce zkratů, svodů a přerušení a jednak otestovat studentovo zvládnutí dané problematiky.
4. Zpracujte příslušnou metodickou příručku pro demonstrační úlohy s tímto přístrojem.
5. Vytvořte instruktážní prezentaci.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. Hlavička, J.: Diagnostika a spolehlivost, Vydavatelství ČVUT Praha, 1998.
2. Drábek, V.: Spolehlivost a diagnostika. Skripta VUT v Brně, 1986.
3. Hlavička, J. a kol.: Diagnostika mikroprocesorových systémů. ČSVTS Praha, 1985.
4. Hlavička, J., a kol.: Diagnostika elektronických číslicových obvodů. SNTL Praha, 1982.
5. Focus on In-Circuit Testing. Firemní literatura GenRad, 1998.
6. Časopisy: Sdělovací technika (ČR), internetové stránky JTAG a firem zabývajících se testováním.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Neumann, Ph.D.

Ústav elektroniky a měření

Datum zadání bakalářské práce:

25. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

7. června 2011

Ve Zlíně dne 25. února 2011

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato práce se zaměřuje na vytvoření podkladů pro podporu výuky předmětu Diagnostika v elektronice, vytvoření a doplnění cvičné desky, na které bude možné prakticky ukázat, jakým způsobem lze využít měřicí přístroj POLAR 850 a vytvořit prezentaci, ve které bude shrnuta teorie měření svodových proudů a diagnostiky v elektronice obecně včetně seznámení s přístrojem.

Klíčová slova:

Diagnostika, elektronika, měření , Toneohm, Polar...

ABSTRACT

This thesis aims at supporting materials for teaching the subject Diagnostics in Electronics, and at the Polar Toneohm 850 training board reconstruction. That board can illustrate the Polar 850 diagnostic device application possibilities in praxis. The instructive presentation included in the supporting materials summarizes the measurement theory for leakage and short current tracing generally, and in relation with the Toneohm 850 diagnostic device.

Keywords:

Diagnostic, electronics, measurement, Toneohm, Polar...

Poděkování, motto

Chtěl bych poděkovat ing. Neumannovi za cenné rady, kterými usměrňoval vývoj této práce ke zdárnému výsledku. Velmi účinnou podporu při navrhování desky plošného spoje a při vytváření podkladů pro výrobu musím ocenit i u ing. Macejky z firmy T Machinery s.r.o., a ing. Příkaského z firmy B.I.T. technik s.r.o., kteří zajistili, že deska nakonec spatřila světlo světa.

Díky v neposlední řadě patří samozřejmě mé manželce, která projevila během mého studia velkou trpělivost a bez jejíž podpory by mé studium vlastně ani nebylo možné.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 ZÁKLADNÍ POJMY TECHNICKÉ DIAGNOSTIKY	10
1.1 PORUCHY A JEJICH PŘÍČINY	10
1.2 ZÁKLADNÍ POJMY	11
1.3 DIAGNOSTICKÉ PROSTŘEDKY	11
1.4 DIAGNOSTICKÝ SYSTÉM	11
2 ZPŮSOBY MĚŘENÍ OBVODŮ	12
2.1 PASIVNÍ SOUČÁSTKY	12
2.1.1 Rezistory	12
2.1.2 Kondenzátory	12
2.2 AKTIVNÍ SOUČÁSTKY	13
2.2.1 Diody	13
2.2.2 Tranzistory	13
2.2.2.1 Kontrola B-E okruhu (báze-emitor)	13
2.2.2.2 Kontrola C-E okruhu (více přechodů)	14
II PRAKTICKÁ ČÁST	15
3 PŘÍSTROJ POLAR-850	16
3.1 POPIS PŘÍSTROJE	17
3.1.1 Pohled zepředu	18
3.1.2 Pohled z boku	19
3.1.3 Pohled zezadu	20
3.1.4 Měřicí a napájecí kabely	20
4 JAK NÁVRH VZNIKAL	23
5 SOFTWARE	25
5.1 EAGLE v5	25
5.1.1 Založení projektu, tvorba schématu	27
5.1.2 Generování desky	28
5.1.3 Vytvoření dat pro výrobu	33
ZÁVĚR	35
SUMMARY	36
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	37
SEZNAM OBRÁZKŮ	38
SEZNAM PŘÍLOH	39

ÚVOD

Bakalářská práce se bude snažit seznámit čtenáře s možnostmi, které souvisí s měřicím přístrojem Toneohm 850 od firmy Polar Instruments. Také se dotkne teorie o svodových proudtech a základních termínech ohledně měření elektronických desek, případně jednotlivých součástek.

V první kapitole teoretické části se budeme věnovat právě troše teorie měření. Ukážeme si, jaké záludnosti souvisí s jednotlivými typy součástek.

V další kapitole si vysvětlíme některé základní pojmy a postupy, kterých se využívá při měření .

V praktické části se seznámíme s přístrojem Polar Toneohm 850. Nejen s teoretickými možnostmi přístroje, ale hlavně s jeho uspořádáním, vysvětlením jednotlivých ovládacích prvků.

Třetí kapitola ozřejmí, proč byl vybrán k návrhu desky právě program Eagle a přiblíží zjednodušeně postup návrhu desky plošného spoje v tomto programu. Popíše v ní základy práce při navrhování tištěných spojů a ukáže jednotlivé dílčí kroky návrhu.

Čtvrtá kapitola popisuje, jak vznikal vlastní návrh desky plošného spoje, jednotlivé kroky budou dokumentovány na snímaných obrazovkách při práci.

Součástí bakalářské práce jako přílohy jsou také prezentace v programu Microsoft Powerpoint, kterou lze využít jako vstupní část cvičení s tímto přístrojem, dokument vysvětlující postupy měření na desce a popis zadání práce ve cvičení. Všechna vytvořená data, jako jsou soubory Eagle, prezentace a podklady jsou obsažena na přiloženém CD.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁKLADNÍ POJMY TECHNICKÉ DIAGNOSTIKY

1.1 Poruchy a jejich příčiny

V praxi není možné zkonstruovat zařízení, u kterého by se dříve či později neprojevil vady, závady a poruchy. Vady sice omezují rozsah použití zařízení, nicméně neovlivňují funkční spolehlivost. Ovšem závady a poruchy ano. Každá závada má svou příčinu a její znalost umožní vytvořit vhodný diagnostický systém.

Poruchy mohou vzniknout z vnitřních nebo vnějších příčin. Vnější příčiny spočívají většinou v nedodržení stanovených provozních podmínek nebo předpisů pro obsluhu a zařízení. Vnitřní poruchy souvisí s nedostatkem zařízení.

Závady a poruchy lze třídit podle

- druhu porušení (opotřebení, únava, přetížení...)
- okamžiku vzniku (za provozu, při montáži/demontáži)
- místa vzniku (konstrukce, montáž, údržba)
- rozsahu (částečná, úplná)
- časovou charakteristikou (občasná, náhlá)
- způsobu odstranění (za provozu, při odstavení stroje)

Příčiny poruch mohou být způsobeny neznalostí skutečných provozních podmínek při konstrukci zařízení, špatnou volbou materiálů použitých při výrobě, nedodržením technologických postupů výroby (nedodržení tolerancí, špatnou montáží), špatným používáním zařízení (přetěžováním, nedostatečnou údržbou).

Provozní poruchy bývají nejčastěji způsobeny:

- nadměrným opotřebením
- deformacemi působením nadměrného zatížení
- změnou mechanických vlastností

- způsobem zatížení
 - statické – nemají vliv na správně dimenzované součásti, projeví se při dlouhodobém působení
 - dynamické – náhlé nebo nárazové zatížení (vibrace)
 - periodické – vibrace a z nich plynoucí únavový lom
 - únavový jev – cyklické napětí, které způsobuje trhliny

1.2 Základní pojmy

Diagnózou rozumíme vyhodnocení provozuschopnosti objektu za daných podmínek. Vede ke dvěma základním úlohám:

- Detekce poruchy, to znamená zjištění poruchy zařízení nebo jeho části. Vyhodnocujeme stav poruchový a neporuchový vzhledem k funkčnosti zařízení.
- Lokalizace poruchy, tedy nalezení místa poruchy zařízení.

Prognózou rozumíme určení budoucího technického stavu zařízení. Vycházíme ze statistických vyhodnocení pravděpodobnosti bezporuchového stavu.

1.3 Diagnostické prostředky

Jsou technická zařízení a postupy, pomocí kterých analyzujeme a vyhodnocujeme diagnostikovaný objekt. Pracovní postupy jsou diagnostické algoritmy, využívající studium objektu, definici systému, seznam sledovaných poruch, realizaci modelu, volbu diagnostických prostředků a realizaci diagnostického systému.

Vnější – oddělené od diagnostikovaného zařízení, je možno využívat pro diagnostiku více zařízení. Využívá se i při lokalizaci poruch, detekovaných vnitřní diagnostikou.

Vnitřní – využívá diagnostické zařízení, vmontované uvnitř diagnostikovaného zařízení.

1.4 Diagnostický systém

Tak nazýváme souhrn diagnostických prostředků, diagnostikovaná zařízení a obsluhu. Dělíme je na:

- **Online** vyhodnocují technický stav za provozu zařízení
- **Offline** při tom je zařízení odstaveno

2 ZPŮSOBY MĚŘENÍ OBVODŮ

Při zjišťování příčin nefunkčnosti nebo omezené funkčnosti elektronických přístrojů musíme uvažovat nejen o jednotlivých součástkách, ale také o vzájemném působení všech součástek, zapojených do obvodů. Někdy se ovšem nevyhneme nutnosti některé součástky od obvodů odpojit. Jinak nebudeme moci ověřit, zda je chyba právě v těchto součástkách.

2.1 Pasivní součástky

2.1.1 Rezistory

Zde mohou nastat dva stavy, odlišné od ideálního stavu.

- a. jednak se mohl rezistor přepálit, tedy z hlediska obvodu přerušit, neprochází jím proud a není zde patřičný úbytek napětí. Voltmetrem proto naměříme na rezistoru maximální napětí. Bez toho, abychom jednu nožičku neodpojili od obvodu, není možno skutečně ověřit,
nebo
- b. působením vnějších vlivů mohl změnit svou hodnotu. Situace nastává při velkém tepelném zatížení při nesprávném dimenzování výkonosti. Zvláště je nutno brát ohled na miniaturní odpory, u kterých k přetížení může docházet velmi jednoduše.

U proměnných rezistorů (potenciometry, trimry) navíc dochází k degradaci kvality dráhy jezdce, jeho zoxidování nebo zničení uhlíkové stopy.

2.1.2 Kondenzátory

U těchto součástek je situace poněkud složitější, poněvadž u nich neexistuje pouze jedna hodnota napětí, ale jeho velikost se pohybuje od nuly při úplně vybitém kondenzátoru přes nabíjení (rostoucí) nebo vybíjení (klesající) až po úplně nabitý kondenzátor.

Měříme voltmetrem, kdy v případě stálého, maximálního napětí vzhledem k obvodu a pokud napětí roste nebo klesá, čili dochází k jeho nabíjení či vybíjení, je nejspíše v pořádku. Pokud je na kondenzátoru malé nebo žádné napětí, může se jednat o kondenzátor s proraženou vnitřní izolací, tedy vadný. Lze to zjistit odpojením jedné strany kondenzátoru od obvodu a jeho změřením.

2.2 Aktivní součástky

Jsou to součástky, u kterých je důležitý stav okolí, součástky s polovodičovým přechodem.

2.2.1 Diody

Zde lze napět'ovou technikou měřit stav pouze informativně. V ideálním případě lze při jedné nožičce vyletované z obvodu zjistit stav přechodu.

- a. Měřené napětí anoda-katoda je asi 0,6 V
 - Jestli se dioda nezahřívá, s největší pravděpodobností je v pořádku. V případě výkonových diod může k zahřátí dojít, pak je třeba ověřit proudový okruh
- b. Měřené napětí je záporné
 - Dioda je zapojena v závěrném směru a pokud není napětí vyšší než maximální závěrné napětí diody, je dioda v pořádku
- c. Měřené napětí je nulové
 - Pokud je dioda v aktivním obvodu (uzavřený napět'ový okruh), je nejspíše proražená. Je nutno ji proměřit multimetrem.
 - Pokud je dioda proražená, proudově zatě'žuje okolní součástky, které se tím pádem zahřívají.
- d. Měřené napětí anoda-katoda je větší než 1 V
 - Dioda je nejspíše přerušená

2.2.2 Tranzistory

Jsou součástky s více přechody, nutno kontrolovat samostatně každý z nich

2.2.2.1 Kontrola B-E okruhu (báze-emitor)

- a. Napětí U_{BE} je kladné, do 1 V
 - Přechod patrně v pořádku, v pracovním režimu je napětí U_{CE} malé
- b. Napětí U_{BE} je malé nebo nulové, tranzistor se nezahřívá
 - Patrně v pořádku, napětí U_{CE} je velké
 - Pokud je napětí nulové a nedaří se jej změnit, může být přechod i proražen!
- c. Napětí U_{BE} je kladné, větší než 1 V
 - Tranzistor je vystaven nepříznivým obvodovým podmínkám

- Tranzistor může být zahříván bázevým proudem (dá se zjistit, když odpojíme kolektor a zahřívání trvá) – chyba v bázevém obvodu, nebo kolektorovým proudem (proměřit R_C a R_E , zda jsou v pořádku, případně zkusit odpojit zátěž)
- Pokud tento stav trvá delší dobu, může dojít k průrazu tranzistoru, kdy jím teče velký proud, ale už se nezahřívá

2.2.2.2 Kontrola C-E okruhu (více přechodů)

a. Napětí U_{CE} je velké – takřka jako napájecí

- Pokud je napětí U_{BE} menší než spínací, tedy do 0,3 V, tranzistor je v pořádku a je zavřený

b. Napětí U_{CE} je výrazně menší než napájecí

- Pokud je přitom napětí U_{BE} kolem 0,6 V, tranzistor bude v pracovním režimu otevřený. Neměl by se zahřívát

c. Napětí U_{CE} je malé nebo nulové

- Pokud je U_{BE} v rozmezí 0,5-1 V, tranzistor je otevřen

d. U_{CE} je nulové a U_{BE} je menší než spínací napětí (pod 0,3 V)

- Tranzistor je otevřen i bez buzení, tedy došlo k průrazu tranzistoru

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 PŘÍSTROJ POLAR-850

Přístroj z nabídky firmy Polar Instruments je ideálním řešením pro výrobce elektroniky a terénní služby. Je schopen rychle a přesně lokalizovat zkratky na obou přístupných stranách desky tištěných spojů, které nelze spolehlivě řešit pomocí automatických testovacích zařízení. Kombinace měření v rozsahu miliohmů a mikrovoltů a citlivého bezkontaktního sledovače průchozího proudu umožňuje nalezení většiny zkratů, vyskytujících se v průběhu životnosti měřeného přístroje.

Patří sem např. „měkké zkratky“, způsobené vadnými součástkami, nebo „studené spoje“, kdy je logické zařízení jen „přilepeno“ bez vodivého spojení s deskou. Tento typ závad desek působí značné potíže při výrobě, zprovoznování a údržbě zařízení.

Přístroj Polar 850 dokáže lokalizovat tyto typy závad:

- Zkrat obvodů
- Zkratky mezi jednotlivými vrstvami vícevrstvé desky
- Chyby sběrnice, studené spoje
- Nadměrné napěťové zatížení
- Vadné oddělovací kondenzátory

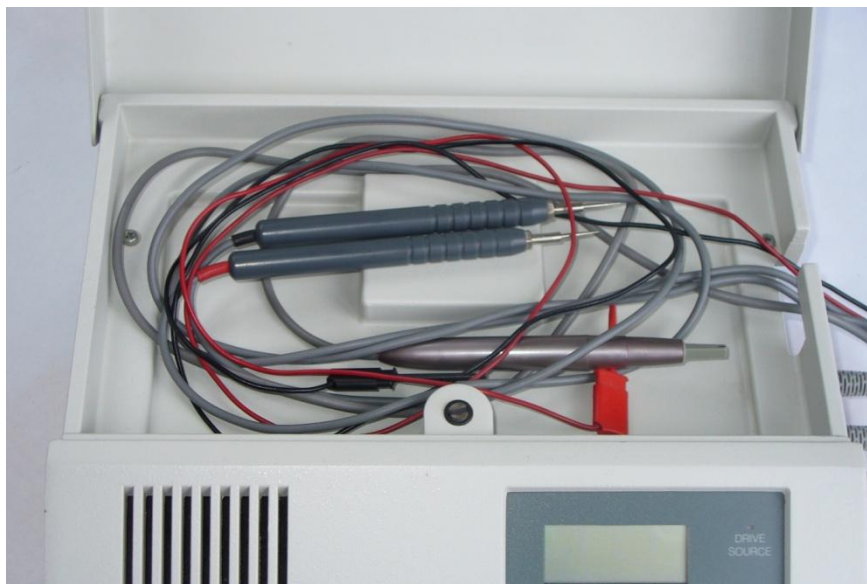
Využívá tři hlavní způsoby řešení problémů: - trasování (sledování) proudu, měření odporu a měření napětí a hlavními přednostmi je měření velmi nízkých odporů, nízké měřicí napětí na sondě, zvukový výstup a sonda pro sledování proudu.

3.1 Popis přístroje



Obr 1 Celkový pohled

Jedná se o kompaktní přístroj o rozměrech 260x240x75 mm, který má na horní straně prostor s víkem, ve kterém jsou uloženy napájecí kabely, měřicí hroty a proudová sonda.



Obr 2 Způsob uložení zapojených kabelů

Tento prostor je velmi praktický vzhledem ke křehkosti sondy. Celý přístroj je vyrobený ze silnějšího plechu, proto mu nevadí ani „náročnější“ zacházení. Kdo kdy viděl kabeláž u měřicích přístrojů, které jsou používány v běžné opravárenské praxi, dokáže ocenit její bezpečný úkryt.

3.1.1 Pohled zepředu



Obr 3 Pohled zepředu

Přístroj je kompaktní, a ačkoliv nepatří mezi miniaturní, dá se snadno přenášet i používat. Na čelním panelu je řada tlačítek, jimiž se ovládá (zleva) rozsah měření napětí (šedá tlačítka – 2 mV, 20 mV, 2 V, 20 V), zapíná se měření odporu, případně jeho rozsah (modrá tlačítka – Ω , 200 m Ω , 2 Ω , 200 Ω , 20 k Ω) a úplně vpravo je tlačítko TRACE, které zapíná bezkontaktní proudovou sondu.



Obr 4 Tlačítka nastavení rozsahů

Také je zepředu viditelný displej z tekutých krystalů, na kterém lze odečítat hodnoty. Vpravo od displeje je také led dioda, která svítí, pokud je z diagnostického napájení (DRIVE SOURCE) odběr větší než přibližně 4 mA



Obr 5 Tříapůl-místný displej z tekutých krystalů

3.1.2 Pohled z boku



Obr 6 Pohled z boku – konektory kabeláže, nastavovací prvky

Zde jsou patrná připojení měřicích kabelů a také ovládací prvky. Mimo jiné souvisí s možností audio výstupu, u kterého je možné nejen ovládat hlasitost (obvyklým potenciometrem VOLUME), ale také k němu připojit sluchátko. To je výhodné zvláště v podmínkách terénních oprav, kdy okolní prostředí může být velmi hlučné a operátor by mohl přeslechnout změny tónu (výšku tónu nebo přechod na cvrlikání). Zcela vpravo je také potenciometr, kterým se nastavuje hodnota diagnostického napájení DRIVE SOURCE

3.1.3 Pohled zezadu



Obr 7 Zadní panel – napájení a vypínač

Na zadní straně přístroje je už jen konektor pro připojení napájecího kabelu (konecovka je běžná, stejná jako pro napájení stolních počítačů) a samozřejmě vypínač.

3.1.4 Měřicí a napájecí kabely

Jak jsme si mohli všimnout již dříve, součástí přístroje je sada kabelů. Jednak jsou to měřicí sondy, které jsou kovové a nemají odpružený hrot. Tím je možné dosáhnout i do velmi nepřístupných míst na hustě osazených deskách.



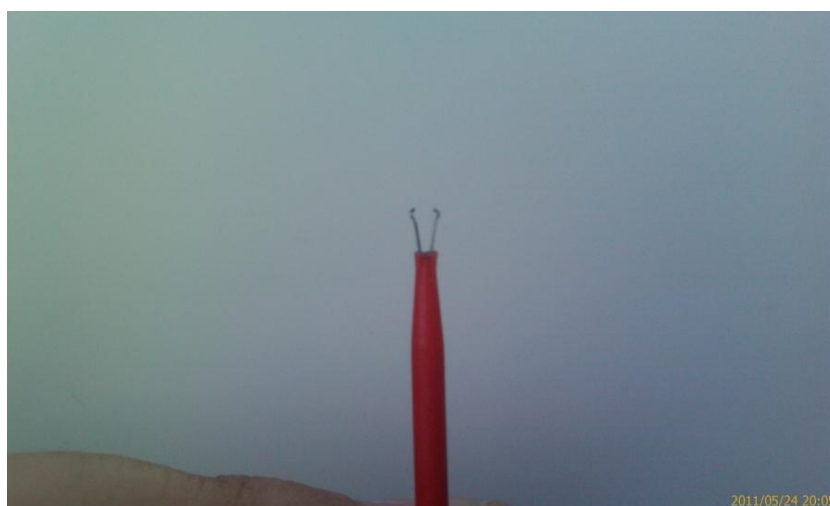
Obr 8 Měřicí hroty

Dále jsou přítomny i kabely diagnostického napájení. Tyto jsou zakončeny konektory s pružinovým uchycením, které znamená, že konektory není potřeba po dobu práce držet v ruce. Při reálném provozu má technik i bez toho plné ruce práce.



Obr 9 Konektory diagnostického napájení

Detail pružinového uchycení je na následujícím obrázku. Je možné přichytit tyto konektory na vývod součástky a již v nejbližším okolí je vše izolované, takže nemůže dojít k nechtěnému dotyku.



Obr 10 Detail pružinového uchycení konektoru

A jako třesnička na dortu je bezkontaktní sonda, kterou lze sledovat tok proudu



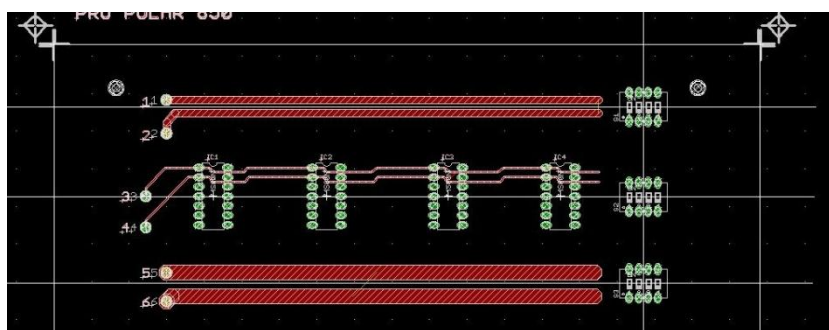
Obr 11 Bezkontaktní proudová sonda

Tato sonda umožňuje sledovat tok proudu na nepřístupných místech na desce a pomůže i v případě zkratu mezi vrstvami vícevrstvého plošného spoje. Její hrot je vyroben z křehkého materiálu, je tedy dobře, že je bezpečně uložena během přepravy. Na druhou stranu se očekává od obsluhy velmi šetrné zacházení.

4 JAK NÁVRH VZNIKAL

Na začátku všech úvah šlo o to, jakým směrem se ubírat vzhledem k původní desce. Nejjednodušším způsobem by bylo pouze původní desku od výrobce měřicího přístroje překreslit a nechat vyrobit. Hned v úvodu tato varianta byla zamítnuta, protože nic nového nepřináší. Jenže nejprve bylo nutné se důkladně seznámit se vzorovou deskou a pochopit, jakým způsobem vlastně deska dokumentuje možnosti samotného přístroje.

Již na první části desky, kde je vysvětlován postup měření při vlasovém zkratu mezi souběžnými vodivými cestami, bylo patrné, že pokud by se desky mělo dát využít nejen na vysvětlování a procvičování, bude nutné změnit pevný zkrat na možnost zkratů na více místech s možností výběru konkrétního umístění. Tedy drátových propojek a nějakého přepínače, který by umožňoval ovládání. Aby nebylo možno lehce zjistit, který přepínač odpovídá kterému místu zkratu, desku bylo nutno umístit do krabičky (drátové spoje proto, aby nebyly na desce vidět a přece se nemuselo využít mnoho vrstev desky. Tato možnost byla dopracována takřka do finálního stavu.



Obr 12 Slepá ulička návrhu

Jenže v této logice návrhu se objevila chyba. Tato spočívala v tom, že v případě měřicích hrotů by asi mohlo být vše v pořádku, ale pro bezkontaktní sondu by drátové propojky vedené pod vodivými cestami znamenaly další cestu, kterou teče proud. Vždyť přístroj umí najít, kudy vede proud i ve vnitřních vrstvách!

Proto se muselo v konečném návrhu začít s propojkami, které budou ležet přímo pod místem zkratu. Do návrhu se z tohoto důvodu zapracovaly jumpery. Poněvadž je deska osazena tak, že jsou součástky na straně vodivých cest, aby bylo možno vysvětlovat, tyto jumpery byly osazeny z druhé strany a jejich vývody byly (pokud bylo možné) skryty pod viditelné součástky. Tam nejsou vidět, protože je deska osazena na spodním dílu krabičky, ale bude tedy potřeba před každým „zkušebním“ použitím nejprve jumpery nastavit. Nicméně možnost testovacího provozu tím byla umožněna. Podobným způsobem se postupovalo i v případě svodových odporů.

5 SOFTWARE

Základním problémem návrhu je samozřejmě výběr konstrukčního programu. Tomu, kdo navrhuje desky plošných spojů dnes a denně, se to jistě nezdá jako problém. Pokud ovšem navrhování není naším denním chlebem, dá nám výběr zabrat.

Existuje více programů, od amatérských, kterými lze navrhnout malé, jednostranné desky (Ferda, Formica), přes velmi profesionální programy (Eagle) až po komplexní vývojové prostředí (Altium Designer).

Ze všech, které byly vyzkoušeny při návrhu, byl vybrán jako nejschůdnější Eagle. Je na dobu 30 dní plně funkční a jeho rozhraní je po určitém zapracování pochopitelné i pro ty, kteří praktický návrh na PC zkouší poprvé.

V průběhu prací byl zjištěn ještě další software, který vzhledem k ostatním je přibližně na úrovni Eagle, ale navíc je bez jakýchkoliv omezení zdarma. Tímto softwarem je DesignSpark. Bohužel v době zjištění již bylo pozdě na změnu. Proto je vše ohledně návrhu plošného spoje provedeno v Eagle.

5.1 Eagle v5

Software od firmy CadSoft Computer GmbH je k dispozici již 20 let, nyní ve verzi 5.11. Umožňuje navrhovat desky o rozměru 64x64 palců (tedy asi 1500x1500 milimetrů). Zároveň dokáže pracovat s 255 kreslicími vrstvami. Obsahuje knihovny s množstvím předdefinovaných součástek, navíc umožňuje vytvářet vlastní. Jeho součástí je i vlastní programovací makrojazyk, který ovšem při této (vzhledem k možnostem programu) jednoduché úloze nebudeme potřebovat, stejně jako většinu dalších utilit. Jeho základní vlastností je modularita. Skládá se ze tří hlavních modulů, které jsou vzájemně propojeny, ale které lze použít samostatně. Tyto moduly se spouští ze základní obrazovky po prvním spuštění - **Control panelu**.

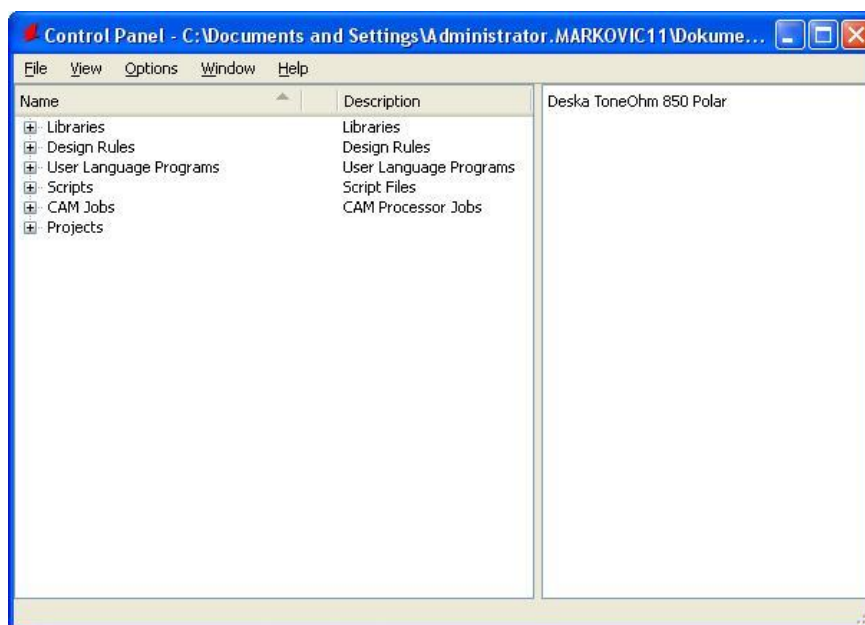
Jsou to:

- **Editor schémat** – zde se postupně vloží všechny součástky do schématu, zakreslí se všechna propojení, sběrnice ... V projektu je možné pracovat až s 99 stránkami schématu. Tento modul lze využívat i samostatně, například k evidenci vlastních schémat, bez návaznosti na tvorbu desek. V případě práce s editorem spojů

umožňuje dopřednou i zpětnou anotaci změn mezi schématem a deskou. Součástí editoru schémat je i zabudovaná kontrola elektrické správnosti schématu, tzv. ERC (Electrical Rule Check)

- **Editor spojů** – zde se součástky, uvedené ve schématu (ale taky třeba úplně samostatně, pokud nepracujeme se schématem), rozmístí na desce. Jednotlivé propoje se upraví podle potřeby, je možné pracovat s různými vrstvami návrhu, umísťovat prokvy (propojení jednotlivých vrstev spojů). Je zde zabudován Design Rule Check (nástroj pro kontrolu návrhu desky).
- **Autrouter** – modul plně integrován s návrhem desky plošných spojů. Umožňuje nastavení návrhových pravidel (Design Rules), dodržuje nastavení parametrů různých skupin spojů apod. Minimální rastr jednotlivých čar je 0,02 mm.

Základní obrazovka, která se zobrazí při startu, se nazývá **Control panel**.



Obr 13 Control panel

V něm lze vytvořit nový projekt, procházet knihovny součástek, upravovat parametry programu a další možnosti.

5.1.1 Založení projektu, tvorba schématu

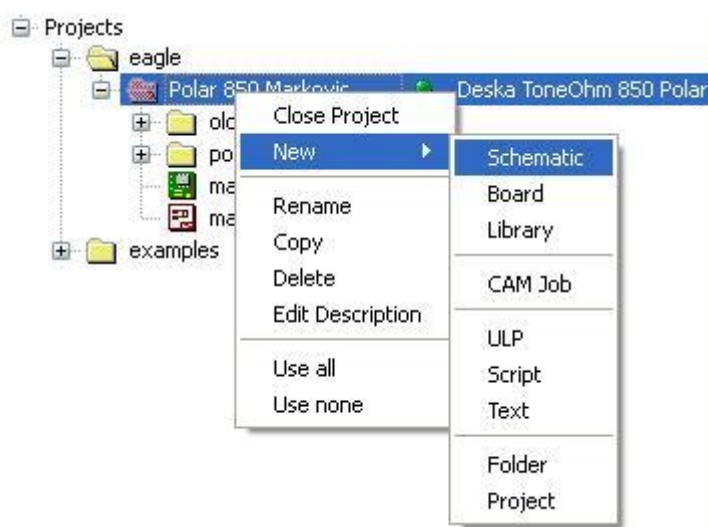
Vytvoření nového projektu:



Obr 14 Vytvoření nového projektu

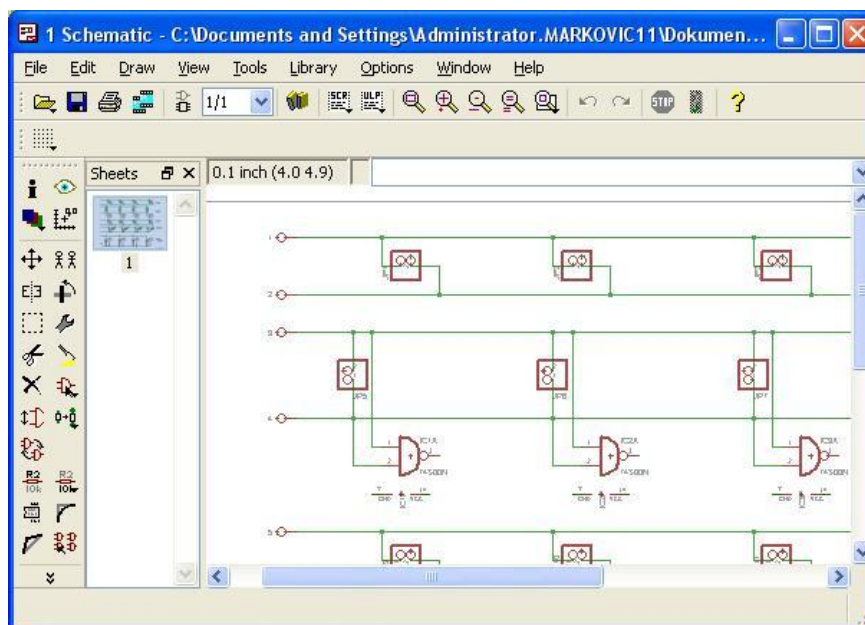
Projekt pojmenujeme a můžeme doplnit zadání do Description (přes pravé tlačítko myši na konkrétním projektu). Můžeme si všimnout, že aktivní projekt má vedle názvu zelenou tečku. Po zavření programu a jeho novém spuštění se program otevře do stavu, ve kterém byl uzavřen (stejný projekt, stejná okna).

V projektu vytvoříme nové schéma:



Obr 15 Vytvoření nového schématu

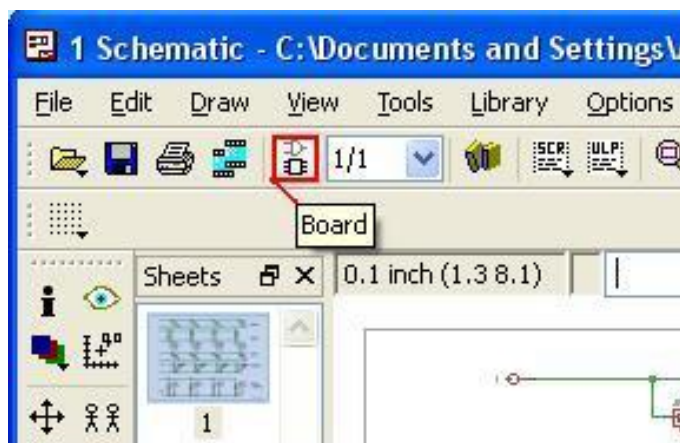
Při tvorbě schématu je dobré mít zapnutý rastr, což se provede funkcí GRID. Tento rastr má rozteč 0,1 palce (2,54 mm). Když umístíme součástky na tento rastr, budou i všechny jeho vývody přímo na rastru. Do schématu postupně vložíme součástky pomocí ADD, nakreslíme propojení mezi nimi pomocí NET a v našem případě, kdy máme zapojenou jen část všech kontaktů, nekontrolujeme správnost zapojení (schéma vykazuje chyby).



Obr 16 Hotové schéma

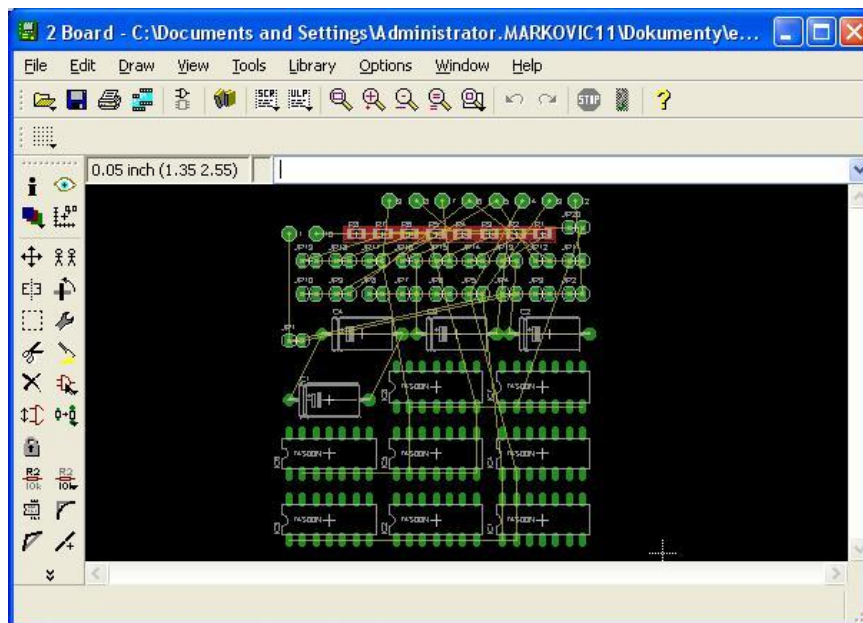
5.1.2 Generování desky

Pokud máme schéma hotové, můžeme si vygenerovat desku příkazem BOARD



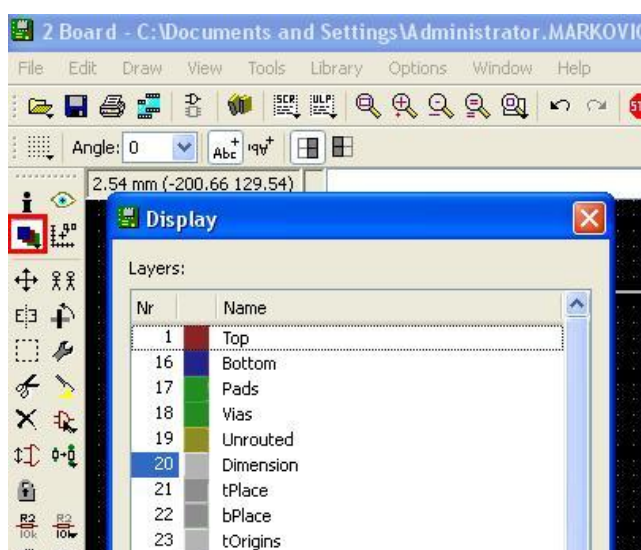
Obr 17 Generování desky příkazem BOARD

Vygenerovaná deska má ze schématu převzaty všechny potřebné informace, součástky i jejich propojení. Použité součástky rozloží podél obvodu desky včetně jejich fiktivních spojů.



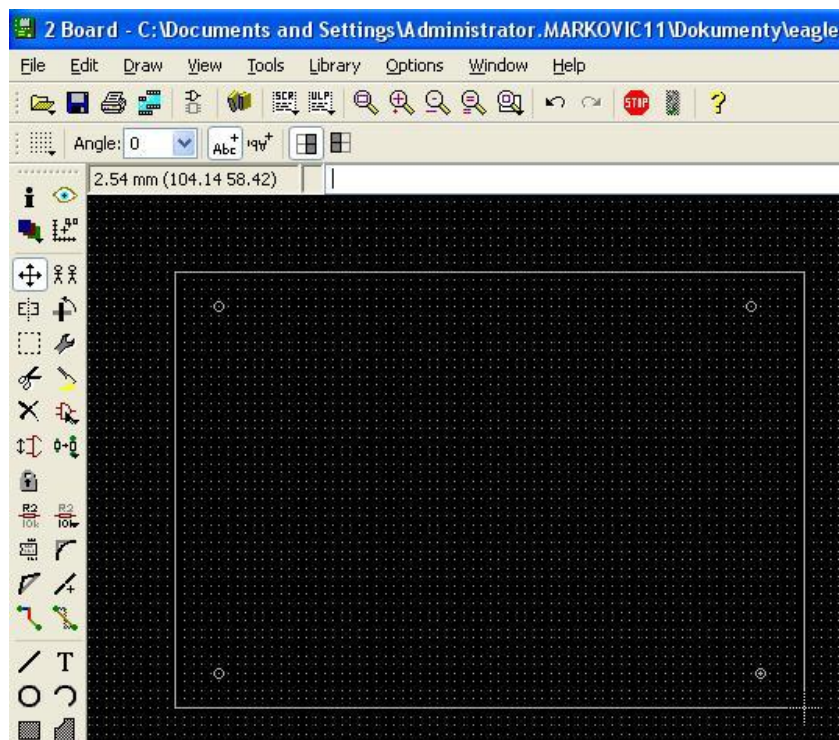
Obr 18 Vygenerovaná deska

V editoru spojů je nejlépe začít s rozměry desky. Pokud vypneme viditelnost všech vrstev mimo vrstvu 20 Dimension, vidíme prázdnou obrazovku.



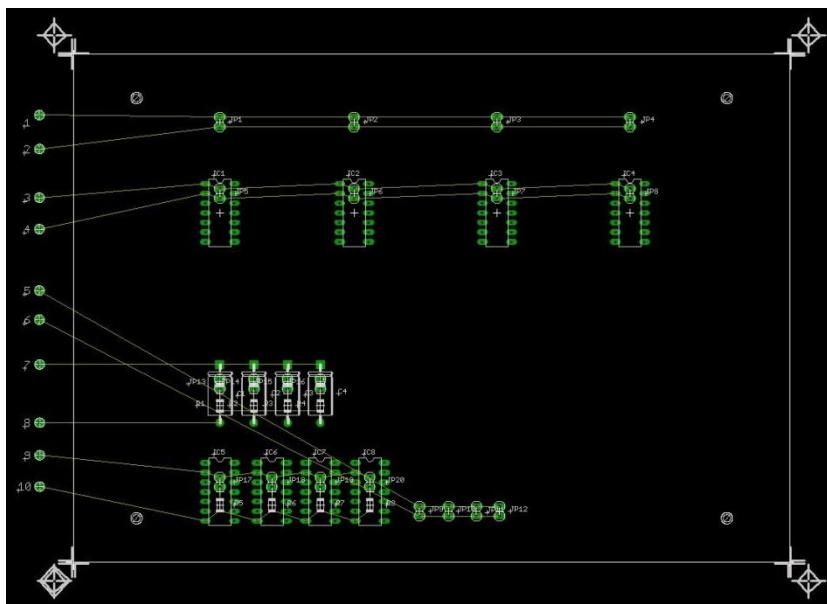
Obr 19 Ovládání viditelnosti vrstev

Pro naši informovanost je dobré zapnout funkci GRID viditelnost rastru a nastavit viditelnost bodů, ne čar. V této vrstvě kreslíme základní obrysy, rozmístění upevňovacích otvorů a podobně.



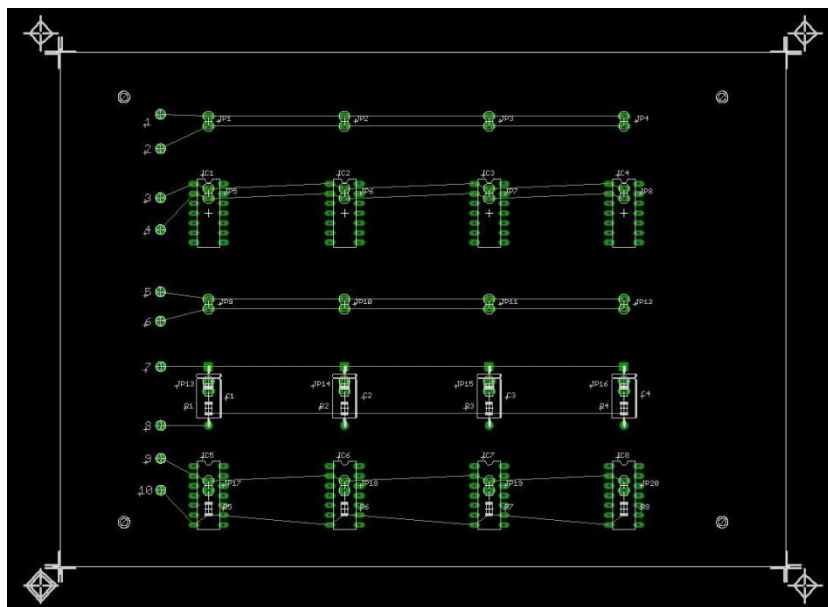
Obr 20 Fyzické obrysy desky a upevňovací otvory

Jakmile máme základní technické rozměry zakresleny, můžeme znovu zapnout viditelnost všech vrstev a začít s rozmísťováním součástek.



Obr 21 Částečně rozmístěné součástky

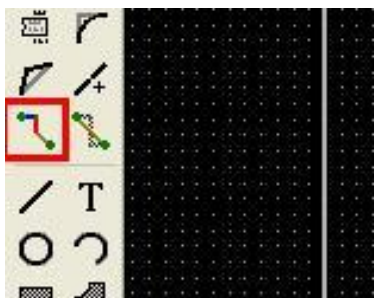
Deska s kompletním rozložením všech součástek vypadá následovně. Součástky jsou sice na svých místech, ale zatím jsou spojeny jen tzv. vzdušnými čarami.



Obr 22 Deska s kompletním rozmístěním součástek

Při přemísťování součástek je dobré využívat funkci RATSNEST, která spojí vždy nejbližší piny na sběrnici. Zmizí tedy různorodé dlouhé spoje, které jsou důsledkem rozmístění součástek do jednoho prostoru při tvorbě desky.

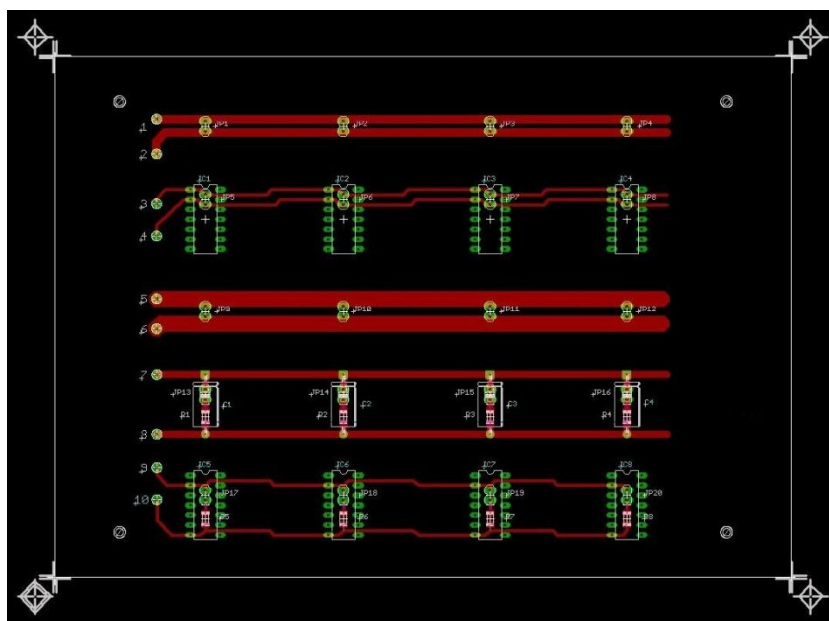
Nyní můžeme změnit jednotlivé vzdušné čáry za vodivé spoje funkcí ROUTE.



Obr 23 Funkce ROUTE

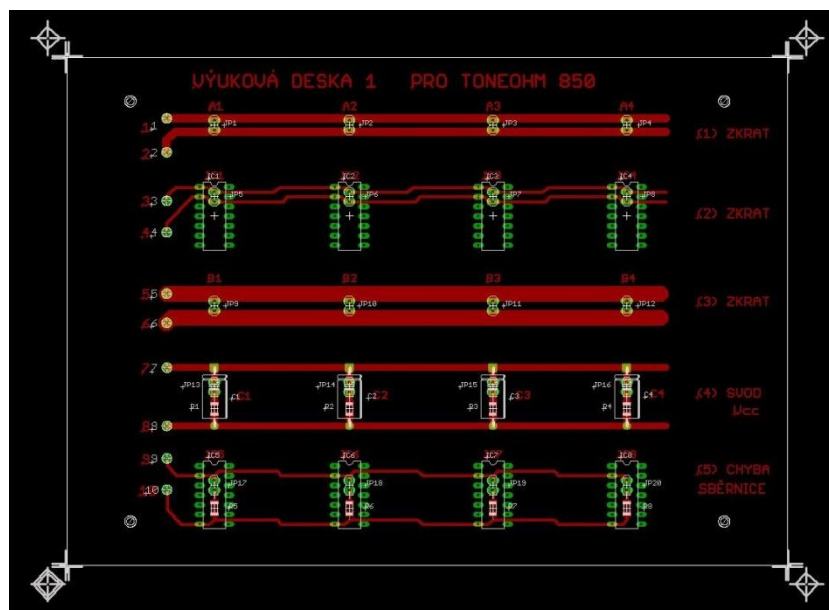
Klikneme na vzdušný spoj a od nejbližšího konce vytahujeme plošný spoj. Pokud potřebujeme udělat roh, klikneme v daném místě a pokračujeme novým směrem. Spoj ukončíme na další pájecí plošce kliknutím.

Spoj má stejné rozměry, jako v danou chvíli hodnota `CHANGE – WIDTH`. Lze buď nastavit správnou (pokud potřebujeme více stejných spojů po sobě) nebo následně změnou `Properties` u daného spoje.



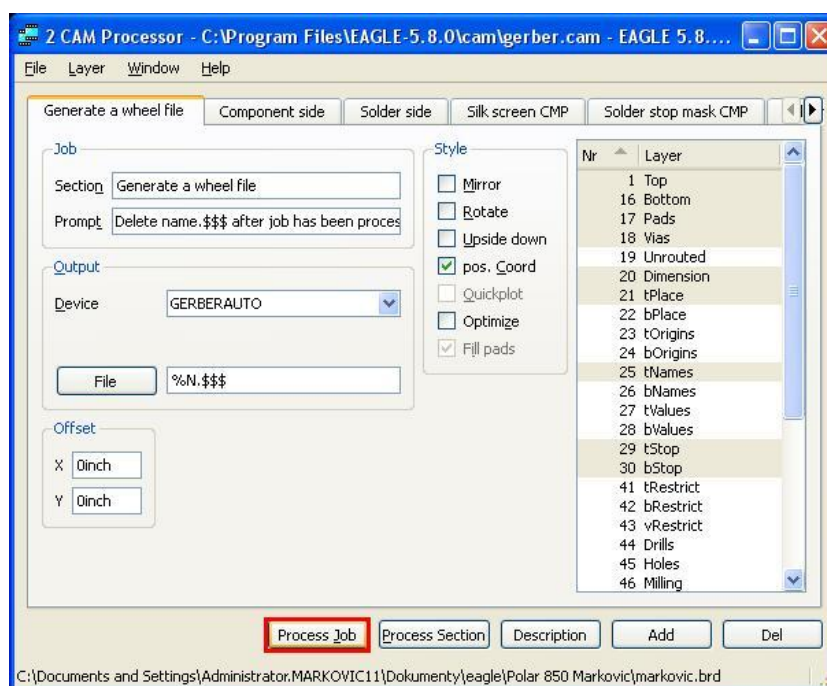
Obr 24 Deska s kompletními spoji

V našem případě do vrstvy spojů vložíme i popisky tak, aby nebylo nutné vytvářet další vrstvu popisek. Tyto se ve výrobě tvoří sítotiskem. Nám bude stačit pouze popisky při konečné úpravě desky odmaskovat, tedy nezaizolovat je zeleným povrchem (i když také takhle zamaskované nápisy jsou čitelné). Při následném pocínování při výrobě se pocínují také popisky a budou velmi dobře čitelné.





Obr 27 Výběr úlohy



Obr 28 Spuštění jobu v CAM processoru

Výsledkem úspěšně skončené úlohy je soubor podkladů pro výrobu desky tištěného spoje. Tyto podklady byly následně předány do firmy B.I.T. technik s.r.o. k výrobě. Bohužel do termínu odevzdání této práce nebyla deska ještě vyrobena, proto nejsou součástí práce fotografie výsledné desky.

ZÁVĚR

Jako v každém technickém oboru, tak i v elektronice neumíme vyrobit zařízení, které by bylo odolné vůči poruchám. Na rozdíl od mechaniky je hledání závad v elektronickém obvodu velmi závislé na vnějších podmínkách a zjištění příčin není vůbec triviální.

V měřicím přístroji Toneohm 850 mají opravárenští technici velmi silný nástroj, který může dobu nutnou k nalezení a odstranění závady zkrátit velmi výrazným způsobem. Nicméně podle přísloví, kde „žádný učený z nebe nespadl“, je zapotřebí se s možnostmi a využitím tohoto pomocníka nejprve důkladně seznámit. Samozřejmě bez patřičných znalostí teorie poruch a měření elektronických součástek a obvodů je každý přístroj jen kusem železa. Ačkoliv si tato práce neklade za cíl zevrubné seznámení, vysvětlení a pochopení všeho, co se týká lokátoru zkratů Toneohm 850 od firmy Polar Instruments Ltd., doufám, že už první seznámení s tímto přístrojem bude stejně zajímavé pro studenty, jako bylo pro mne. Obzvláště možnost měřit tak nízké hodnoty, že nedochází k ovlivňování v obvodu použitých aktivních polovodičových součástek a možnost bezkontaktního měření je pro budoucí odborníky v oboru přínosem.

SUMMARY

As in any technical field, even in electronics, we cannot make equipment that would be resistant to failures. Unlike the mechanics, the searching for defects in an electronic circuit is highly dependent on external conditions, and determination of the cause is not trivial. With the Toneohm 850, engineers have got a very powerful tool that can significantly reduce the time necessary to find and eliminate defects.

It is very important to learn the application possibilities of this diagnostic device.

Of course, no device can help us without adequate knowledge about theory of measurement failures in electronic components and circuits.

Although this work cannot encompass in-depth introduction, explanation and understanding of everything that concerns the fault locator Toneohm 850 from Polar Instruments Ltd. Nevertheless, I hope that the exercising with this device will be equally interesting for students as it was for me.

Especially, the possibility to measure such low voltages that have no influence on the semiconductor devices, and the possibility of non-contact current measurement is an asset for future professionals.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Hlavička, J.: Diagnostika a spolehlivost, Vydavatelství ČVUT Praha, 1998
- [2] Drábek, V.: Spolehlivost a diagnostika. Skripta VUT v Brně, 1986
- [3] Hlavička, J. a kol.: Diagnostika mikroprocesorových systémů, ČSVTS Praha, 1985
- [4] Hlavička, J. a kol.: Diagnostika elektronických číslicových obvodů. SNTL Praha, 1982
- [5] Focus on In-Circuit Testing. Firemní literatura GenRad, 1998
- [6] Časopisy: Sdělovací technika (ČR), internetové stránky JTAG a firem zabývajících se testováním.
- [7] Juránek, A.: Výuka návrhového systému Eagle, SŠ COP Sezimovo Ústí 2004
- [8] Plíva Zd.: Eagle prakticky, BEN – technická literatura 2007

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR 1 CELKOVÝ POHLED	17
OBR 2 ZPŮSOB ULOŽENÍ ZAPOJENÝCH KABELŮ	17
OBR 3 POHLED ZEPŘEDU	18
OBR 4 TLAČÍTKA NASTAVENÍ ROZSAHŮ	18
OBR 5 TŘIAPŮL-MÍSTNÝ DISPLEJ Z TEKUTÝCH KRYSTALŮ	19
OBR 6 POHLED ZBOKU – KONEKTORY KABELÁŽE, NASTAVOVACÍ PRVKY	19
OBR 7 ZADNÍ PANEL – NAPÁJENÍ A VYPÍNAČ	20
OBR 8 MĚŘICÍ HROTY	20
OBR 9 KONEKTORY DIAGNOSTICKÉHO NAPÁJENÍ.....	21
OBR 10 DETAIL PRUŽINOVÉHO UCHYCENÍ KONEKTORU	21
OBR 11 BEZKONTAKTNÍ PROUDOVÁ SONDA	22
OBR 12 SLEPÁ ULÍČKA NÁVRHU	23
OBR 13 CONTROL PANEL.....	26
OBR 14 VYTVOŘENÍ NOVÉHO PROJEKTU	27
OBR 15 VYTVOŘENÍ NOVÉHO SCHÉMATU	27
OBR 16 HOTOVÉ SCHÉMA	28
OBR 17 GENEROVÁNÍ DESKY PŘÍKAZEM BOARD	28
OBR 18 VYGENEROVANÁ DESKA	29
OBR 19 OVLÁDÁNÍ VIDITELNOSTI VRSTEV	29
OBR 20 FYZICKÉ OBRYSY DESKY A UPEVNŮVACÍ OTVORY	30
OBR 21 ČÁSTEČNĚ ROZMÍSTĚNÉ SOUČÁSTKY	30
OBR 22 DESKA S KOMPLETNÍM ROZMÍSTĚNÍM SOUČÁSTEK.....	31
OBR 23 FUNKCE ROUTE.....	31
OBR 24 DESKA S KOMPLETNÍMI SPOJI	32
OBR 25 DESKA S POPISKY VE VRSTVĚ SPOJŮ	33
OBR 26 SPUŠTĚNÍ CAM PROCESSORU	33
OBR 27 VÝBĚR ÚLOHY	34
OBR 28 SPUŠTĚNÍ JOBU V CAM PROCESSORU	34

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Prezentace - Postupy měření

Příloha P II: Návod - Postupy měření

Příloha P III: Zadání cvičení

Příloha P IV: CD

- Soubory z programu Eagle, včetně podkladů pro výrobu
- Obrazové podklady, fotografie

PŘÍLOHA P I: PREZENTACE - POSTUPY MĚŘENÍ

Toneohm POLAR 850



Popis základních postupů měření
v předmětu Diagnostika v elektronice

Diagnostika v elektronice

POLAR 850

- přesný mili-ohmmetr, obsahující unikátní audio výstup, jehož výška tónu je závislá na hodnotě měřeného odporu.
- účinně zjišťuje zkrat na samostatné desce, příp. desce zapojené do obvodu
- Dokáže měřit bez odpojení okolních součástek

1

Diagnostika v elektronice

POLAR 850

Využívá tři základních typů měření

- trasování (sledování) proudu,
- měření odporu
- měření napětí

Výhody

měření velmi malých odporů, nízké napětí na sondě, audio výstup a bezkontaktní sonda.

2

Diagnostika v elektronice

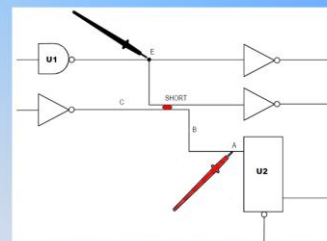
POLAR 850

Typ chyby	Rozsah měření	Napájení z přístroje	Napájená deska
Zkrat pod 200Ω	200mΩ [Ω]	NE	NE
Zkrat mezi vrstvami	Sonda (TRACE)	ANO	NE
Nadměrné zatížení zdroje (statické)	2mV/20mV	ANO	NE
Nadměrné zatížení zdroje (dynamické)	2mV/20mV	NE	ANO
Chyby sběrnice	Sonda (TRACE)	ANO	NE
Svod kondenzátoru	Sonda (TRACE)	ANO	NE

3

Zkrat mezi cestami

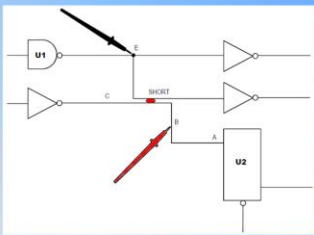
POLAR 850



Měřicí hroty přiložíme na body A a E desky bez napětí. Na displeji vidíme hodnotu odporu a slyšíme tón, odpovídající velikosti odporu.

4

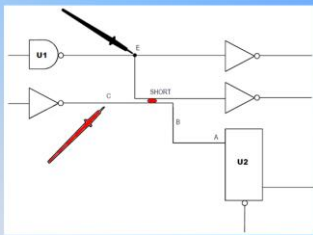
Zkrat mezi cestami POLAR 850



Posuneme hroty z bodu A do bodu B. Na displeji vidíme menší hodnotu odporu a slyšíme vyšší tón. To naznačuje, že jsme blíže ke zkratu.

5

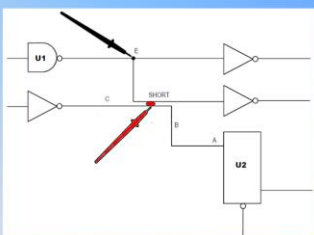
Zkrat mezi cestami POLAR 850



Pokud posuneme hroty z bodu B do bodu C, který je dál od zkratu, hodnota na displeji se zvětší a tón zvyší. Lze poznat, že zkrat je mezi bodem B a bodem C.

6

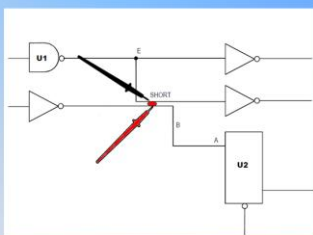
Zkrat mezi cestami POLAR 850



Měřicí hrot přesuneme do oblasti s nejnižší hodnotou odporu a obdobným způsobem přesunujeme druhý hrot k prvnímu.

7

Zkrat mezi cestami POLAR 850



Pokud se dostaneme na hodnotu pod 15mΩ, sondy jsou okolo 2 až 3 mm od místa zkratu. V této úrovni se mění tón na „cvříkání“, tedy není potřeba stále sledovat displej.

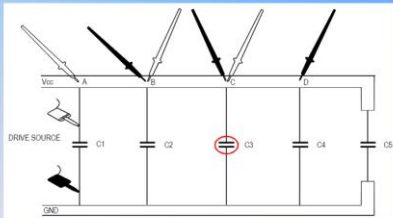
8

Zkrat mezi cestami POLAR 850

- v případě spojů s větší plochou je možné kvůli vyšší citlivosti a lepšímu rozlišení využít rozsah [Ω] a opakovat předchozí postup znovu.
- přístroj využívá stejnosměrné napětí, proto jeho přesnost nemění žádné kapacity.
- měřicí napětí 60 mV je bezpečné i pro citlivé komponenty
- kvůli lepším výsledkům je důležité držet měřicí hroty kolmo ke spojům a přiměřeně přitlačit
- lze najít i zkrat mezi paralelními spoji, mezi kterými není viditelné spojení ani pod lupou. To často bývá u desek, které jsou pokryty zbytky kalafuny nebo jsou přímo lakovány
- k odstranění nalezeného zkratu lze použít skalpel

9

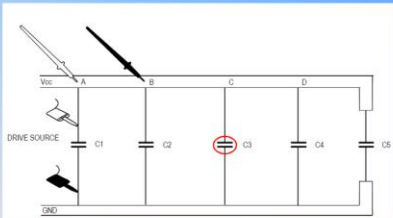
Měření úbytku napětí POLAR 850



Připojíme napájení z přístroje na napájecí a zemnicí svorku. Nastavíme rozsah 2 mV a potenciometr DRIVE SOURCE na maximum. Měřicími sondami postupujeme postupně po dráze spoje.

10

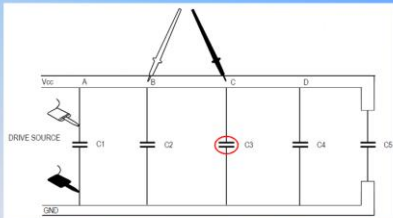
Měření úbytku napětí POLAR 850



Mezi body změříme napětí mezi body A a B. Hodnota je 1,257 mV, což indikuje vysoký proud.

11

Měření úbytku napětí POLAR 850

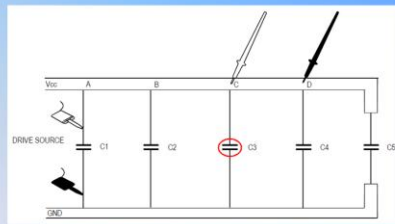


Nyní změříme napětí mezi dalšími body B a C. Hodnota je 1,118 mV, což je přibližně stejná hodnota jako mezi body A a B, tedy protéká srovnatelný proud.

12

Měření úbytku napětí

POLAR 850



Nyní změříme napětí mezi dalšími body C a D. Hodnota je 0,018 mV. Proud teče malý, což naznačuje, že většina proudu protéká přes kondenzátor C3, který má malý vnitřní odpor a je vadný.

13

Měření úbytku napětí

POLAR 850

- další obvyklou chybou je, že deska má zvýšený odběr proudu a proto napájecí napětí poklesne, je-li deska napájena.
- pokud se napájení desky odpojí, odpor mezi dráhou napájení a dráhou uzemnění je normální. Jde o dynamickou chybu.

V tom případě je nutné desku měřit v napájeném stavu a tok proudu je kombinací normálního zatížení zařízení, připojeného k napájení a nadměrného proudu kvůli poruše.

Musíme sledovat tok proudu v dráze a v jejích odbočkách na základě měření úbytku napětí vzhledem k proudu, který teče dráhou.

14

Sledování proudu

POLAR 850

Bezkontaktní sledování toku proudu je postup obzvláště použitelný pro desky, u kterých jsou dráhy a součástky těžko dostupné.

- u obilbených oboustranných desek plošných spojů
- u zalakovaných desek
- uvnitř kabelů
- u vícevrstvých desek, u kterých je zkrat na vnitřní vrstvě

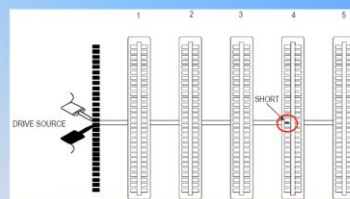
Při použití sledovací sondy je bezpodmínečně nutné, aby deska byla odpojená od svého vlastního napájení a proud potřebný k měření byl dodán napájením z přístroje Polar 850

Maximální napětí, dodané přístrojem, je 550 mV, což nepoškodí součástky, ani neovlivní polovodičové přechody. Amplitudu napětí lze ovlivnit pomocí potenciometru Drive Source.

15

Chyby sběrnice

POLAR 850

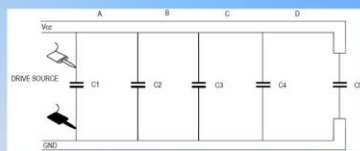


Zkrat mezi dvěma piny v řadě konektorů na stejné sběrnici najdeme nejlépe, zapojíme-li napájení z přístroje podle obrázku. Při pohybu sondou nad sběrnicí mezi konektory 1 a 2, 2 a 3 nebo 3 a 4, slyšíme Tón, indikující průchod proudu. Mezi konektory 4 a 5 tón zmizí, tedy neprochází proud, což znamená zkrat na konektoru 4. Pozor, pokud je zkrat na konektoru 1, tón uslyšíme pouze před ním.

16

Vadné oddělovací kondenzátory

POLAR 850



V určitých situacích může sonda nalézt studený spoj. Jako zdroj napětí je využito střídavé napětí sondy (TRACE), proto každým z kondenzátorů teče určitý proud. Při pohybu sondy nad dráhou měříme jeho relativní hodnotu. Té odpovídá i výška tónu. V bodě A je hodnota nejvyšší (tvoří ji součet proudu přes 4 kondenzátory). Postupně se snižuje (v bodě D by měl být nejnižší – jen 1 kondenzátor). Ovšem pokud je např. C3 špatně připojen, tón v bodě B i C je totožný.

17

Děkuji za pozornost...

18

PŘÍLOHA P II: NÁVOD - POSTUPY MĚŘENÍ

Před začátkem měření je nutno se důkladně seznámit s přiloženým návodem na použití!

Na této demonstrační desce je možno ověřit 3 hlavní diagnostické postupy pro využití měřicího přístroje Polar Toneohm 850 – měření zkratů, měření zatížení napájecí větve a chybu sběrnice.

Připojte konektory všech sond (měřicí hroty, diagnostické napájení i bezdotykovou sondu) a zapněte napájení.

Tabulka využití funkcí a jednotlivých sond přístroje				
Typ poruchy	Rozsah	Diagnostické napájení	Napájení modulu	Manuál str.
Zkratý pod 200 Ω	200 m Ω /[Ω]	NE	NE	3-2
Zkratý mezi vrstvami	TRACE	ANO	NE	3-3
Zvýšený odběr (statický)	2 mV/20 mV	ANO	NE	3-5
Zvýšený odběr (dynamický)	2 mV/20 mV	NE	ANO	3-7
Poruchy sběrnice	TRACE	ANO	NE	3-7
Rozpojené blokovací kondenzátory	TRACE	ANO	NE	3-8

ZKRATY

Úloha 1 – zvolte rozsah 200 m Ω a zabodněte měřicí hroty do vodivé cesty na desce, označené číslem 1 úplně vlevo. Přístroj by měl ukazovat asi 60 m Ω a měl by být slyšet tón o určitém kmitočtu. Jeho hlasitost je možno regulovat knoflíkem VOLUME na pravé straně přístroje. Postupně přesunujte oba hroty po vodivých cestách doprava a zaznamenáte pokles hodnoty odporu, přičemž dochází ke zvyšování tónu. V místě zkratu (místo označeno na desce A3) je hodnota odporu nejnižší a tón nejvyšší. Při posunutí ještě dále doprava se již hodnota začíná zvyšovat a tón snižovat. Tím jsme zjistili, že zkrat je právě v místě A3.

Úloha 2 – Zvolte rozsah 2 Ω a měřicí hroty přiložte k vývodům 1 a 2 obvodu IC1. Na displeji uvidíte hodnotu kolem 0,35 Ω . Opět můžete slyšet tón o určitém kmitočtu. Přesuňte hroty na stejné vývody všech dalších obvodů IC2 – IC4. Hodnoty na displeji i výška tónu se mění tak, že nejnižší údaj měřidla a nejvyšší tón je u obvodu IC3, což indikuje, že u tohoto obvodu je zkrat.

Úloha 3 – zvolte TRACE a připojte diagnostické napájení ke špičkám vlevo na desce. Svítící dioda DRIVE SOURCE indikuje průchod proudu obvodem. U sondy záleží na její poloze vůči vodivé cestě. Pokud jsou černé čáry po stranách hrotu přímo nad cestou, pak je citlivost maximální. Při otočení sondy o 90° je minimální. Přiblížte sondu k vodivé cestě v blízkosti jednoho pólu diagnostického napájení. Uslyšíte tón a zobrazí se hodnota na displeji. Posunutím doprava se hodnota i tón mění, a to až do místa zkratu, tj. B3. Za tímto bodem již sonda přestává indikovat, protože dále již proud neprochází.

ZATÍŽENÍ NAPÁJECÍ VĚTVĚ

Úloha 4 – Zvolte rozsah 2 mV, připojte diagnostické napájení paralelně ke kondenzátoru C1 (černý pól na spodní vývod) a vytočte DRIVE SOURCE na maximum. Změřte napětí podél vedení mezi kondenzátory C1 a C2. Údaj na displeji bude asi 0,15 mV. Stejně měření proveďte mezi vývody C2 a C3 a následně mezi C3 a C4. Údaj při měření mezi vývody kondenzátorů C3 a C4 naznačuje, že mezi těmito vývody neteče žádný proud. Tím jsme našli vadné místo na desce.

CHYBA SBĚRNICE

Úloha 5 – Připojte vodiče diagnostického napájení mezi vývody 2 a 7 obvodu IC5. Zapněte sondu TRACE. Přiblížte hrot sondy k jednomu pólu diagnostického napájení a pomocí regulace DRIVE SOURCE nastavte hodnotu na displeji mezi 150 a 170. Sledujte dráhu proudu za obvodem IC5 a všemi dalšími obvody. Zjistíme, že indikace přestala pracovat za obvodem IC7. Tím je zjištěna chyba sběrnice právě pod tímto obvodem.

PŘÍLOHA P III: ZADÁNÍ CVIČENÍ

Před začátkem měření je nutno se důkladně seznámit s příloženým návodem na použití!

Zacházejte opatrně se sondou! Je vyrobena z křehkého materiálu a vyžaduje solidní zacházení!

Na diagnostické desce za pomoci měřicího přístroje POLAR ToneOhm 850 zjistěte místa zkratů (v případě úloh 1 – 3), zatížení napájecí větve (úloha 4) a svodu (úloha 5).

K tomu využijte informací z příloženého manuálu k přístroji Toneohm 850 a znalostí, získaných při předchozím cvičení s tímto přístrojem.

Nalezená místa označte v tabulce

Číslo úlohy	Označená místa závad na desce			
1	A1	A2	A3	A4
2	IC1	IC2	IC3	IC4
3	B1	B2	B3	B4
4	C1	C2	C3	C4
5	IC5	IC6	IC7	IC8