

# **STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST**

## **PROTEUS - Multifunkční zařízení pro vývoj a servis elektroniky na bázi mikrokontrolerů PIC**

### **PŘÍLOHA 1: POPIS HW**

**Marek Novák**

## Úvod

Tato příloha obsahuje přehled použitého HW a popis konstrukčního řešení. Přehled použitého HW je doplněn o popis základních činností. Pro názornost jsou k popisům připojeny fotografie. Schémata zapojení jsou z praktických důvodů uvedena samostatně v příloze č.2.

### ***Přijaté konstrukční řešení***

Umístění spojových desek do více skříněk bylo vynuceno praktickou proveditelností záměru. Funkční rozsah přístroje na jedné straně a omezené výrobní možnosti na straně druhé mi ani jiné řešení neumožňovaly. Použití skříněk z tvrzeného polystyrénu vyplynulo spíše z cenové dostupnosti. Jejich rozměrům a tvarovému řešení byla podřízena jak konstrukce, tak celkový design. Velice často byl jeden až dva milimetry rozhodující pro realizaci záměru. Příkladem je skříň dotykového displeje. V relativně malém prostoru je umístěn modul dotykového displeje, spojové desky obou kanálů osciloskopů, deska analogového převodníku s přepínačem, deska napájení, hodin reálného času, časového spínače a dotykového teploměru. Na začátku jsem znal pouze rozměry skřínky a rozměry modulu dotykového displeje. Do zbytku prostoru bylo potom nutno navrhnout zbývající spojové desky, vyřešit umístění konektorů a propojení se zbytkem systému. Jinak tomu nebylo ani u ostatních skříněk. To byl také důvod, proč jsem si začal vyrábět vlastní moduly s SMD součástkami.

### ***Identifikace a seznam HW částí a jim přiřazené zkratky***

Vzhledem k většímu množství spojových desek, označované také jako moduly, jsem zavedl jednoduché označování, které umožňuje jejich identifikaci. Z označení je možno získat informaci o umístění, velikosti a účelu zařazení. Název „modul“ používám pro spojové desky, které jsou určeny pro zasunutí do sběrnic. Ostatní, jinak upevněné, označuji jako spojové desky nebo DPS.

## ***Zkratky pro značení skříní, jejich částí a spojových desek***

Skříň polovodičového traceru	SPT
Hlavní skříň	SHL
Hlavní skříň, přední panel	SHL_PPS
Hlavní skříň, zadní panel	SHL_ZPS
Spojové desky sběrnic	SHL_SBS
Napájecí moduly	SHL_ZDR
Řídící moduly	SHL_RHW
Pomocné moduly	SHL_PHW
Skříň dotykového displeje	SDD
Rozbočovač logického analyzátoru	RLA

## ***Seznam spojových desek – modulů podle umístění.***

### **SPT - Skříň polovodičového traceru**

SPT\_PRIPOJENI\_CANON25  
SPT\_MERENI\_U\_NA\_DUT  
SPT\_300x350\_NAPETI\_TESTER\_OR\_TRACER  
SPT\_300x350\_KONVERZE\_NA\_EBC  
SPT\_300x350\_PREPINACI\_MODUL\_SB\_SE\_RE  
SPT\_760x350\_BUS  
SPT\_300x350\_EXP\_24BIT500mA\_8BIT20mA

### **Hlavní skříň.**

SHL\_PPS - Hlavní skříň, přední panel  
SHL\_PPS\_CANON9\_2x  
SHL\_PPS\_CANON25  
SHL\_PPS\_VOLTMETR\_BNC\_A\_STEREO  
SHL\_ZPS - Hlavní skříň, zadní panel  
SHL\_ZPS\_400x420\_TRAFA  
SHL\_SBS - Sběrníkový systém  
SHL\_SBS\_150x350\_PROP\_NAP\_SBERNIC

SHL\_SBS\_600x350\_POWER\_BUS  
SHL\_SBS\_760x350\_SIGNAL\_BUS  
SHL\_ZDR - Desky zdrojů  
SHL\_ZDR\_260x350\_5V-12V-80V1mA-30V3mA  
SHL\_ZDR\_260x350\_5VS-15VS  
SHL\_ZDR\_260x350\_5VS\_5V\_12V  
SHL\_ZDR\_260x350\_15VS\_18VS  
SHL\_ZDR\_260x350\_DC\_HI\_LO\_NASNAP  
SHL\_ZDR\_SCHOTKY\_USM.brd

### **SHL\_RHW - Řídící HW**

SHL\_RHW\_PIC18F4550  
SHL\_RHW\_PIC18F\_WAVEGEN

### **SHL\_PHW - Pomocný HW**

SHL\_PHW\_300x250\_OPERAMPS\_INV  
SHL\_PHW\_300x350\_SEMTRAC\_2x\_PA  
SHL\_PHW\_300x350\_SEMTRAC\_INVERTORY  
SHL\_PHW\_300x350\_SEMTRAC\_USMERNENI\_UI  
SHL\_PHW\_300x350\_UTRACER\_DIFAMPL\_A  
SHL\_PHW\_300x350\_UTRACER\_DIFAMPL\_B  
SHL\_PHW\_300x350\_UTRACER\_PA\_RS  
SHL\_PHW\_300x350\_V\_A\_METR  
SHL\_PHW\_300x350\_EXP\_16BIT500mA\_16BIT20mA\_ZZZ  
SHL\_PHW\_300x350\_EXP\_24BIT500mA\_8BIT20mA  
SHL\_PHW\_300x350\_LOGANAL\_8x  
SHL\_PHW\_300x350\_OPERAMPS  
SHL\_PHW\_300x350\_RE\_RS\_14R  
SHL\_PHW\_300x350\_TESTER\_POLOVODICU

### **Skříň dotykového displeje.**

SDD - Skříň dotykového displeje  
SDD\_ADC\_RIZENI  
SDD\_CANON25 TEPLOMER CASOVAC HODINY



SDD\_LISTA PRIPOJENI LCD

SDD\_OSCILOSKOP

### **Rozbočovač logického analyzátoru.**

RLA - Rozbočovač logického analyzátoru

## ***Popisy jednotlivých skříní / prostorů a spojových desek***

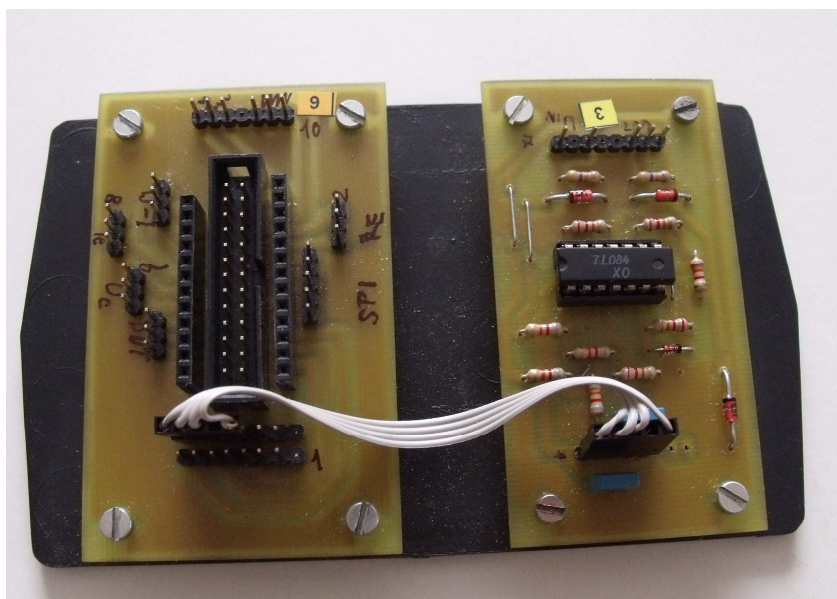
### **SPT - Skříň polovodičového traceru**

#### **Spojová deska „SPT\_PRIPOJENI\_CANON25“**

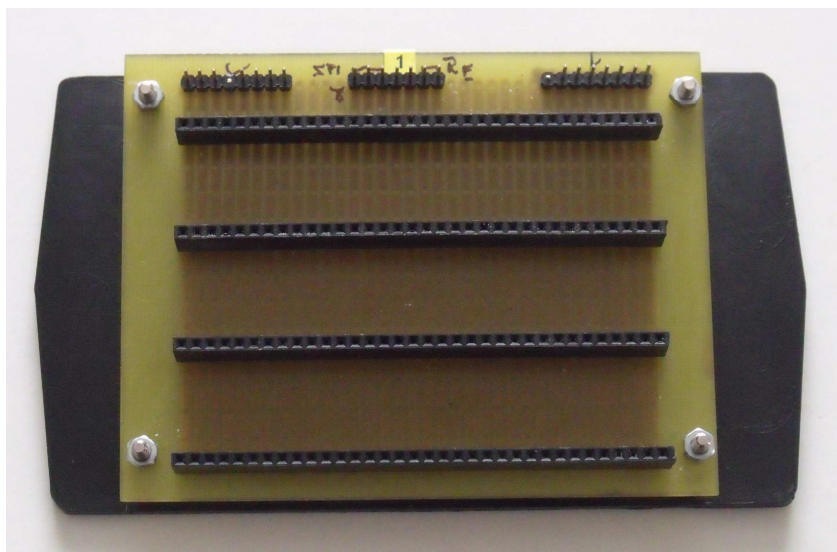
Spojová deska obsahuje konektory pro rozvod napájecích napětí a signálů mezi moduly v této skříni a dalšími skříněmi. Propojení s hlavní skříní je provedeno pomocí počítačového kabelu určeného pro paralelní port. Na fotografii dole jde o spojovou desku umístěnou vlevo.

#### **Spojová deska „SPT\_MERENI\_U\_NA\_DUT“**

Tato spojová deska umožňuje rozšíření funkce testeru součástek o test na napětí. Pokud je připojena součástka s napětovým potenciálem na některé dvojici vývodů, obsluha je o tom informována. Nehrozí proto přímo poškození samotného přístroje. Na fotografii dole se jedná o desku vpravo.



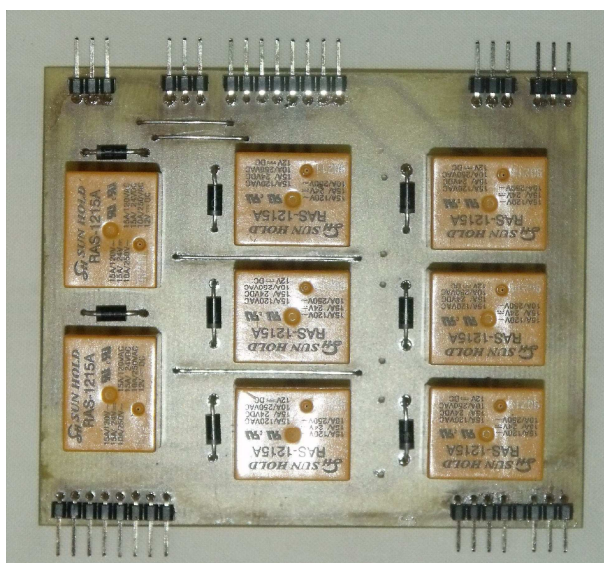
## Spojová deska „SPT\_760x350\_BUS“



Tato spojová deska slouží pro upevnění modulů, rozvod napájecích napětí k nim a zajištění vzájemné komunikace mezi ostatními obvody jednak ve skříni polovodičového traceru, ale i ve skříni dotykového displeje a v hlavní skříni. Na zbytek zařízení je napojena přes spojovou desku **SPT\_PRIPOJENI\_CANON25**.

Spojová deska je upevněna svisle ve středu na levém čelu traceru boční stěny skříně na kovových sloupcích.

## Modul „SPT\_300x350\_NAPETI\_TESTER\_OR\_TRACER“

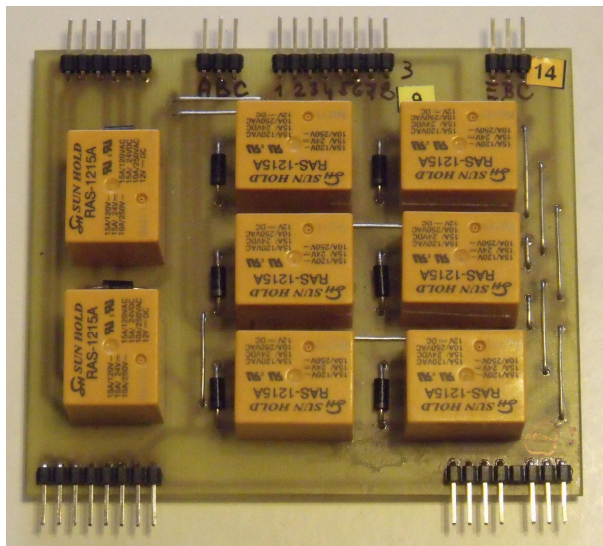


K tomuto modulu se připojuje testovaná součástka, dále jen DUT (Device Under Test). První trojice relé připojuje DUT k testu na napětí. Druhá trojice relé přepíná DUT mezi testerem a tracerem. Dvojice relé připojuje postupně dvojice vývodů k měření napětí mezi vývody. Na případný výskyt napětí mezi některou dvojicí vývodů DUT je obsluha upozorněna. Pokud na vývodech měřené DUT není

zjištěno napětí, DUT je automaticky připojena k testeru součástek, kde je identifikována. Identifikuje se typ DUT, její vývody a určí se také základní elektrické

parametry. Pokud identifikace proběhla, tj. DUT byla rozpoznána, může být připojena k traceru.

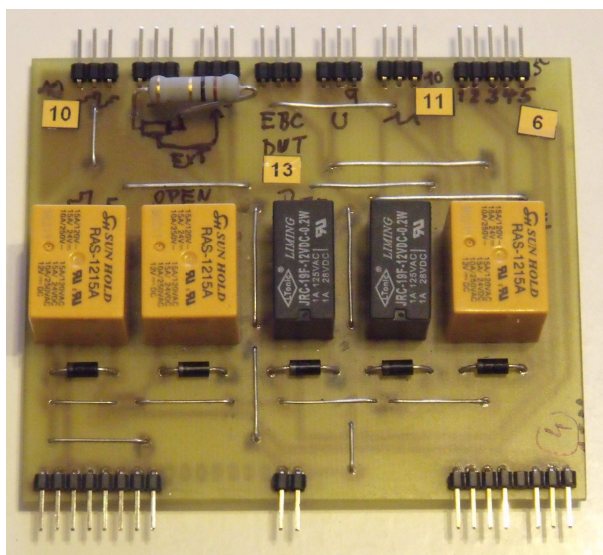
### Modul „SPT\_300x350\_KONVERZE\_NA\_EBC“



Modul slouží ke správnému připojení DUT k traceru. Informace pro to dodává tester součástek. Aby byl modul aktivní, musí být splněny následující dvě podmínky. Na součástce nebylo zjištěno napětí a součástka byla identifikována. Chybné připojení DUT vzhledem k velikosti testovacích napětí a proudů by znamenalo zničení součástky. Relé jsou

logicky ovládána pomocí mikroprocesorů PIC18F4550 v hlavní skříní (SHL) po SPI sběrnici přes obvody MCP23S17 a výkonové spínače ULN2804A.

### Modul „SPT\_300x350\_PREPINACI\_MODUL\_SB\_SE\_RE“

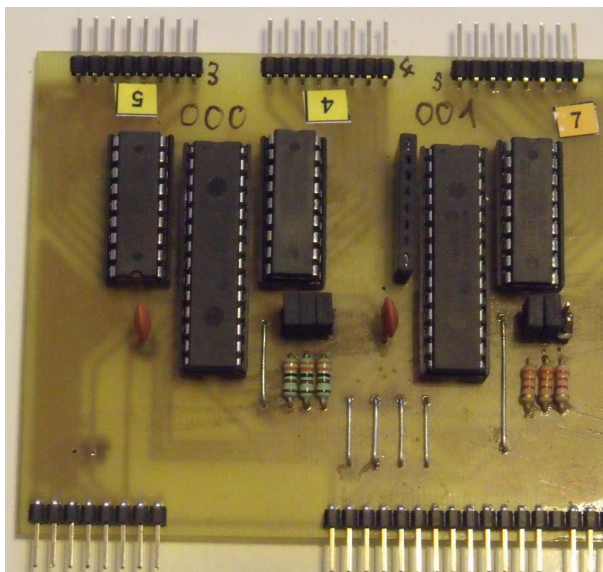


Modul zajišťuje automatické připojování vývodů DUT k testovacím napětím, resp. proudům. Průběhy napětí a proudů pro rozmítání a buzení jsou generovány mikrokontrolerem v hlavní skříní. Modul zajišťuje zapojení SE, nebo SB (společný emitor resp. báze), dále měření zbytkových proudů s odpojenou bází, uzemněnou bází, nebo pro různé

odpory  $R_{be}$  atp. Odpory  $R_{be}$  jsou řazeny pomocí 14 relé na spojové desce v hlavní skříní a jsou připojovány přes sběrnici, protože tato spojová deska je společná i pro U-I tracker.



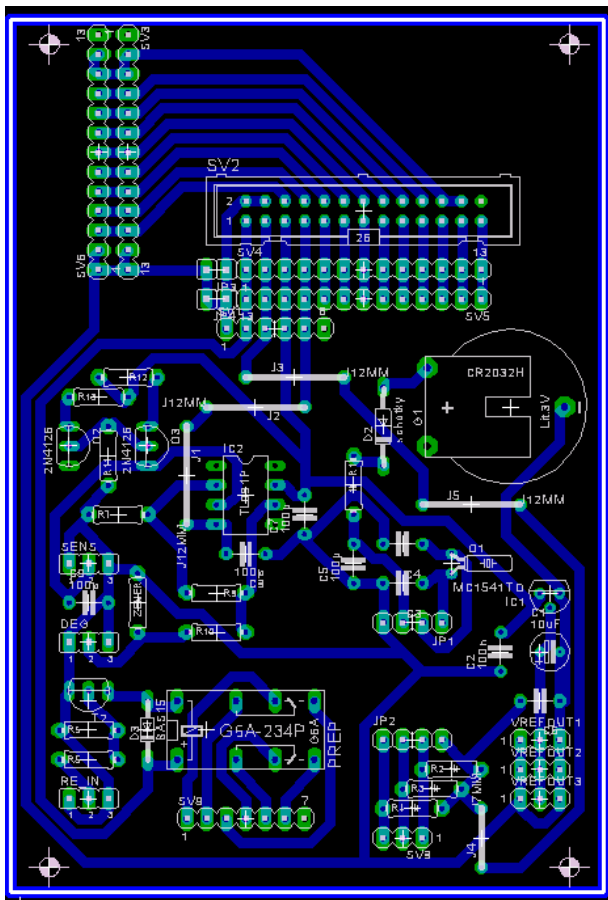
### Modul „SPT\_300x350\_EXP\_24BIT500mA\_8BIT20mA“



Modul slouží pro rozšíření počtu portů mikroprocesorů a jejich výkonového posílení na 500mA. Ve skříní traceru polovodičů slouží pro ovládání celkem 21 relé. Obvody expanderů jsou řízeny procesorem z hlavní skříně.

### SDD - Skříň dotykového displeje

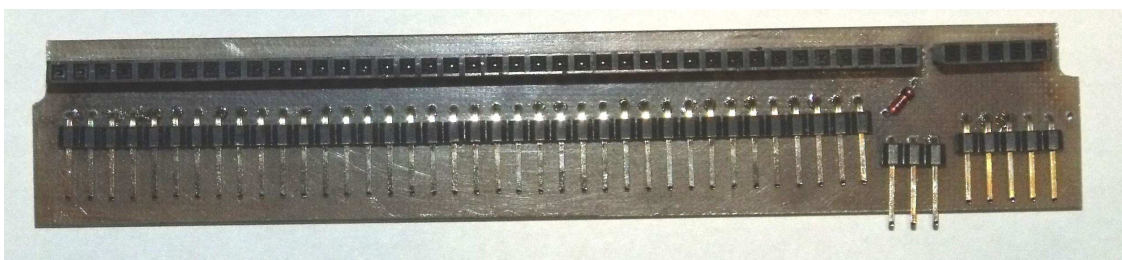
#### Modul „SDD\_CANON25 TEPLOMER CASOVAC HODINY“



Spojová deska obsahuje konektory pro rozvod napájecích napětí a signálů mezi moduly v této skříní a dalšími skříněmi. Propojení s hlavní skříní je provedeno pomocí počítačového kabelu určeného pro paralelní port.

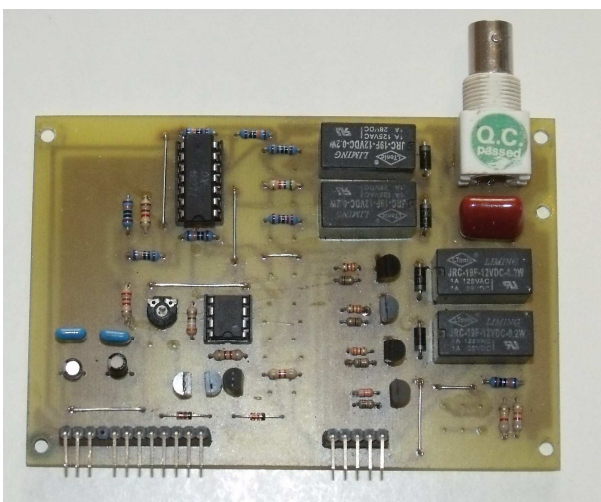
Dále tato deska obsahuje modul reálného času. Modul je vyroben ze SMD součástek na samostatné DPS zasunuté do zásuvek na této spojové desce. Rovněž obsahuje programovatelný časový spínač ovládaný z dotykového displeje a „diodový“ dotykový teploměr. DPS je umístěna v levé polovině dna skříně na pryžových podložkách.

### **Spojová deska „SDD\_LIŠTA PŘIPOJENÍ DOTYKOVÉHO DISPLEJE“**



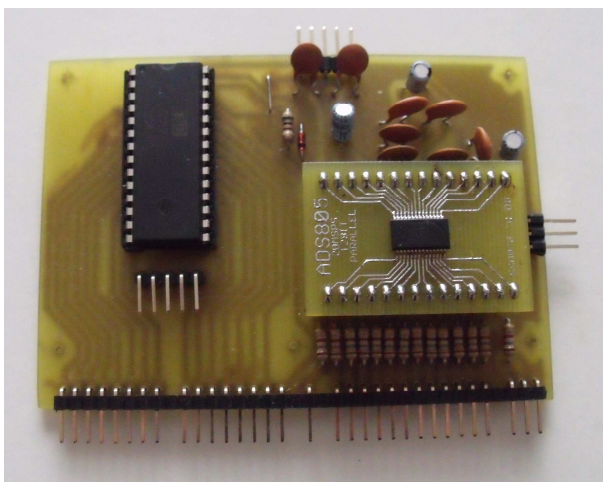
Spojová deska byla vyrobena z důvodu minimalizace prostoru potřebného pro připojení modulu dotykového displeje. Vzhledem k ceně modulu dotykového displeje obsahuje jednoduchou přepět'ovou ochranu. Je volně nasazena na konektor, který jsem připájel na modul dotykového displeje. Výhodou bylo jednoduché odpojení a manipulace s dotykovým displejem při vývoji zařízení.

### **Spojová deska „SDD\_OSCILOSKOP“**



Součástí vybavení je i jednodušší dvoukanálový osciloskop. Ve skříni jsou proto dvě tyto spojové desky. Každá deska zajišťuje provoz jednoho kanálu. Vstup je přes BNC konektor. Přepínání vstupních napět'ových úrovní je provedeno pomocí relé, stejně tak invertování signálu a úprava zesílení atp. DPS jsou z prostorových důvodů umístěny nad sebou.

### **Spojová deska „SDD\_ADC\_RIZENÍ“**



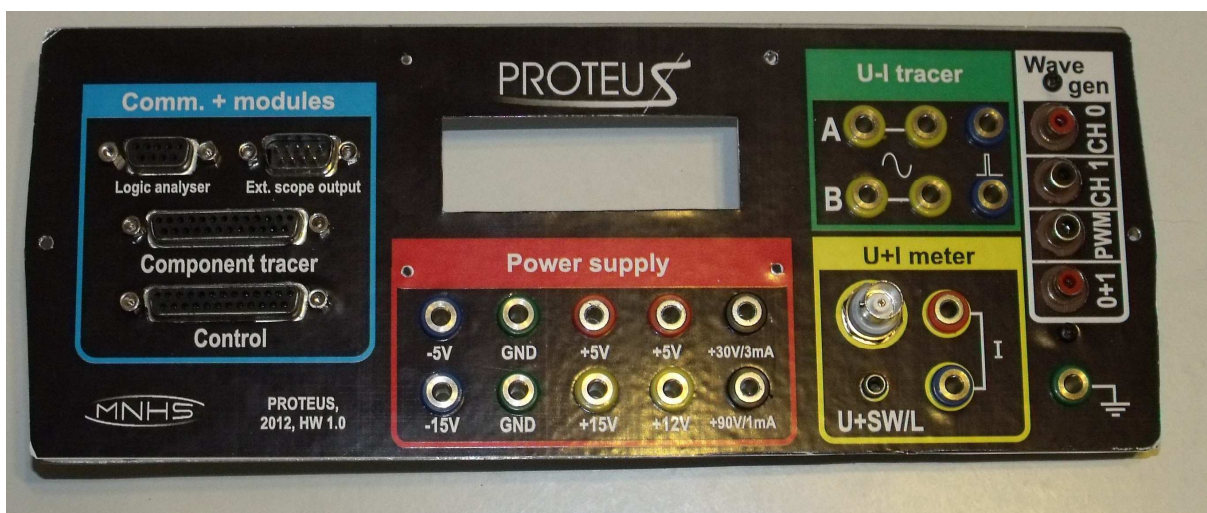
Spojová deska je osazena modulem analogového převodníku ADS805. Modul byl vyroben ze SMD součástek na zvláštní DPS jako zásuvná jednotka. Na této spojové desce je umístěn rovněž analogový multiplexer MPC506AP. Je použit pro připojování různých analogových vstupů k převodníku ADS805.

Oba obvody, převodník ADS805 i multiplexer MPC506AP jsem získal jako vzorky od firmy Texas Instruments. Spojová deska je z prostorových důvodů zapuštěna do „plata“, na kterém je seřiditelně upevněn modul dotykového displeje. Toto prostorové uspořádání umožnilo celkem jednoduchý přístup k DPS a částečně vyřešilo i problematický odvod tepla. Odebíraný proud 0,5A ze zdroje +5V je pro skříň dotykového displeje poměrně velký.

### Hlavní skříň „SHL“

V hlavní skříní jsou umístěny moduly společné pro jiné skříně a moduly, jejichž výstupy nebo vstupy bylo vhodné vyvést na přední panel této skříně. Byla použita skříň z tvrzeného polystyrénu. Toto provedení je nabízeno dosud jako největší a rozměry jasně určily výslednou mechanickou koncepci a rozměry spojových desek pro umístění elektroniky.

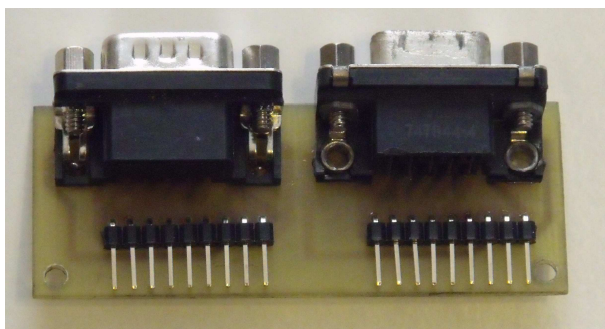
### Hlavní skříň, přední panel „SHL\_PPS“



Původní přední panel z tvrzeného polystyrénu byl nahrazen plechem o tloušťce 1,5 mm. Pro upevnění a připojení některých komponent na přední panel byly zhotoveny následující spojové desky.

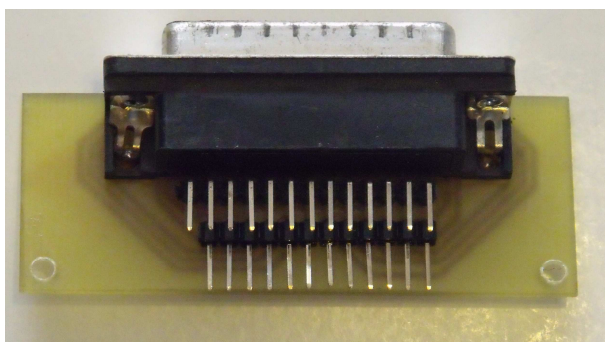


### **Spojová deska „SHL\_PPS\_CANON9\_2x“**



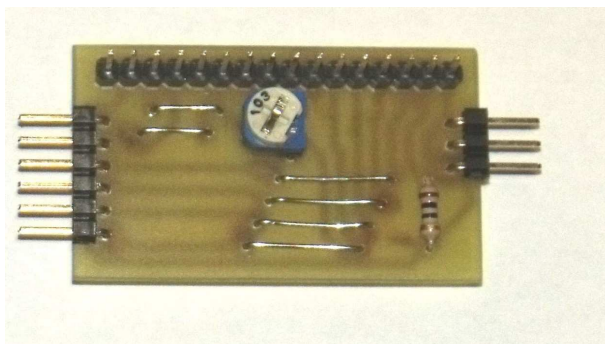
Jeden konektor slouží pro připojení logického analyzátoru a druhý jako univerzální výstup pro připojení externího osciloskopu.

### **Spojová deska „SHL\_PPS\_CANON25“**



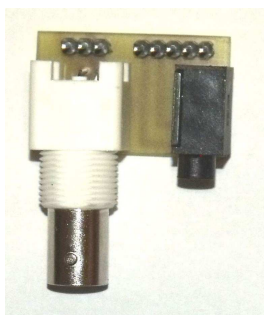
Tyto desky jsou použity dvě. První slouží pro připojení dotykového displeje a druhá pro připojení traceru pro zobrazení statických charakteristik polovodičů.

### **Spojová deska „SHL\_PPS\_PŘIPOJENÍ 4Ř\_LCD“**



Tato spojová deska slouží pro připojení čtyřřádkového znakového displeje. Displej je určen především jako výstup pro zobrazení informací o činnosti zařízení. Pro zvýšení komfortu je na něm zobrazována většina negrafických výstupů z dotykového displeje. Absence tohoto displeje neovlivňuje činnost zařízení.

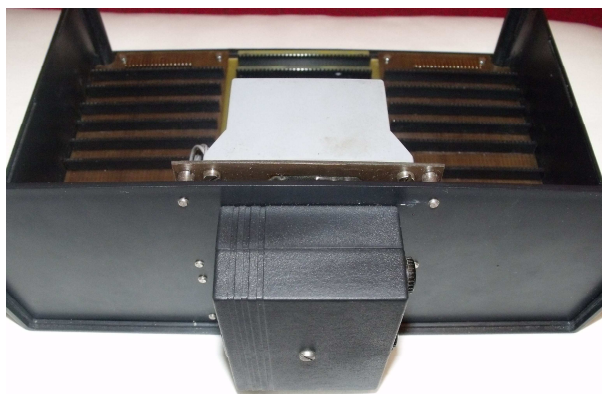
### **Spojová deska „SHL\_PPS\_VOLTMETR\_BNC\_A\_STEREO“**



Slouží pro připojení BNC konektoru pro paměťový voltmetr. Snahou bylo, aby instalovaný voltmetr nebyl pouze rozšířením počtu měřidel, ale aby přinesl kromě vlastního měření napětí některé další výhody. Konektor JACK 3,5 mm je určen pro připojení malého ovládacího modulu za účelem rozšíření o další praktické funkce při měření napětí.

## Hlavní skříň, zadní panel „SHL\_ZPS“

Zadní panel byl ponechán původní, byly na něm však provedeny potřebné úpravy. Z venkovní strany byla na zadní panel upevněna pomocná skříňka, která umožnila bezpečné provedení síťové přípojky. Z vnitřní strany byla na zadní stěnu upevněna spojová deska transformátorů.

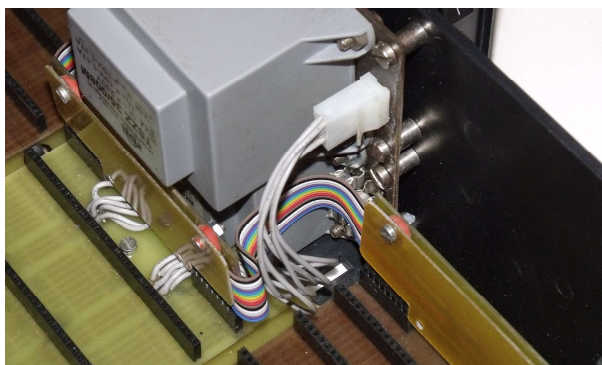


V pomocné skříňce jsou umístěny pouzdra na tavné trubičkové pojistky pro primární vinutí obou transformátorů, dále síťový dvou-pólový vypínač, „počítačová“ zásuvka a svorkovnice. Na zadním panelu může být umístěn i ventilátor 12VDC, který lze zapojit do modulu s expandery a

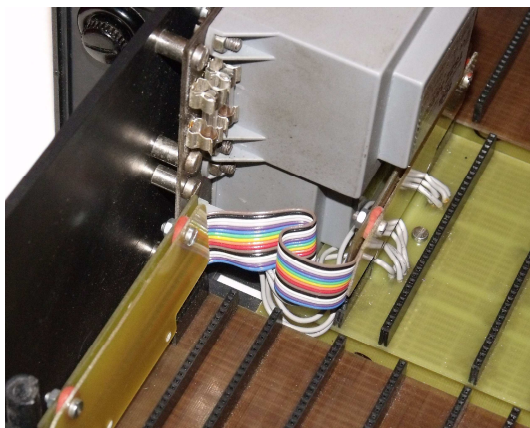
bude tak možné vypínat resp. zapínat ho z dotykového displeje.



Pohled na prostorové uspořádání vnitřku hlavní skříně. Oba transformátory jsou upevněny přes modul na zadní stěnu zevnitř. Vně zadní stěny, naproti transformátorům je v krabici umístěna přípojka síťového napětí. Přípojka obsahuje zásuvku pro počítačový napájecí kabel, hlavní vypínač, pojistková pouzdra pro jištění a připojení primárních vinutí transformátorů přes otvor v zadní stěně. Detailní diagonální pohled z pravé strany zachycuje síťový vypínač přípojky, upevnění modulu s transformátory a sběrnice systém. Na detailu je vidět připojení sběrnic k sekundárnímu vinutí, propojení napájecích sběrnic a samotné sběrnice.







Detailní diagonální pohled z levé strany zachycuje především umístění pojistek primárních vinutí a pojistky sekundárního vinutí. Dále je patrné, že sběrnice jsou umístěny symetricky.

### Spojová deska „SHL\_ZPS\_400x420\_TRAFA“



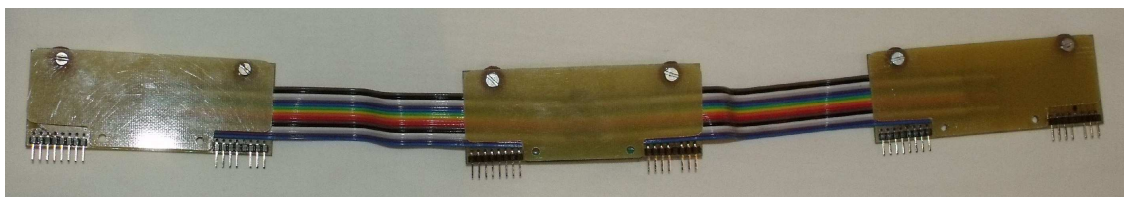
Tato spojovací deska slouží jednak pro mechanické upevnění obou síťových transformátorů, tak i pro jejich elektrické připojení. Primární vinutí jsou připojena odpovídajícími vodiči přes otvor v zadním panelu do svorkovnice v pomocné skříňce. Provedení neumožňuje bez demontáže osmi šroubů M4x8 kontakt se síťovými obvody.

Sekundární symetrická vinutí jsou vyvedena přes plošné spoje k pojistkám a konektorům. Jištěny jsou obě poloviny sekundárních vinutí.

### Sběrníkový systém „SHL\_SBS“

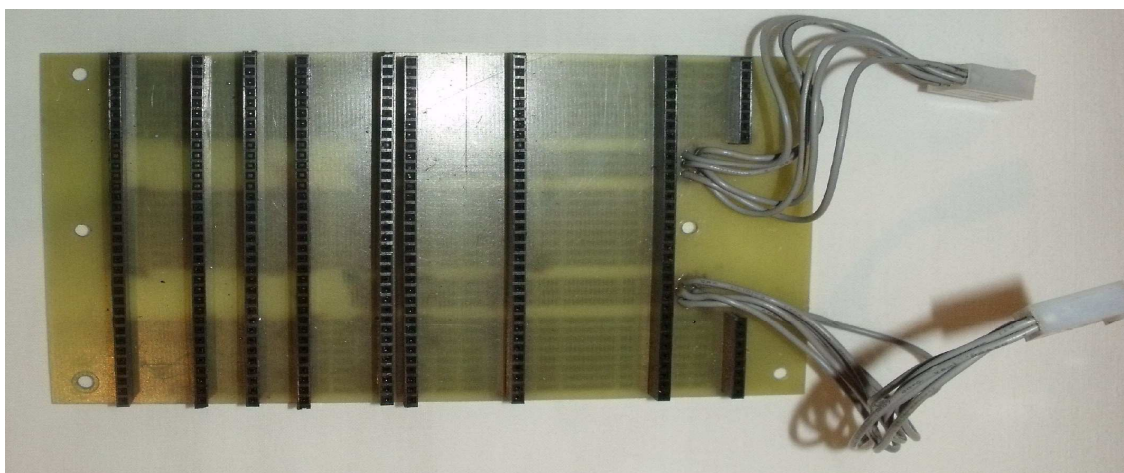
Sběrníkový systém slouží jak pro mechanické upevnění spojovacích desek, tak i pro rozvod napájecích napětí a signálů. Každá sběrnice je upevněna ke dnu hlavní skříňce na kovových sloupcích, čímž se dosáhlo i značného mechanického zpevnění celé skříňce. Vzájemné elektrické propojení sběrnic je provedeno pomocí propojky sestavené ze tří pomocných spojovacích desek a vodičů.

### **Spojová deska „SHL\_SBS\_150x350\_\_PROP\_NAP\_SBERNIC“**



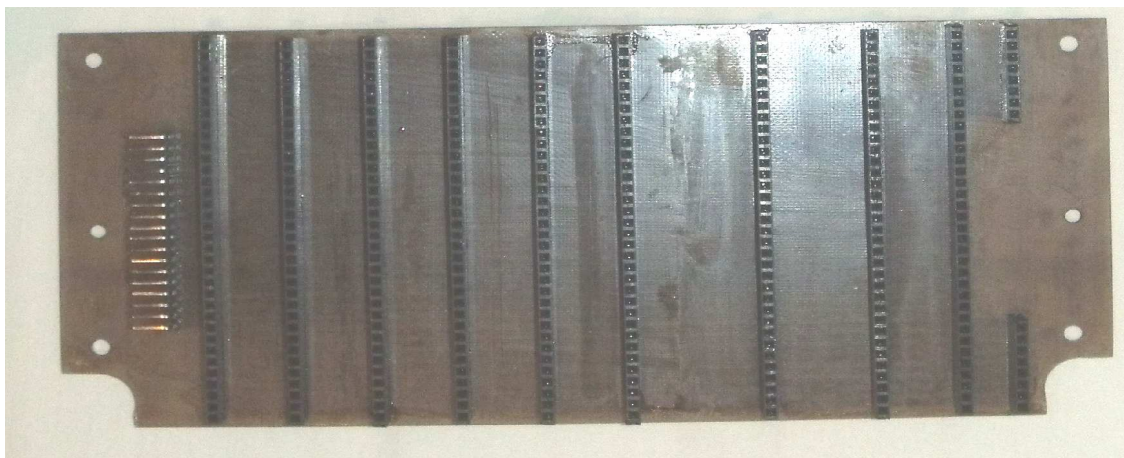
Na obrázku je vidět hotové provedení propojky, která převádí všechna napájecí napětí z výkonové sběrnice na datové sběrnice. Propojení se ukázalo jako relativně jednoduché, praktické a spolehlivé.

### **Spojová deska „SHL\_SBS\_600x350\_\_POWER\_BUS“**



Spojová deska slouží pro upevnění a vzájemné propojení napájecích modulů. Prostřední pruh (pruhem je myšlena soustava spojů, která prosvítá ze zadní části desky) je určen pro rozvod usměrněných filtrovaných napětí a napětí z násobičů. Dva sousední pruhy (po třech spojích) jsou symetrická střídavá napětí jištěná tavnými pojistkami na desce **SHL\_ZPS\_400x420\_TRAFA**. Dva venkovní pruhy jsou již stabilizovaná napětí pro napájení přístroje. Servisní napětí vyvedená na přední panel jsou stabilizována samostatně, mají však společnou zem, stejně tak i pro proudové zdroje.

## Spojová deska „SHL\_SBS\_760x350\_SIGNAL\_BUS“

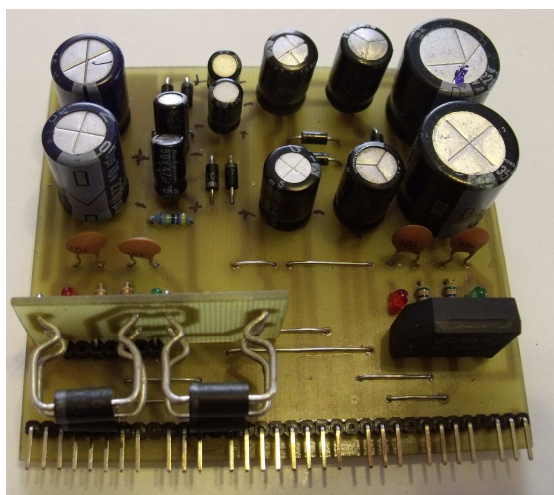


Tyto spojové desky jsou použity dvě. Existuje levé a pravé provedení, na obrázku je provedení pravé. Výřezy v rozích jsou z důvodu sloupků ve skříní. Spojové desky slouží pro upevnění a propojení ostatních modulů, tj. mimo napájecích modulů. Vnější pruhy vedení jsou napájecí, jsou shodné s deskou **SHL\_SBS\_600x350\_POWER\_BUS** a jsou na všech sběrnicích vzájemně propojené výše zobrazenou propojkou. Prostřední pruh je určen pro rozvod signálů a vzájemnou komunikaci mikroprocesorů a dalších adresovatelných obvodů.

## Desky zdrojů „SHL\_ZDR“

Všechny desky, které nějakým způsobem upravují napájecí napětí potřebných pro činnost přístroje jsou zasunuty ve spojové desce **SHL\_SBS\_600x350\_POWER\_BUS**.

## Modul „SHL\_ZDR\_260x350\_DC\_HI\_LO\_NASNAP“

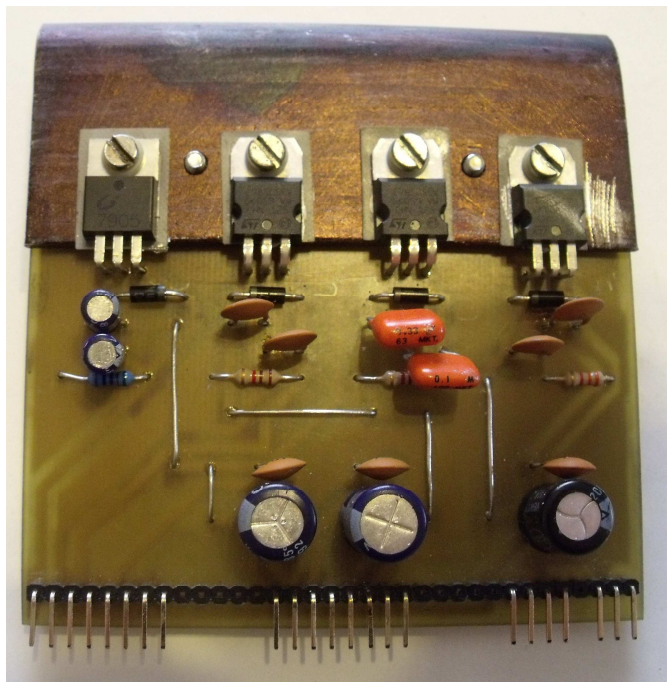


Modul obsahuje usměrňovače sekundárních symetrických napětí z obou transformátorů. Obě napětí jsou po usměrnění přivedena na filtrační kondenzátory. Na desce jsou dále umístěny dva násobiče napětí. Pro tyto násobiče je použito symetrické napětí z transformátoru se sekundárním napětím 2x18V.



Usměrňovací můstek pro napětí transformátoru se sekundárním napětím 2x8V byl nahrazen můstkem sestaveným s schottky diod. Deska s diodami schottky nahrazuje klasický diodový můstek.

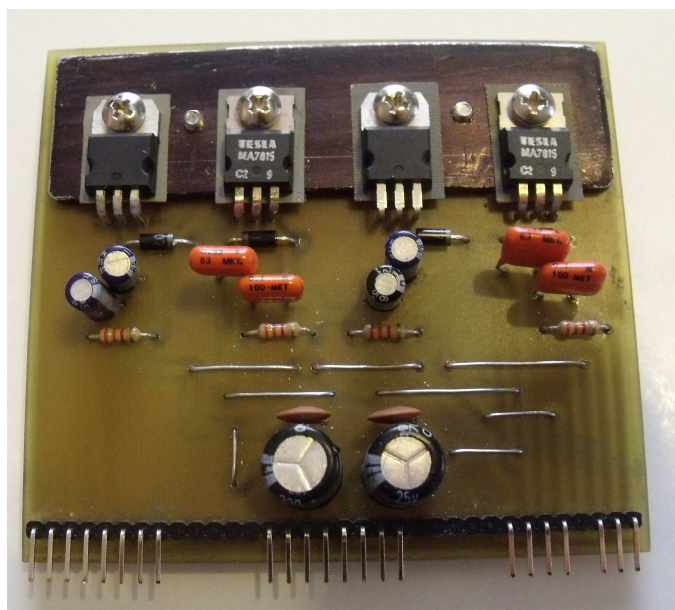
#### Modul „SHL\_ZDR\_260x350\_5VS\_5V\_12V“



Modul obsahuje stabilizátory napětí typu 7905, 7805 a 7812. Výstupem jsou symetrická stabilizovaná napětí -5V a +5V pro napájení analogových obvodů, stabilizované napětí +5V pro napájení mikropočítačů, převodníků atp. a stabilizované napětí +12V, které je primárně určeno pro napájení relé. Pro napájení relé je rovněž využito nestabilizované napětí 22V, které

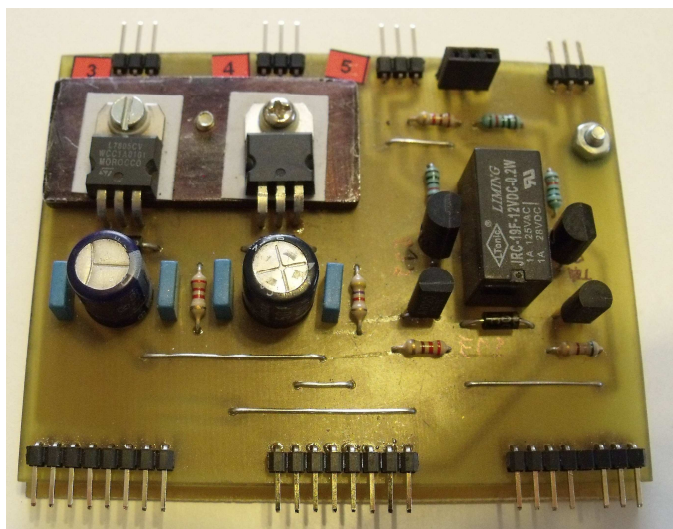
je k dispozici po usměrnění a filtraci sekundárního napětí 2x15V.

#### Modul „SHL\_ZDR\_260x350\_15VS\_18VS“



Modul obsahuje stabilizátory napětí 7915 a 7815. Výstupem jsou symetrická stabilizovaná napětí -15V a +15V pro napájení operačních zesilovačů a symetrická stabilizovaná napětí -15V a +15V pro napájení výkonových zesilovačů pro oba traccery, klasický a obvodový.

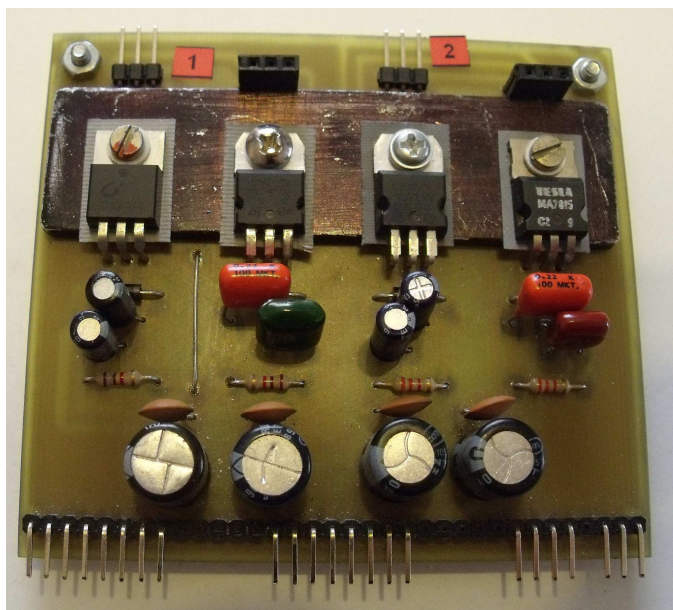
### Modul „SHL\_ZDR\_260x350\_5V-12V-80V1mA-30V3mA“



Modul obsahuje stabilizátory napětí typu 7805 a 7812. Výstupem jsou stabilizovaná napětí +5V pro napájení digitálních zařízení a napětí +12V určené pro napájení relé atp. Dále jsou na desce dva samostatné proudové zdroje, jejichž výstupy jsou podmíněny sepnutím relé. Relé je ovládáno z dotykového

displeje. Veškerá napětí i proudové zdroje jsou určeny pro externí použití, jsou vyvedena na předním panelu a nesouvisí přímo s napájením přístroje.

### Modul „SHL\_ZDR\_260x350\_5VS-15VS“



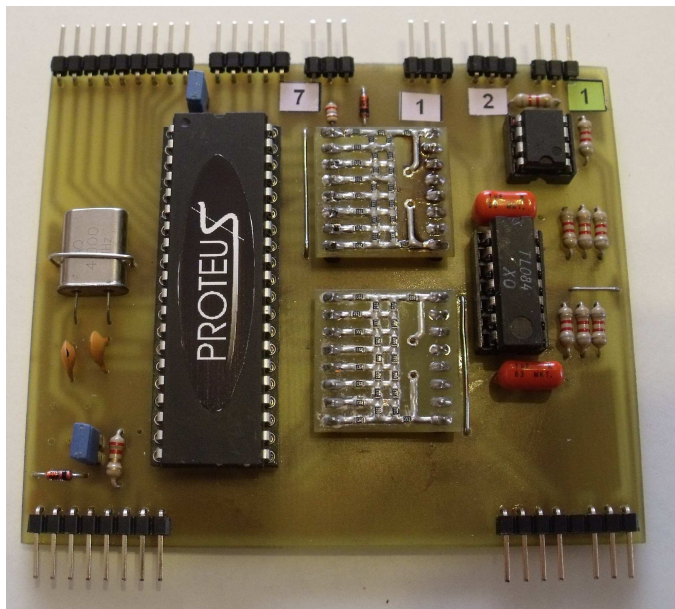
Modul obsahuje stabilizátory typu 7905, 7805, 7915 a 7815. Stabilizovaná napětí jsou vyvedena na předním panelu hlavní skříně a nesouvisí přímo s napájením přístroje.

### Řídící HW „SHL\_RHW“

Členění na „řídící“ a „pomocný“ hardware bylo vytvořeno pouze proto, aby byly odlišeny spojové desky, resp. moduly, na kterých jsou umístěny mikrokontrolery. Jiný význam toto členění nemá. Mikrokontrolery mají přidělen okruh funkcí, které standardně zajišťují podle požadavků vycházejících z uživatelského rozhraní, tedy

moduly dotykového displeje a dále se podílejí na řízení HW podle předem stanovených priorit.

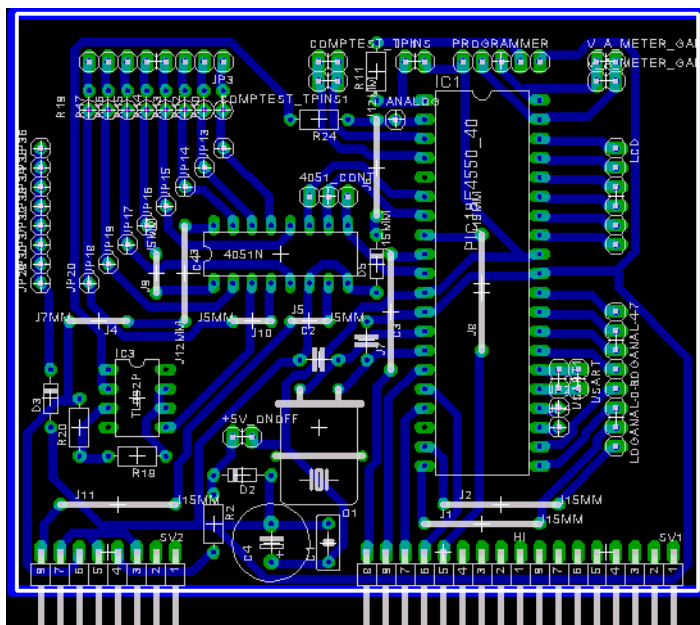
### Modul „SHL\_RHW\_PIC18F\_WAVEGEN“



pro toto zařízení.

Na modulu je umístěn mikroprocesor PIC18F4850 a dílčí moduly R2R můstků sestavených ze SMD rezistorů. Mikropočítač je využíván pro generování harmonických průběhů napětí. Požadavky na činnost mikrokontroleru jsou předávány z modulu dotykového displeje pomocí přenosového protokolu speciálně navrženého

### Modul „SHL\_RHW\_PIC18F4550“

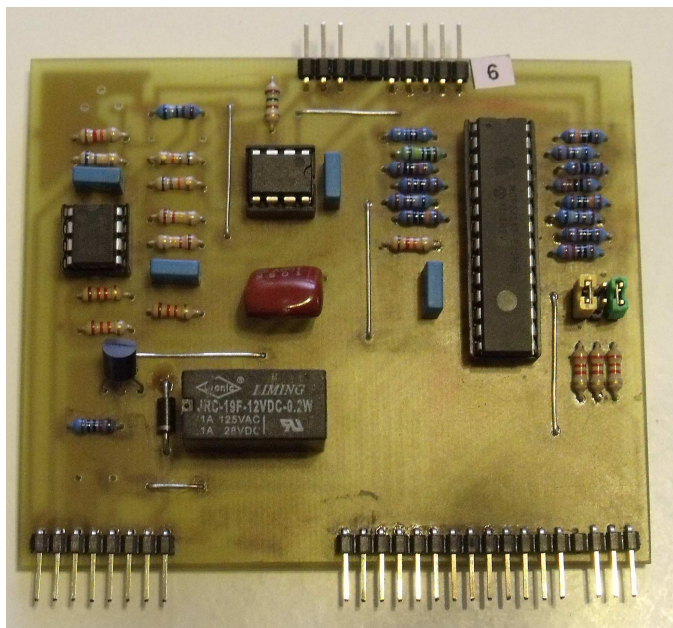




## Pomocný HW „SHL\_PHW“

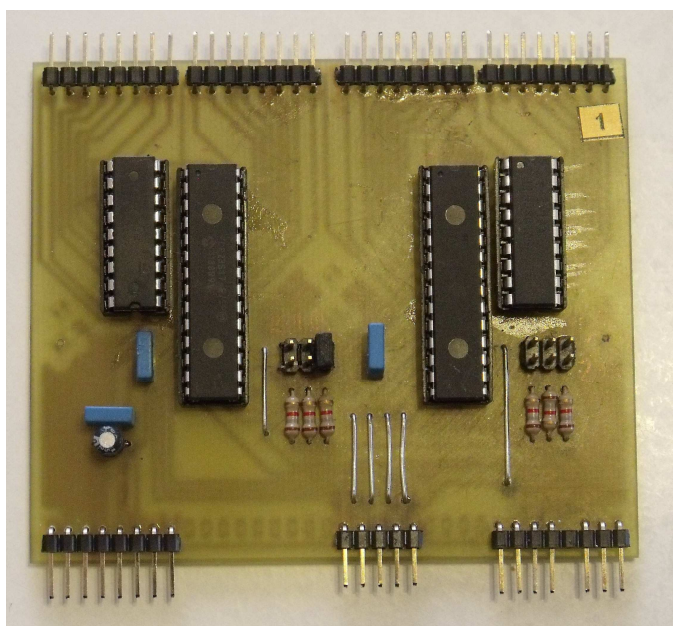
Mezi pomocný HW, jak bylo uvedeno výše, patří spojové desky s obvody, které především rozšiřují možnosti výstupů nebo vstupů mikrokontrolerů.

### Modul „SHL\_PHW\_300x350\_TESTER\_POLOVODICU“



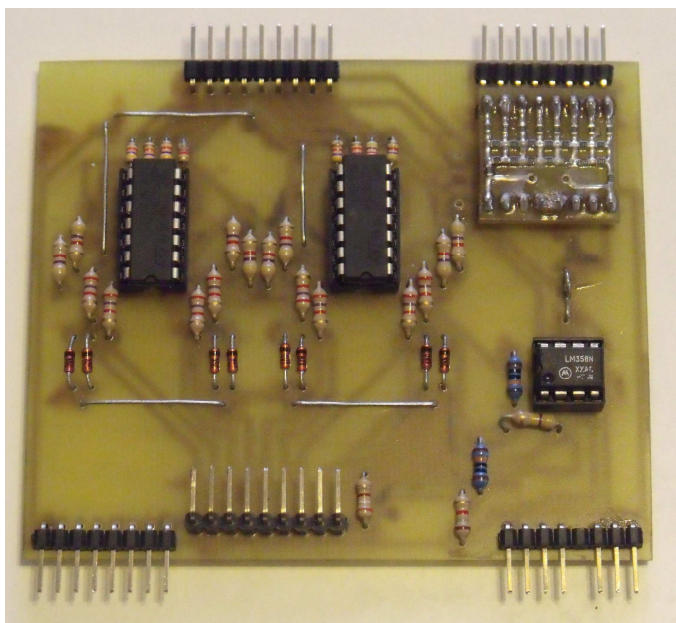
Modul je v podstatě HW část testeru součástek. Kromě rozšíření možností portů mikroprocesoru PIC18F4550 jsou zde umístěny i podpůrné obvody umožňující měření kapacit, indukčností atp. Modul je ovládán mikrokontrolerem PIC18F4550 přes obvod MCP23S17.

### Modul „SHL\_PHW\_300x350\_EXP\_16BIT500mA\_16BIT20mA“



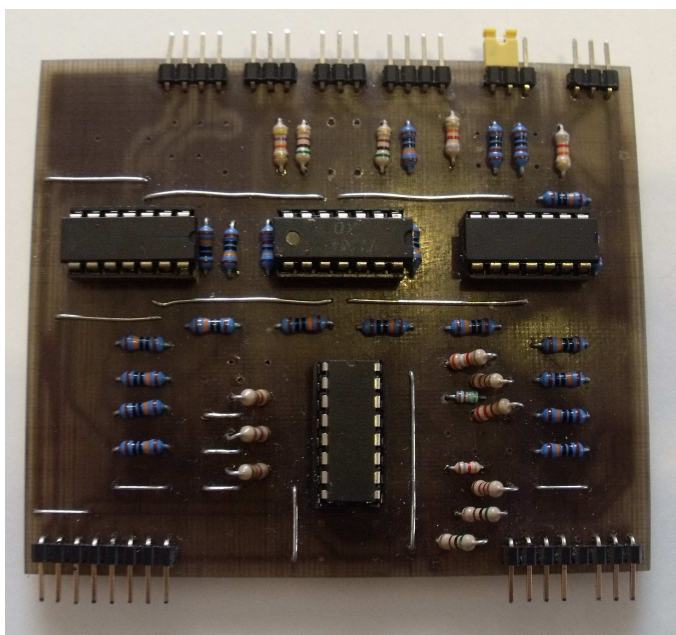
Modul obsahuje obvody pro rozšíření portů mikrokontrolerů a u poloviny portů i jejich výkonové posílení. Řízení obvodů MCP23S17 je zajištěno pomocí PICu přes vedení na datových sběrnících. Z důvodu omezení počtu volných vedení je každá datová sběrnice opatřena jednou touto deskou. Oblast použití je především v ovládání relé 12V nebo 24V.

### Modul „SHL\_PHW\_300x350\_LOGANAL\_8x“



Stěžejní činností modulu je úprava signálů pro osmikanálový logický analyzátor. Úprava signálů spočívá v zajištění bezpečnosti při různých napěťových úrovních na vstupech do analyzátoru, v nastavení definicí úrovní logického signálu, podmínky pro spouštění atp. Integrovaný modul R2R můstku slouží pro nastavení úrovně přechodu z log. 0 na 1.

### Modul „SHL\_PHW\_300x350\_V\_A\_METR“

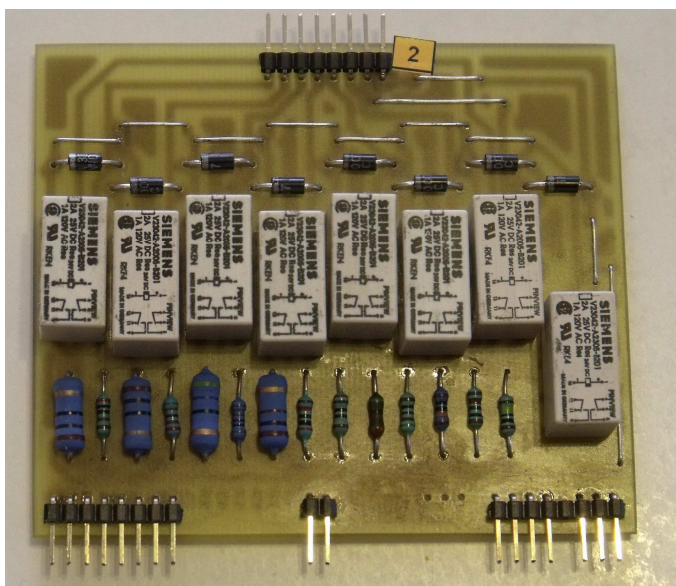


Modul obsahuje pomocné obvody voltmetru a ampérmetru. Voltmetr i ampérmetr je navržen tak, aby poskytoval určitý komfort měření. Obsluha se nemusí starat o přepínání rozsahů. Měřidlo disponuje dostatečnou přesností a citlivostí. Umožňuje definovat jednotlivá měření a provést záznam výsledků. V průběhu měření není zapotřebí sledovat displej a

obsluha se může plně věnovat práci se sondou. Po ukončení práce je možno výsledky přehledně zobrazit na dotykovém displeji.

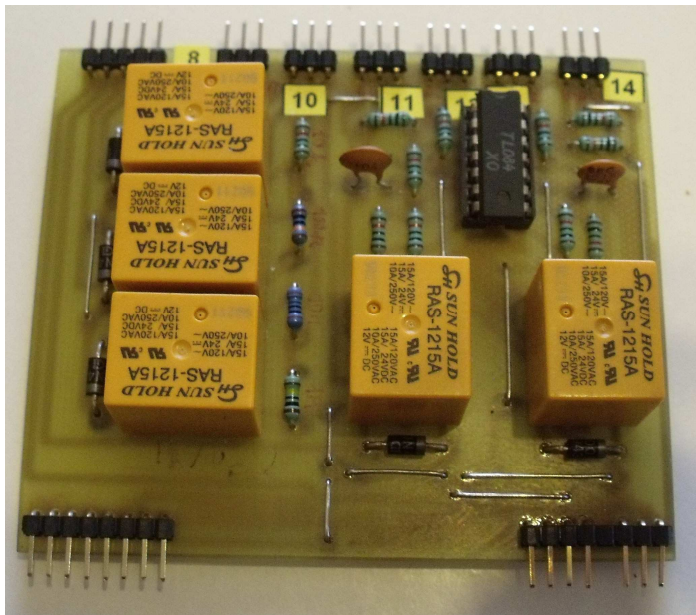


### Modul „SHL\_PHW\_300x350\_RE\_RS\_14R“



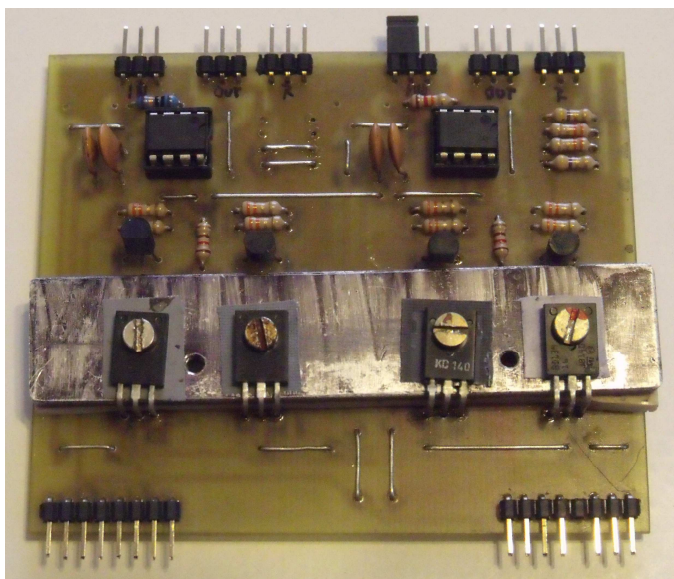
dostupný pro jakýkoliv modul zasunutý do kterékoliv signálové sběrnice, i mimo hlavní skříně. Požadavek na výběr rezistoru vychází od obsluhy přes modul dotykového displeje.

### Modul „SHL\_PHW\_300x350\_SEMTRAC\_INVERTORY“



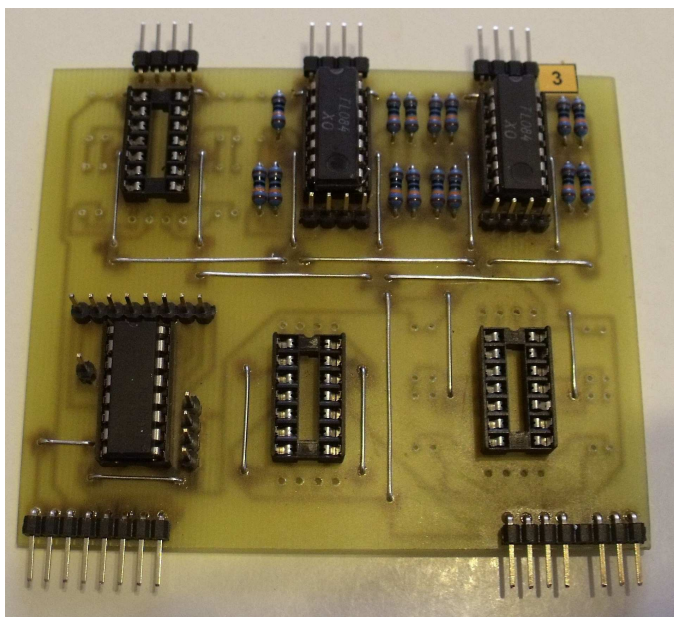
Modul má dvě základní funkce. První je invertovat signál pily pro rozmítání napětí, aby bylo k dispozici jak kladné, tak i záporné napětí a stejně tak i „schodovité“ napětí pro buzení. Druhá funkce je měnit rezistory u schodovitého napětí tak, aby byly získány potřebné proudy do bází u BJT tranzistorů a napětí pro UJT tranzistory.

### Modul „SHL\_PHW\_300x350\_SEMTRAC\_2x\_PA“



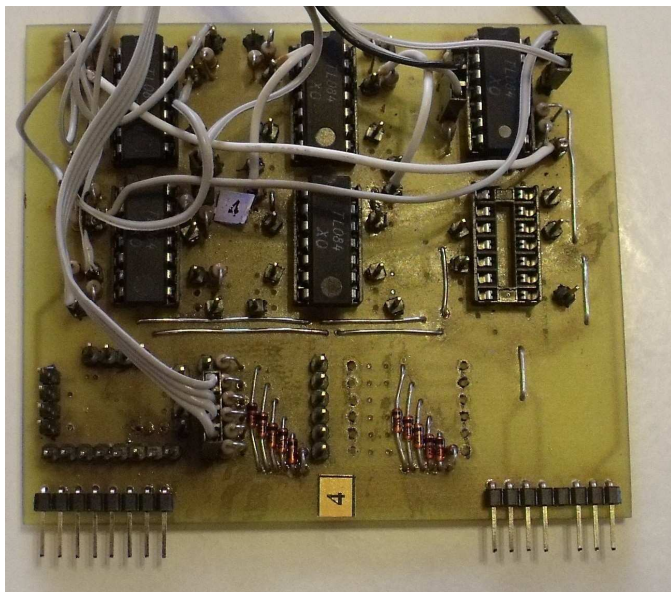
Modul sestává ze dvou výkonových zesilovačů. Zajišťuje výkonové zesílení pilovitého a schodovitého signálu pro tracer polovodičů.

### Modul „SHL\_PHW\_300x350\_OPERAMPS“



Modul je konstruován jako univerzální. V zařízení je používán pro více funkčních celků. Jeho funkcí je signál +5V převést na signál 0-5V se středem v 2,5 voltech. Integrovaný obvod dole vlevo je analogový multiplexer 4051, pakliže by bylo nutné rozšířit počet analogových vstupů.

### Modul „SHL\_PHW\_300x250\_OPERAMPS\_INV“



Modul je složen z několika operačních zesilovačů uzpůsobených pro jednoduchou úpravu zapojení. Jde v podstatě o další typ univerzální spojové desky. Podle potřeby je možno upravovat zesílení, typ zesilovače atp. Napájení modulu ze sběrnice a výstupy jsou provedeny podle standardu pro ostatní moduly.