

Vážení zákazníci,

dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

redakce nakladatelství BEN – technická literatura
redakce@ben.cz



3 MĚNIČ

CDD2WL0905D

Označení **CDD2WL0905D** je označením prodejce GM v ČR, výrobce firmy CHINFA tentýž výrobek označuje jako **FDD03-05D3**, kde písmena **DD** označují **DC/DC** měnič, dvojčíslí **03** znamená příkon **3 W**, dvojčíslí za pomlčkou **05** je výstupní napětí **5 V**, písmeno **S** označuje jednoduchý výstup (**+5 V**) a písmeno **D** výstup dvojitý (**±5 V**). Poslední číslice označuje pořadové číslo v přehledové tabulce typů.

3.1 OBECNÉ VLASTNOSTI TYPOVÉ ŘADY

- Rozsah vstupních napětí je **3 : 1** nebo **2 : 1**,
- galvanické oddělení vstupu a výstupu,
- ochrana výstupu proti zkratu.

3.1.1 *Vlastnosti řady měničů s příkonem 3 W (údaje výrobce CHINFA)*

- Jmenovitá hodnota vstupního napájecího napětí, pro kterou jsou měřeny a definovány ostatní parametry je definována tab. 3.01:

rozsah vstupních napětí		jmenovitá hodnota vstupního napětí [V]
od [V]	do [V]	
20	60	48
9	18	12
18	36	24
36	72	48
9	36	24
18	72	48

Tab. 3.01 *Jmenovité hodnoty napětí měničů*

- přesnost nastavení hodnoty výstupního napětí maximálně **±2 %** jmenovité hodnoty,
- přesnost nastavení výstupního napětí při změně vstupního napětí maximálně **±1 %** jmenovité hodnoty,
- přesnost nastavení hodnoty výstupního napětí v celém rozsahu povolených hodnot výstupních (zatěžovacích) proudů maximálně **±3 %** jmenovité hodnoty výstupního napětí,

- zvlnění a šumové napětí na výstupu při jmenovité hodnotě vstupního napětí v pásmu **0 až 20 MHz**:
 - maximálně **300 mV** špička-špička bez vnějších přídavných kondenzátorů
 - maximálně **100 mV** špička-špička s přídavným kondenzátorem **10 μF** mezi výstupními svorkami **+5 V** a **-5 V**,
- teplotní koeficient výstupního napětí **±0,02 %/K**,
- ochrana měniče proti zkratu: omezením proudu,
- účinnost vyšší jak **75 %**,
- izolační napětí mezi vstupem a výstupem minimálně **1500 V**,
- izolační odpor mezi vstupem a výstupem minimálně **1 GΩ**,
- skladovací teplota měniče (**-40 až 100**) °C,
- pracovní teplota měniče (**-20 až 70**) °C,
- chlazení pouze odvodem okolním vzduchem (bez kovového chladiče),
- pouzdro: **DIL24** – černá plastická hmota,
- ochrana proti přepólování: vstupní antiparalelní interní diodou (ačkoliv tento údaj je udáván jak výrobcem CHINFA, tak prodejcem GM, žádná taková dioda se v rozebraném kusu měniče nevyskytovala – viz dále).

typ	rozsah vstupních napětí [V]	výstupní napětí [V]	výstupní proud [mA]	minimální účinnost [%]
FDD03-05D	20–60	± 5	250	72
FDD03-05D1	9–18	± 5	200	65
FDD03-05D2	18–36	± 5	250	68
FDD03-05D3	36–72	± 5	250	72
FDD03-05D4	9–36	± 5	250	68
FDD03-05D5	18–72	± 5	250	72

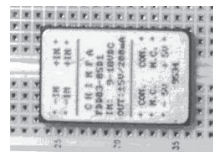
Tab. 3.02 Přehled řady měničů s příkonem **3 W** (výkonem **2 W**)

3.2 ROZLOŽENÍ SOUČÁSTEK NA PLOŠNÉM SPOJI

Přestože **DC/DC** měniče jsou vlastně miniaturními a kompaktními spínanými zdroji v jednom pouzdře, udává jak výrobce, tak i prodejci poměrně málo hodnot, popisujících vlastnosti těchto měničů. Při jejich aplikaci se pak uživatel může jenom divit, jak že vlastně **DC/DC** měnič vůbec pracuje.

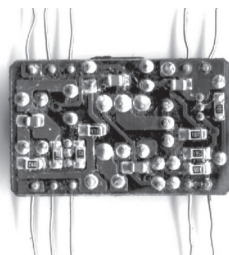
Z dvaceti zakoupených měničů stejného typu **CDD2WL0905D (FDD03-05D1)** byl jeden kus náhodně vybrán, proměřen a následně rozebrán. Bylo zjištěno jak jeho schéma zapojení s hodnotami součástek, tak řada poměrně zajímavých vlastností.

Obr. 3.01 Měníč **CDD2WL0905D**
(**FDD03-05D1**)
na nepájivém poli

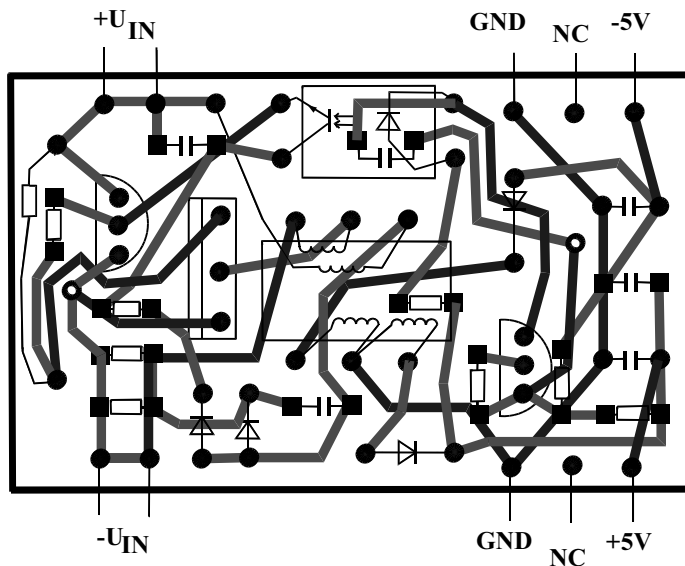


Po odstranění plastové krabičky zůstal z měniče plošný spoj a na něm součástky, zalité černou plastickou hmotou s vlastnostmi mezi termoplastem a termosetem, která dobře vzdorovala běžným ředidlům a rozpouštědlům. Nicméně horký xylen ji odstranil beze zbytku po několika desítkách hodin. Plošný spoj je dvoustranný a i součástky jsou osazeny oboustranně. Rezistory a menší kondenzátory jsou osazeny technologií **SMD** ze strany pájených plošných spojů (ze spodu) a ostatní větší součástky klasicky do otvorů z druhé strany desky (shora).

Obr. 3.02 Plošný spoj měniče (drátové vývody jsou vývody z pouzdra) – pohled ze strany pájení a SMD součástek (ze spodu)

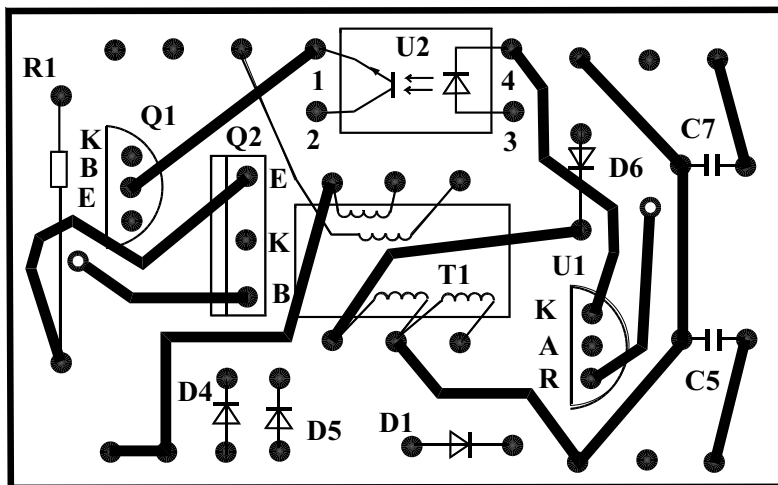


Z tohoto plošného spoje lze překreslit i vlastní spojení součástek oběma vrstvami plošných spojů.

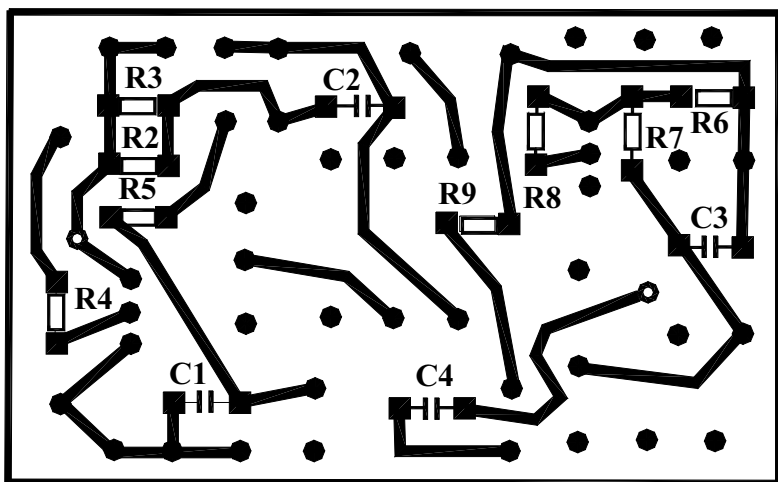


Obr. 3.03 Obě vrstvy plošných spojů a součástky – pohled ze strany osazovaných součástek (světlejší shora), tmavší spoje ze strany pájení a montáže **SMD** součástek (průhledově ze spodu)

Pro přehlednost lze tento celkový obrázek rozdělit na pohled ze strany osazovaných součástek (shora) – obr. 3.04, pohled ze strany pájení spojů a **SMD** součástek (ze spodu) – obr. 3.05.



Obr. 3.04 Rozložení plošných spojů – pohled ze strany osazovaných součástek



Obr. 3.05 Rozložení plošných spojů ze strany pájení a **SMD** součástek (ze spodu)

3.3 SCHÉMA ZAPOJENÍ

Výsledkem všech těchto rozkreslení je schéma zapojení (*obr. 3.06*) celého měniče i s hodnotami součástek, které byly na součástkách buď přímo natištěny, nebo odměřeny. Ze schématu, kde číslování součástek vychází z potisku na desce plošných spojů plyne, že některé součástky, zřejmě původně použité, zde vůbec nejsou. Jedná se o diody **D2** a **D3** (zřejmě ochranné diody proti přepólování vstupního napětí) a potom kondenzátor **C6**.

Zapojení vstupní (primární) části měniče je poněkud neobvyklé. Po připojení měniče na zdroj vstupního napětí U_{IN} proteče proud z jeho kladné svorky přes odpor **R1**, přechod emitor-báze PNP tranzistoru **Q2**, odpory **R2** a **R3** zpět na zápornou svorku napájecího zdroje. Tento bázev proud začne otevírat tranzistor **Q2** a ten začne vést a začne tedy protékat i proud v obvodu kladná svorka zdroje U_{IN} , odpor **R1**, emitor **Q2**, kolektor **Q2**, primární vinutí transformátoru **T1** a zpět do záporné svorky zdroje U_{IN} .

Proud primárním vinutím **T1** narůstá a tím se indukuje i napětí sekundární, které je usměrňováno diodou **D1** s nabíjecím kondenzátorem **C5**, na kterém vzniká kladné napětí výstupu (**+5 V**). Současně se však také indukuje napětí na zpětnovazebním vinutí transformátoru **T1**, je usměrňováno diodou **D5** a je přiváděno na spojnici odporů **R2** a **R3**. Na této spojnici roste potenciál vzhledem k zemi (záporné svorce zdroje U_{IN}) a proud báze tranzistoru **Q2** začne klesat. Tranzistor **Q2** se začne zavírat a začne klesat proud primárním vinutím transformátoru **T1**. Primární cívka, která byla do této doby spotřebičem z hlediska akumulace energie ve svém magnetickém poli se mění na zdroj (mění polaritu svého napětí).

Opačná polarita napětí je tak indukována jak do sekundárních vinutí, kde začíná vést dioda **D6** a nabíjí se kondenzátor **C7**, zatímco dioda **D1** již nevede a zátěž, připojená na výstup kladné části zdroje je napájena jen proudem z elektrolytického kondenzátoru **C5**. Opačná polarita napětí se indukuje i na zpětnovazebním vinutí transformátoru **T1**, ale dioda **D5** brání průtoku proudu. Napětí na odporu **R3** tedy opět klesá a může znovu růst proud báze tranzistoru **Q2** a tím i jeho proud kolektorový (proud primární cívkou transformátoru **T1**).

Celý cyklus se opakuje tak dlouho, dokud výstupní napětí nedosáhne požadované velikosti výstupního napětí (**10 V** mezi kladnou a zápornou svorkou symetrického výstupního napětí). Jakmile dojde k dosažení hodnoty napětí **10 V**, pak dělič **R6–R8** toto napětí vydělí tak, aby na odporu **R8** bylo právě referenční napětí obvodu **TL431** (**U1**). Toto referenční napětí je $U_{REF} = 2,495 \text{ V}$ a správný dělicí poměr je donastaven pomocným odporem **R7**, zapojeným paralelně k odporu **R8**:

$$\begin{aligned} U_{R8} &= 2 \cdot U_{OUT} \cdot (R8 \cdot R7) / (R8 + R7) / (R8 \cdot R7) / (R8 + R7) + R6 = \\ &= 2 \cdot 5 \cdot (1,3 \cdot 10^3 \cdot 82 \cdot 10^3) / (82 \cdot 10^3 + 1,3 \cdot 10^3) / (1,3 \cdot 10^3 \cdot 82 \cdot 10^3) / \\ &\quad (82 \cdot 10^3 + 1,3 \cdot 10^3) + 3,9 \cdot 10^3 = 10 \cdot 1,2797/5,1297 = 2,471 \text{ V}, \end{aligned}$$

tj. na **99 %** správné hodnoty $U_{REF} = 2,495 \text{ V}$ za předpokladu přesných jmenovitých hodnot odporů děliče. Velmi pravděpodobně se však výstupní napětí dostavuje při výrobě individuálně při použití hodnot odporů značně vyšších tolerancí.

Dokud toto napětí na odporu **R8** (vlivem nedostatečné hodnoty výstupních napětí) nedosáhne referenčního napětí obvodu **TL431**, tímto obvodem neteče mezi jeho katodou a anodou proud. Jakmile na odporu **R8** napětí dosáhne požadované hodnoty