



IDEALIZÉR = vlhkostat a termostat

PT057

Napájecí napětí: 8-15 V | Proudový odběr: max. 0,5 A | 4 oddělené spínací okruhy | 4 stavové LED | Digitální kalibrované čidlo | 0-99% RH | -19-99 °C | Volně šiřitelný kód v jazyce C | © Típa 09.2013



Revize 12.2013

Vedoucí projektu a vývoj hardwaru: **Richard Vacula**, richard.vacula@tipa.eu
Vývoj firmwaru, stavba prototypu, tvorba návodu: **Lukáš Herudek**, lukas.herudek@tipa.eu

ÚVOD

Zakoupili jste si stavebnici s označením **PT057 - IDEALIZÉR**, spojující řízení vlhkosti a teploty do jednoho zařízení. Veličiny jsou měřeny kalibrovaným digitálním čidlem a po zpracování mikrokontrolérem ATmega168 jsou zobrazeny na dvoumístném 7 segmentovém LED displeji. Hodnoty jsou zaokrouhlovány, a tak například 21,7 °C je zobrazeno jako „22“. Na displeji se rovněž zobrazují hodnoty prahu spínání pro danou veličinu a také velikost hystereze. Zařízení jako takové se skládá ze dvou DPS, které jsou po osazení všech součástek spájeny do tvaru písmene L. Ovládání probíhá pomocí 2 páčkových přepínačů a 2 mikro-tlačítek. Kromě zobrazené veličiny jsou na čelním panelu ještě 4 LED, které zobrazují aktuální činnost idealizéru. Zařízení je vhodné jak pro použití v domácnosti, například k hlídání teploty v teráriu či měření vlhkosti ve sklepě, tak i v různých institucích, například knihovnách a archivech. Škála možných použití je samozřejmě široká a použití závisí na individuálních potřebách.

KONSTUKCE

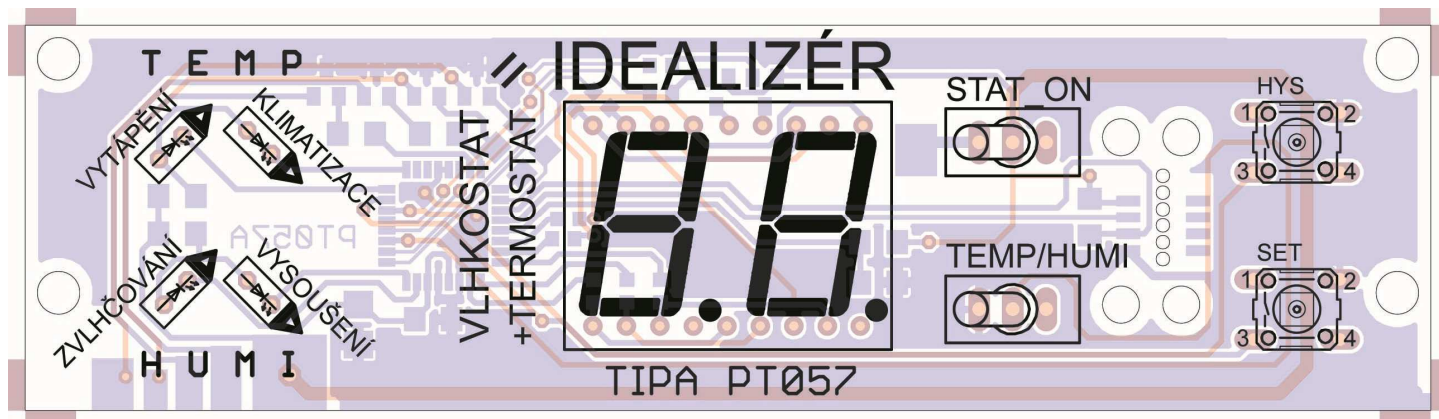
Základním prvkem je digitální čidlo SHT11, které je kalibrováno výrobcem na přesnost 3% pro vlhkostní měření a pro měření teploty je výrobcem garantováno $\pm 0,4$ °C, což pro běžné používání naprosto postačuje. Čidlo je vyrobeno v SMD provedení, samotné pouzdro pak nepřesahuje velikost 7,5 x 5 mm. Naměřená data jsou po digitalizování odeslána ve formátu podobném I²C komunikaci. Tato data jsou přijata mikrokontrolérem ATmega168, který vypočte skutečné hodnoty naměřených veličin a dle jejich velikosti a uživatelskému nastavení vykoná příslušné instrukce. Mikrokontrolér je rovněž v SMD provedení, tím je ušetřeno značné místo na čelní DPS, kde se také nachází LED displej. Většina součástek na čelní DPS je v provedení pro povrchovou montáž, pouze displej, 4 barevné LED a přepínače s tlačítky jsou určeny pro klasické prostrčení skrze desku.

Spodní DPS je osazována výhradně klasickými součástkami s drátovými vývody (takzvané THT). Na této desce se nachází 4 relé pro připojení vysoušeče, zvlhčovače, topení a klimatizace. Dále je zde stabilizátor s výstupním napětím 5 V. Díky tomuto je zařízení možné napájet širokou škálou napětí, standardně 8 až 15 V. Při připojení vyššího napětí je však nutné zajistit lepší chlazení stabilizátoru, buďto osazením chladiče nebo zajištěním aktivního chlazení pomocí ventilátoru. Pozor však na ovlivňování měření čidla!

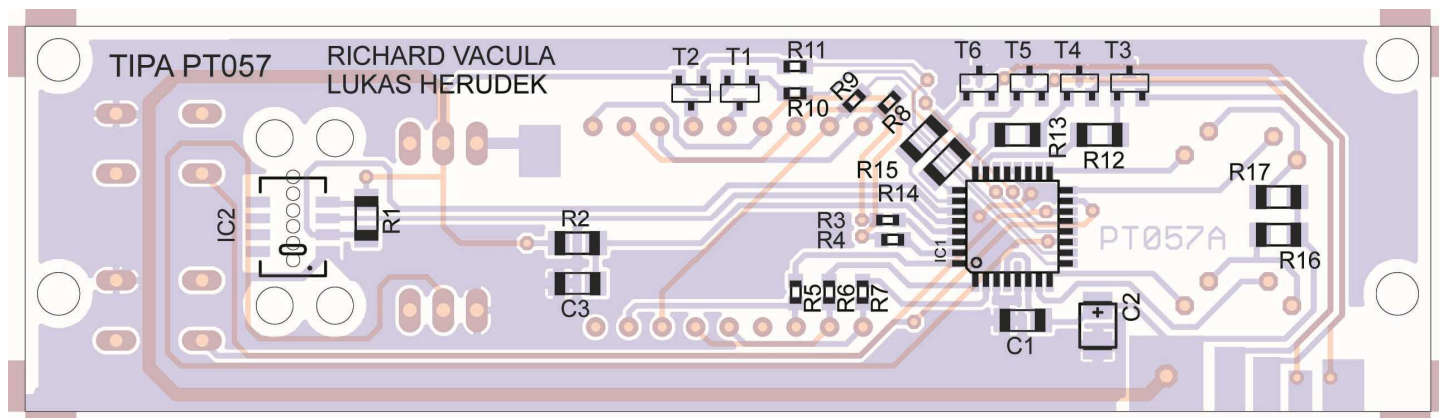
Pokud chcete zařízení napájet pěti Volty, stabilizátor neosazujte, nicméně poté je potřeba na desce zkratovat propojkou jeho krajní plošky, prostřední zůstane volná.



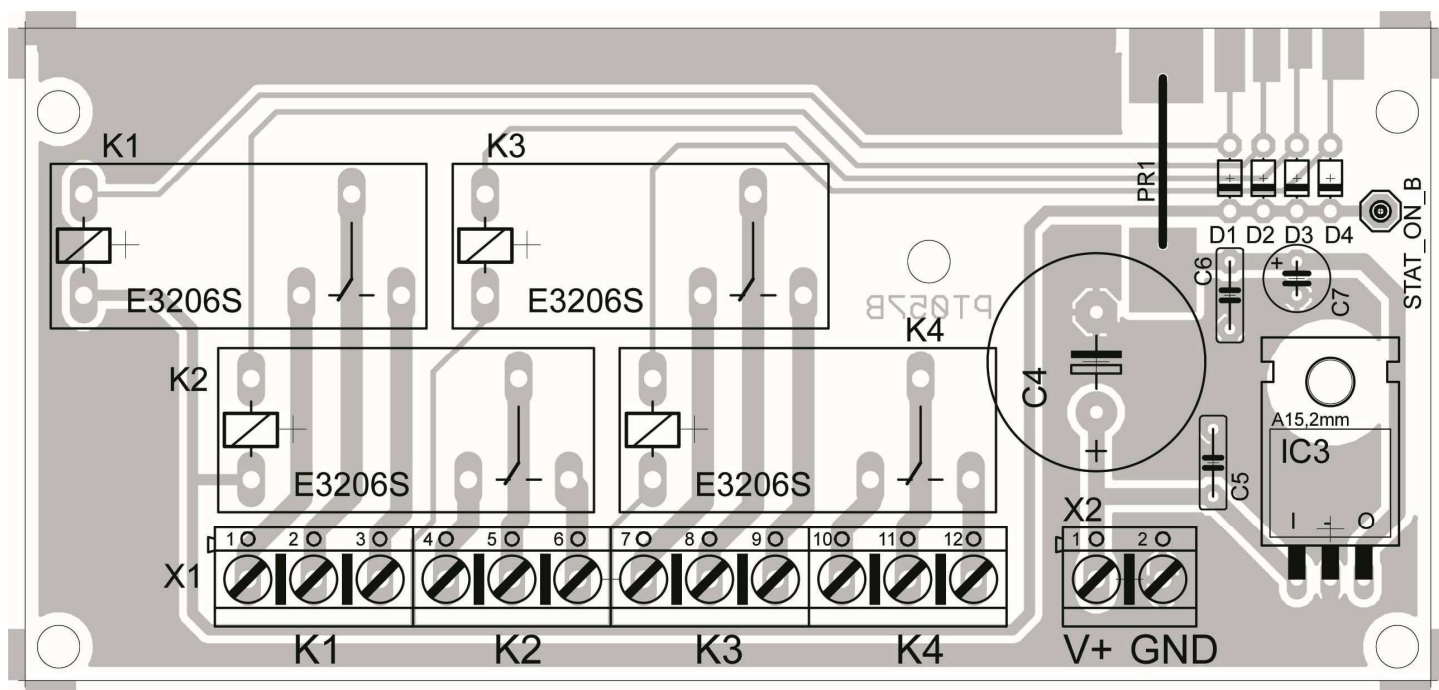
Pohled na osazenou čelní DPS shora



Rozmístění součástek na horní straně čelní DPS (TOP)



Rozmístění součástek na spodní straně čelní DPS (BOTTOM)



Rozmístění součástek na spodní DPS

SEZNAM SOUČÁSTEK

R1, R2	10k 1206	C2	100uF 3528	D1-D4	1N4148	X1	4x AK500/3	T/H, S	Pákový přepínač mini
R3-R11	220R 0603	C4	1000uF/25V	LED1-LED4	LED 2x5mm	X2	AK500/2	IC1	ATmega168 TQFP32
R12-R17	220R 1206	C5, C6	100n, 5mm ker.	T1-T6	BC327 SOT23	DISP	DA56-11EWA	IC2	SHT11
C1, C3	1uF 1206	C7	100uF/6V	K1-K4	Relé 5V	H, S	Mikro-tlačítka	IC3	7805 TO-220

TIPY

Desky spájejte dohromady až po osazení všech součástek, usnadní to pájení - hlavně SMD součástek. Svorkovnice AK500/3 před zapájením spojte dohromady. Na bocích mají drážky, jednoduše je tak do sebe zasuňte. Před prvním zapnutím důkladně zkontrolujte zapájení všech součástek, zejména mikrokontroléru IC1 a čidla IC2. Pokud dopředu víte, že zařízení bude umístěno pod nebo nad úroveň očí, můžete si displej zapájet sklopený požadovaným směrem a zlepšit tak jeho čitelnost.

SCHÉMA

Srdcem celého zařízení je mikrokontrolér ATmega168, který vykonává všechny důležité operace. Můžeme si povšimnout, že všechny programovatelné piny jsou využity. Hardwarový potenciál mikrokontroléru je tak využit na maximum. Data obsahující hodnoty naměřených veličin jsou čidlem IC2 odeslány na pin PC4 mikroprocesoru IC1, přičemž PC5 slouží k časování čidla. Hodnoty jsou následně zpracovány a po dekódování vystaveny na portu D, konkrétně na pinech PD0-PD6, a v závislosti na aktivní číslici vypsána na LED displeji. Výběr čísel řídí vývody PB0 a PB1. Pin PD7 společně s piny PB2 a PB3 slouží k uživatelskému ovládání, konkrétně pro výběr teploty/vlhkosti, nastavení hystereze a nastavení referenčního prahu pro spínání. Vývody PC0-PC3 slouží k ovládání relé spínající přístroje pro úpravu vlhkosti a teploty. Relé jsou napájeny 5 V. Pro manuální vypnutí relé slouží páčkový přepínač označený STAT_ON, který přímo odpojí napájecí napětí. Na zbylých vývodech, tedy PB6, PB7, PB4 a PB5 jsou zapojeny indikační LED ukazující sepnuté relé. IC3 stabilizuje vstupní napětí na 5 V. Všechny zde použité kondenzátory filtrují napájecí napětí a potlačují rušení - kromě C9 použitého v resetovacím členu.

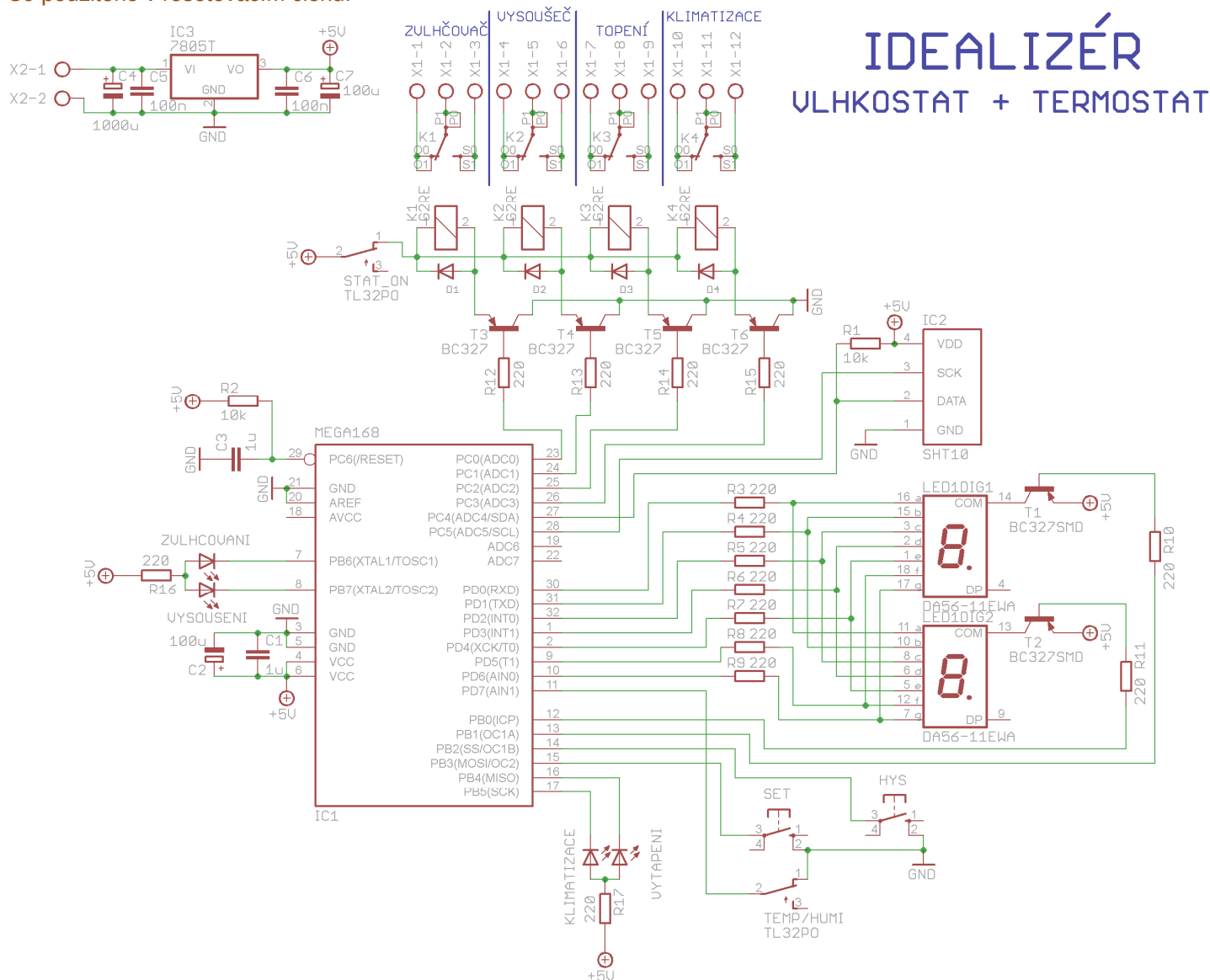


Schéma zapojení idealizéru

PÁJENÍ - OSAZENÍ ČELNÍ DPS (s černou nepřijivou maskou)

Jako první zapájete mikrokontrolér IC1, ostatní součástky by jinak bránily kvalitnímu zapájení. Doporučujeme nejdříve nanést kapičku cínu na krajní plošku, s pomocí které uchytneme čip. Pozor na orientaci, tečka na desce odpovídá tečce na mikrokontroléru. Po vyrovnání čipu zapájete pin na protější straně. Nyní zkontrolujte, zda všechny vývody odpovídají ploškám na DPS. Po této kontrole můžete začít pájet ostatní piny, pozor však na přehřátí pouzdra!

Následně pokračujte rezistory R3-R11 (velikost 0603). Jejich pájení je obdobné, nejprve naneste kapičku cínu na jednu plošku, umístěte součástku a po jejím vyrovnání zapájete druhou plošku. Totéž platí i pro tranzistory.

Dále pak osazujte standardně dle velikosti, od nejmenšího po největší. C2 patří proužkem blíže k mikrokontroléru.

Čidlo doporučujeme zapájet jako poslední z SMD součástek. Při jeho pájení je potřeba dbát na krátkou dobu pájení, neboť hrozí poškození čidla. Výrobce doporučuje pájet maximálně 5 sekund při 350 °C.

Jako další zapájete LED displej. Pro rovné osazení doporučujeme nejdříve zapájet 2 krajní piny, jako u mikrokontroléru. Umožní to tak snadné vyrovnání zobrazovače přitlačením k desce. Následně jednoduše zapájete ostatní vývody.

Po displeji osadte LEDky a mikrotláčitka. Vzhledem k jejich plastovému pouzdru je rovněž doporučujeme pájet po velice krátkou dobu. Před zapájením páčkových přepínačů je potřeba ostříhnout prostřední vývod a srovnat jej tak na délku krajních vývodů, protože přepínače se neprostrkávají skrze desku, ale pouze zapájí zepředu obdobně jako SMD.

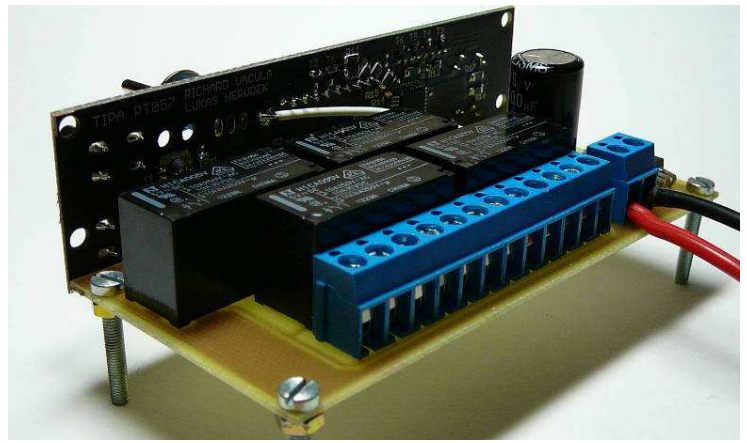
PÁJENÍ - OSAZENÍ SPODNÍ DPS (bez nepájivé masky)

Pájení této desky již není tak náročné. Začněte zapájením propojky PR1. Pokud jste se rozhodli napájet zařízení striktně pěti Volty, zapájejte nyní místo stabilizátoru IC3 propojku spojující 2 krajní vývody. Toto zaručí přímé propojení napájecích cest se svorkovnicí. Prostřední díru ponechte volnou. Dále osadte diody – pozor na polaritu, následně kondenzátory. C4 však zatím ne.

Pokud jste se rozhodli stabilizátor osadit, učiňte tak nyní. Osazuje se naležato, pouzdro je vhodné přišroubovat k desce, zaručí to lepší odvod tepla.

Následně zapájejte svorkovnice, poté relé. Na závěr zapájejte již zmíněný C4. Zde velký pozor na polaritu!

Pro zvýšení možného spínaného příkonu doporučujeme pokrýt cesty od svorkovnic k relé silnější vrstvou cínu.



Kompletně spájené a sestavené zařízení

PÁJENÍ – SPOJENÍ OBOU DPS

Spojení obou DPS vyžaduje určitou zručnost. Pro dosažení co možná nejlepšího výsledku doporučujeme použít trojúhelníkové pravítko, případně jakýkoli pravoúhlý předmět.

Na spojovací plošky spodní DPS naneste cín, nejprve pouze na pár míst, nejlépe na oba kraje a střed. Stejně piny rovněž pocínujte i na čelní desce. Nyní již přistoupíme k samotnému spojování.

Obě desky k sobě přitlačíme v pravém úhlu, čelní desku necháme lehce přechuhovat. Toto nám umožní vytvořit pájený spoj ve tvaru písmene L. Spájejte nejprve krajní plošky, přičemž je důležité zkontrolovat kolmost mezi DPS. Jakmile úhel dosáhne požadované hodnoty, spojíme i prostřední místo s předem naneseným cínem. Nyní již pouze pospojujeme zbylá místa a mechanická konstrukce je hotová.

Jako poslední si připravíme drátek, kterým jsou obě desky spojeny. Nejprve jej zapájejte ve spodní DPS do díry s označením STAT_ON_B nacházející se vedle diody D4. Tento drát je následně potřeba připájet na plošku nacházející se vedle přepínače STAT_ON. Tímto je zařízení hotovo.

OŽIVENÍ

Začneme důkladnou kontrolou správného zapájení součástek. Překontrolujte zejména mikrokontrolér pro případné zkraty či mikrospoje. Rovněž překontrolujeme polaritu kondenzátorů, prepólování by vedlo k jejich destrukci. Současně můžeme odstranit zbytky kalafuny či tavidla například acetonem.

Pokud máme hotovo, můžeme připojit napájecí kabely do svorkovnice X2. Pokud máte osazen stabilizátor, potřebujete stejnosměrných 8-15 V, postačí i nestabilizovaných. Pokud jste se ale rozhodli stabilizátor neosazovat, potřebujete stabilizovaných 5 V. Pro oba případy je podmínkou minimálně 500 mA proudové zatížitelnosti, doporučujeme více. Nad 1 A je však zbytečné, zařízení nemá takovou spotřebu. Jedná se spíše o rezervu, protože při sepnutí obou relé současně může dojít ke krátkodobě většímu proudovému odběru. Pokud máte možnost, pro oživení použijte zdroj s proudovým omezením. V případě nějaké chyby tak nedojde k poškození zařízení.

Před zapnutím zdroje přepneme páčkový přepínač STAT_ON do polohy páčky blíže k displeji. Přepínač TEMP/HUMI přesně opačně. Při správné konstrukci se po přivedení napětí okamžitě rozsvítí displej s číselnou hodnotou teploty. Číslo by mělo být okolo 22, což je běžná teplota domácnosti. Nyní zkusíme oba přepínače přepnout, mělo by se ozvat jasné cvaknutí při sepnutí relé. Zároveň by se měl změnit údaj na displeji. Nyní je hodnota velice individuální, nicméně pravděpodobně jiná než předchozí. Zároveň by měly svítit maximálně 2 LED. Dále zkuste postupně stisknout obě tlačítka.

Pokud se hodnota na displeji změnila, gratulujeme, Vaše zařízení je funkční!

OVLÁDÁNÍ – POPIS FUNKCE

Před uvedením do provozu doporučujeme nechat čidlo rehydratizovat, neboť při pájení dojde k vysušení snímače, následkem čehož čidlo měří nepřesně. Pro obnovu přesnosti postačí 12 hodin při vlhkosti více než 75%, případně 5 dní při vlhkosti větší než 40%.

Po instalaci zařízení do požadované místnosti doporučujeme nechat čidlo aklimatizovat alespoň 24 hodin.

Před zapnutím přepneme přepínač STAT_ON do polohy vypnuto, čili páčku přitáhneme blíže k displeji. Toto zabrání zbytečnému zapínání či vypínání přístrojů připojených na relé při nastavování přístroje. Přepínač TEMP/HUMI je v přesné opačné poloze.

Zařízení zapneme a ihned se nám zobrazí naměřená teplota. Nyní přejdeme k nastavení teplotního prahu, čili požadované teploty. Tlačítkem SET nastavíme požadovanou teplotu, například 25 °C. Této teploty se zařízení bude snažit dosáhnout. Abychom se vyhnuli neustálému spínání topení a klimatizace v případě malého kolísání teploty, nastavíme takzvanou hysterezi. V našem případě odpovídá o kolik více a o kolik méně se může teplota změnit, aniž by došlo k reakci přístroje. Například pokud nastavíme hysterezi na 5 °C a práh je nastaven na „25“, znamená to, že přístroj bude reagovat při méně než 20 °C a při více než 30 °C. Pro dosažení optimálních výsledků je však chování přístroje ještě komplikovanější. Jako příklad si uvedeme modelovou situaci, práh a hystereze jsou nastaveny na 25 °C a 5 °C.

Při teplotě 18 °C je zapnuto topení. Při překročení hodnoty 20 °C se však zatím neustále topí, protože přístroj předpokládá, že místnost má tendenci chladnout (protože je zapnuto topení). Topení se vypíná až při naměření 26 °C. Klimatizace je rovněž vypnuta. Pokud začne teplota klesat, topení se zapne až při naměření 19 °C a opět se vypíná až při 26 °C. Pokud však teplota neustále stoupá i přesto, že se již netopí, při 31 °C se zapne klimatizace, která je zapnutá až do naměření 24 °C. Následně není zapnuto nic. Pokud teplota klesne na 19 °C, opět se zapíná topení, které topí do dosažení 26 °C. Vidíme tedy, že zařízení umožňuje stav, kdy není nic zapnuto, čímž se dosáhne nižší spotřeby elektrické energie, což vede k nižším nákladům na správu místnosti.

Optimalizace relativní vzdušné vlhkosti se řeší stejným způsobem. Po nastavení termostatu přepneme přepínač TEMP/HUMI do polohy blíže k displeji. To zajistí zobrazení aktuální vzdušné vlhkosti. Opět si chování vlhkostatu ukážeme na příkladu. Práh vlhkosti je nastaven na 50% (tlačítko SET), hystereze na 10% (tlačítko HYS).

Na začátku máme vlhkost vzduchu 65%. Zařízení dá pokyn k zapnutí vysoušeče, který se vypne při naměření 49% vzdušné vlhkosti. Nyní tady není sepnuto nic, vyčkává se na pokles či zvýšení vlhkosti. Pokud klesne pod 40%, zapne se zvlhčovač fungující do hodnoty 51%. Pokud vlhkost stoupne, při 61% se opět zapne vysoušení místnosti, které se vypne po poklesu vlhkosti na 49%. Chování vlhkostatu je tak stejné jako chování termostatu.

Oproti termostatu však vlhkostat hlídá i rychlou změnu naměřené hodnoty. Vlhkost v místnosti se totiž nemění rychle, nýbrž postupně. Proto si zařízení ukládá poslední 4 naměřené hodnoty, které se nesmí lišit o více než 3%. Pokud se liší, řízení vlhkosti se odpojí, neboť se s největší pravděpodobností jedná o chybu měření či špatně přenesená data. Tato rychlá změna může rovněž být způsobena průvanem. A vlhkostat má ještě jednu vlastnost, při poklesu teploty pod 1 °C dojde k odpojení jak vysoušeče, tak i zvlhčovače bez ohledu na nastavení vlhkostatu.

Rozsahy přístroje jsou následující. Práh termostatu lze nastavit od -17 °C až po 97 °C. Maximální hodnota hystereze je 20 °C, minimálně pak 1 °C. Hodnota požadované vlhkosti může být od 2% do 97%, hystereze je v rozsahu 1-20%.

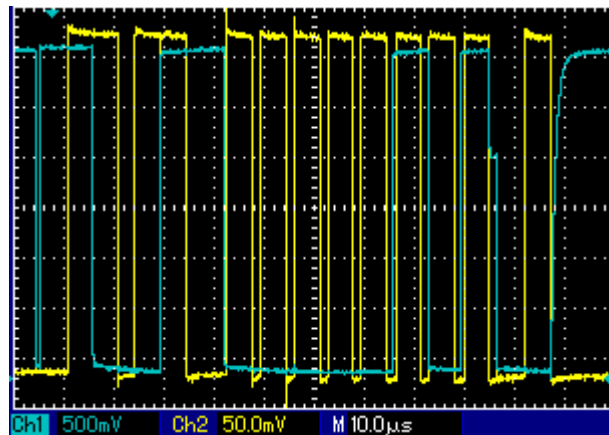
Pro zvýšení životnosti čidla a celého zařízení doporučujeme nastavovat prahové hodnoty v rozmezí: teplotní práh -9 °C – 50 °C, vlhkostní práh 20% až 80%.

Nastavené hodnoty prahu a hystereze pro teplotu i vlhkost jsou uloženy do paměti EEPROM. Tato paměť si dokáže uchovat data i při resetu zařízení nebo i po vypnutí. Tímto odpadá neustálé nastavování hodnot, pokud například dojde k výpadku proudu. Po opětovném zapnutí přístroje jsou předchozí hodnoty načteny z paměti a přístroj může pokračovat v provozu bez zásahu člověka.

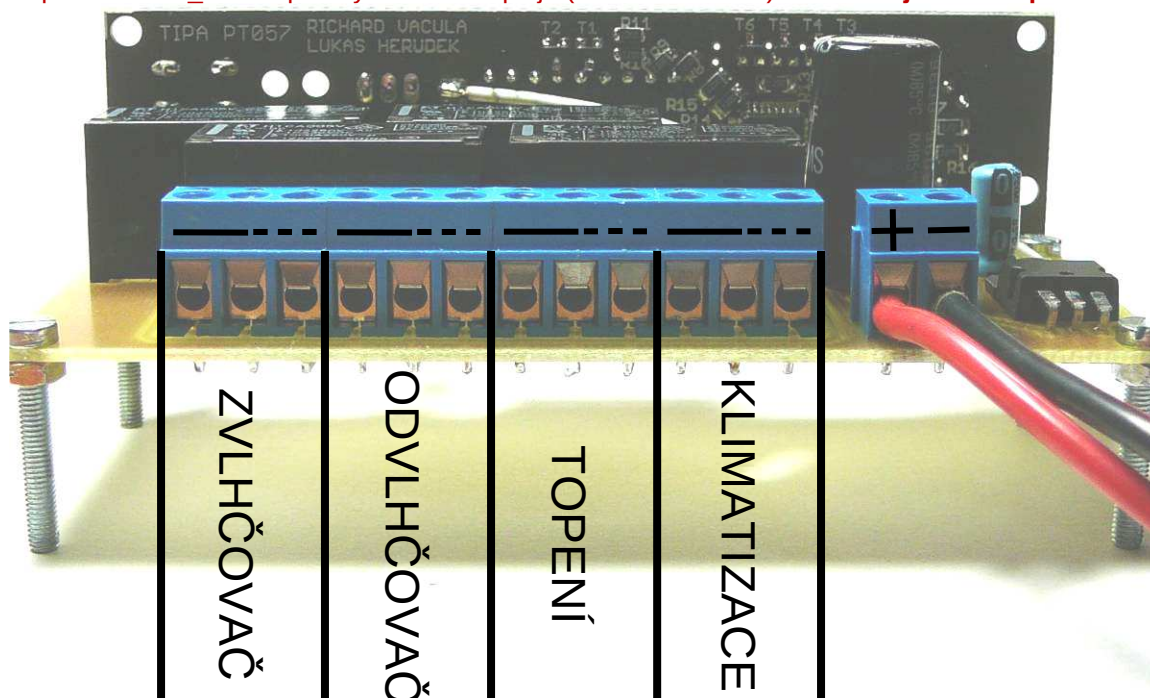
Toto je obzvláště výhodné pro aplikace, kde není možný častý zásah člověka, například kvůli poloze zařízení.

Další zajímavostí zařízení je tzv. WATCHDOG, tedy hlídací pes. Jedná se o ochranu proti možným chybám, například při rušení komunikace s čidlem. Pokud čidlo neodpovídá, obvod WATCHDOG po pár vteřinách provede reset zařízení. Problémy nastávají zejména při připojení či odpojení velkých odporových či reaktančních zařízení napájených ze stejného zdroje jako celé zařízení. Kolísání napětí způsobí odpojení čidla kvůli jeho ochraně před zničením. Odpojení čidla však znemožní komunikaci. Zde se tady uplatní WATCHDOG, který způsobí reset mikrokontroléru, potažmo celého zařízení. Takto se zabrání zacyklení mikroprocesoru, které by mohlo vést k trvalému sepnutí několika relé.

Jakmile je zařízení nastaveno dle potřeby, do svorkovnic zapojte přístroje, které budou sloužit pro úpravu vlhkosti a teploty v místnosti. Zapojení svorkovnic je na následujícím obrázku. Po zapojení, nastavení a instalaci zařízení pak stačí přepnout páčku STAT_ON do polohy dále od displeje (blíže k tlačítkům). **Idealizér je tímto v provozu!**



Průběh datové komunikace s čidlem



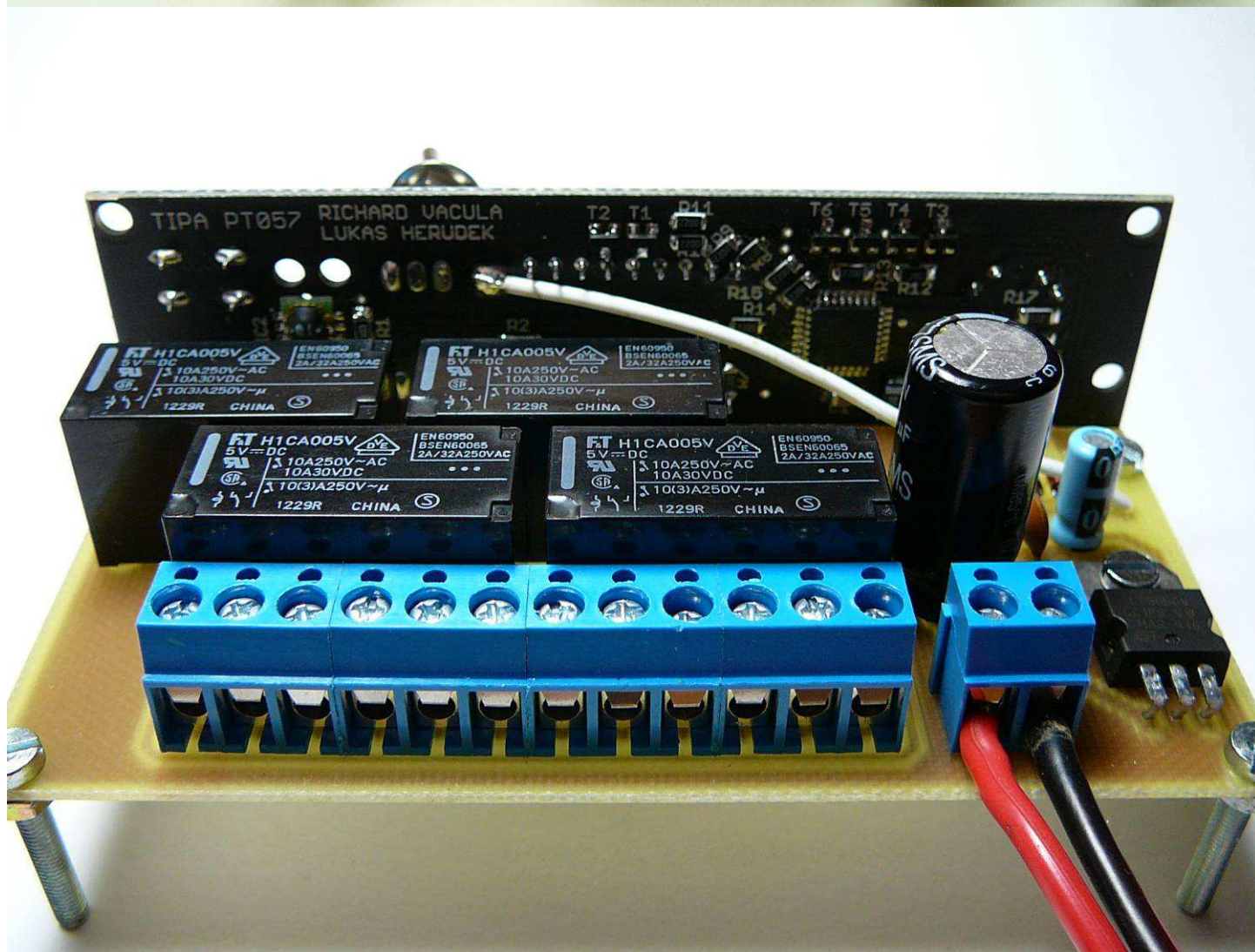
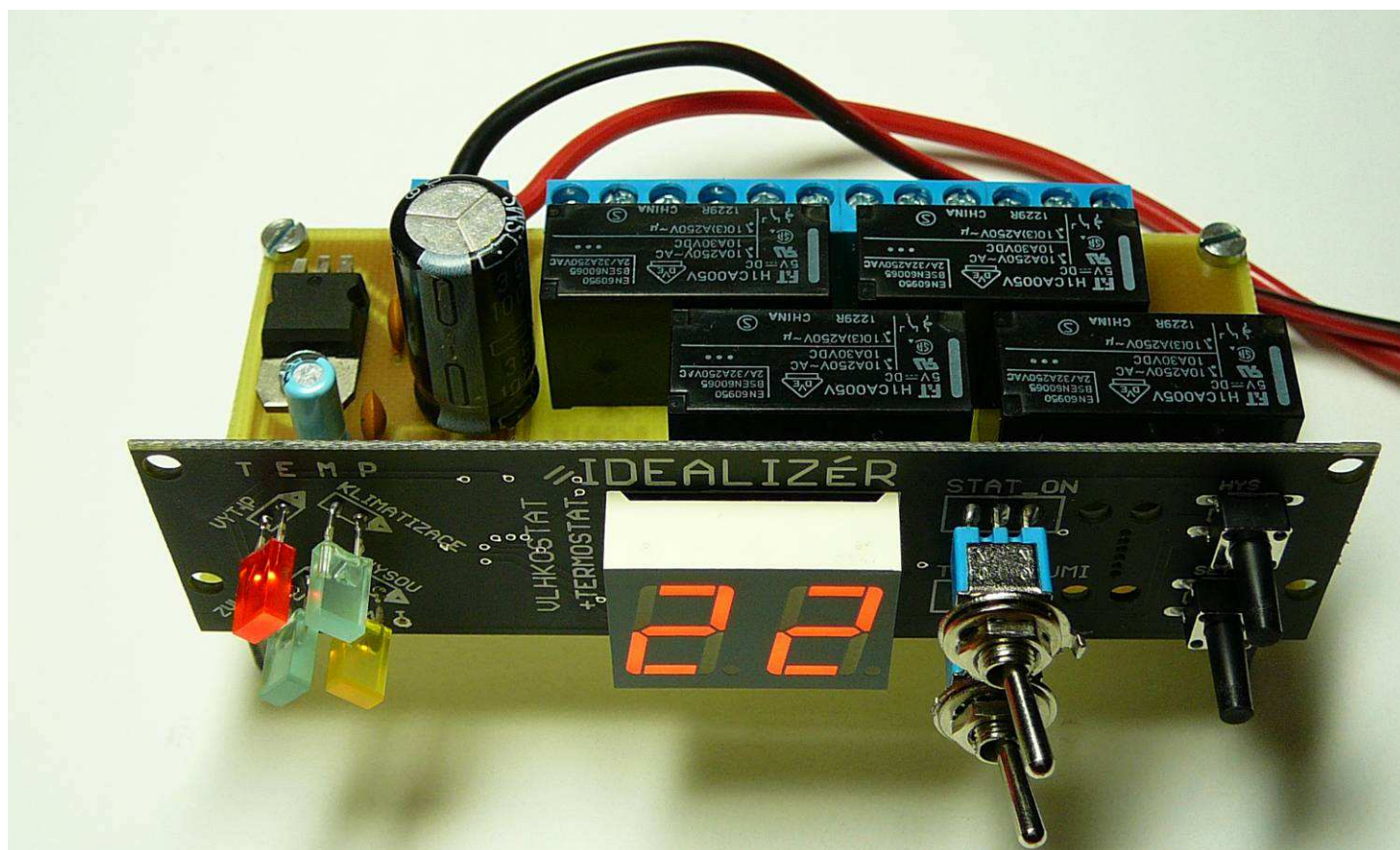
Zapojení svorkovnic idealizéru

DOVĚTEK

Měření hodnot, zpracování a přenesení dat trvá přibližně půl vteřiny. Kvůli tomuto tak displej pohasne. Měření probíhá přibližně každých 30 vteřin, každou půl minutu tak displej krátce znatelně problikne.

Zařízení bylo intenzivně testováno, nicméně pokud objevíte chybu v programu, prosíme, kontaktujte nás.

Společnost Tipa s r.o. nenese zodpovědnost za škody způsobené neodborným nastavením idealizéru a za škody způsobené připojenými spotřebiči (topení, klimatizace, zvlhčovač, odvlhčovač).



Podívejte se na Youtube: <http://www.youtube.com/stavebnicetipa>. Další stavebnice na <http://stavebnice.postreh.com/>. Podpořte nás na www.facebook.com/stavebnicetipa. Zakoupení stavebnic na e-shopu: <http://www.tipa.eu/>.