

Obsah

Konstrukce

Hladinový spínač (č. 476)	str. 5
Stroboskop (č. 463)	str. 9
Jednoduchá běžící šipka (č. 468)	str. 11
Indikátor tepové frekvence	str. 12
Regulátor otáček ss motorků (č. 477)	str. 13
Detektor telefonní nuly	str. 16
Telefonní blokovač DTMF	str. 17
Pípák pro podvojku	str. 19

Vybrali jsme pro vás

Zajímavé integrované obvody v katalogu
GM Electronic:

14. Převodníky napětí na kmitočty III	str. 20
---	---------

Teorie

Jak se rodí profesionální DPS, 2. část	str. 26
Informace o polovodičových součástkách v našich časopisech, dokončení	str. 29

Představujeme

Rychle pohyblivá kamera pro zabezpečovací systémy	str. 32
Novinky od firmy Microchip: PIC16F87X, PIC s rozhraním USB, stykový obvod MCP2510 pro CAN sběrnici, knihovna "Technology Library 2000" na CD-ROM	str. 36

Začínáme

Malá škola praktické elektroniky, 43. část	str. 34
---	---------

Zajímavosti a novinky

Čtyřnásobný komparátor se zpožděním 4,5 ns LT1721; nf kompresní zesilovač	str. 4
Senzor proudu s galvanickým oddělením	str. 31

Bezplatná soukromá inzertce	str. 42
-----------------------------------	---------

Vážení čtenáři,

podobně jako v loňském roce i v letošním červencovém čísle uveřejňujeme výsledky soutěže konstruktérů – soutěžního kola, které probíhalo od června 1999 do června 2000 (str. 4). Jak jsme již uvedli, soutěž plynule navazuje dalším ročním kolem a my se těšíme na Vaše nové příspěvky. Důležité a upřesňující informace Vám budeme jako obvykle průběžně poskytovat. Znovu připomínáme, že základní podmínky pro účast v soutěži konstruktérů najdete na našich webových stránkách nebo ve starších časopisech (základní článek v č. 8/97, str. 4). Obrátíte-li se na nás písemně, e-mailem nebo telefonicky, rádi zodpovíme všechny Vaše dotazy, na které budeme znát odpovědi.

Ačkoli nastává období dovolených a prázdnin, věříme, že si rádi najdete čas i na jiné koníčky a záliby než jen na koupání, opalování, sportování, houbaření či prosté lenošení a nabízíme Vám řadu zajímavých stavebnic, konstrukcí a jiných nápadů a informací, přičemž "stavebnice z titulní strany" je (jak jste se ale jistě dovtípili sami) laděna právě letně, "chalupářsky".

Přejeme Vám příjemné prožití prvního letního měsíce a zdar všech Vašich dobrých plánů.

Vaše redakce

Rádio plus - KTE, magazín elektroniky

7/2000 • Vydává: **Rádio plus, s.r.o.** • Redakce: Šaldova 17, 186 00 Praha 8; tel.: 02/2481 8885, tel./zázn./fax: 02/2481 8886 • E-mail: redakce@radioplus.cz • URL: www.radioplus.cz • Šéfredaktor: Jan Pěnkava • Technický redaktor: Martin Trojan • Odborné konzultace: Vít Olmr, e-mail: volmr@iol.cz • Sekretariát: Markéta Pelichová • Stálí spolupracovníci: Ing. Ladislav Havlík, CSc., Ing. Jan Humlhans, Ladislav Havlíček, Ing. Hynek Střelka, Jiří Kadlec, Ing. Ivan Kunc • Layout & DTP: redakce • Fotografie: redakce (není-li uvedeno jinak) - digitální fotoaparát Olympus 1400 Camedia • Elektronická schémata: program LSD 2000 • Plošné spoje: SPOJ- J & V Kohoutovi, Nosická 16, Praha 10, tel.: 02/781 3823, 472 8263 • HTML editor: HE!32 • Internet: GTS INEC, s.r.o., Hvězdova 33, Praha 4, P.O. BOX 202, tel.: 02/96 157 111 • Obrazové doplňky: Task Force Clip Art, © New Vision Technologies Inc. • Osvět: Studio Winter, s.r.o., Wenzigova 11, Praha 2; tel.: 02/2492 0232, tel./fax: 02/2491 4621 • Tisk: Mír, a.s., Práteleství 986, 104 00 Praha 10, tel.: 02/709 5118.

© 2000 Copyright Rádio plus, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. Přetiskování článků možno jen s písemným svolením vydavatele.

Cena jednoho výtisku 25 Kč, roční předplatné 240 Kč. Objednávky inzertce přijímá redakce. Za původnost a věcnou správnost příspěvku odpovídá autor. Nevyžádané příspěvky redakce nevrací. Za informace v inzertech a nabídce zboží odpovídá zadavatel. ISSN 1212-3730; MK ČR 6413. Rozšiřuje: Společnost holdingu PNS, a.s.; MEDIAPRINT&KAPA, s.r.o.; Transpress, s.r.o.; 7RX. Objednávky do zahraničí vyřizuje: Předplatné tisku Praha, s.r.o., Hvoždanská 5-7, 148 31 Praha 4. Distribuci na Slovensku zajišťuje: Mediaprint-Kapa, s.r.o., Vajnorská 137, 831 04 Bratislava. Předplatné: v ČR: SEND Předplatné s.r.o., P.S. 141, A. Staška 80, 140 00 Praha 4, tel.: 02/61006272 - č. 12, fax: 02/61006563, e-mail: send@send.cz, <http://www.send.cz>; Předplatné tisku, s.r.o., Hvoždanská 5-7, Praha 4 - Roztyly, tel.: 02/67903106, 67903122, fax: 02/7934607. V SR: GM Electronic Slovakia s.r.o., Budovatelská 27, 821 08 Bratislava, tel.: 07/55960439, fax: 07/55960120, e-mail: obchod@gme.cz; Abopress, s.r.o., Radlinského 27, P.O. Box 183, 830 00 Bratislava, tel.: 07/52444979-80, fax/zázn.: 07/52444981 e-mail: abopress@napri.sk, www.abopress.sk; Magnet-Press Slovakia, s.r.o., Teslova 12, P.O. BOX 169, 821 02 Bratislava, tel.: 07/44 45 45 59, 07/44 45 46 28.

Vyhlášení výsledků soutěže konstruktérů (soutěžní kolo od června 1999 do června 2000)

Odborná komise hodnotila 16 příspěvků zaslaných do redakce a splňujících soutěžní podmínky. Rozhodla takto: Zvítězil **Mikroterminál EAC1** pana **Emila Hašla** (č. 11/99, str. 20). Autor za vítězství získává *univerzální čítač se signálním generátorem 1,6 GHz METEX MXG-9810*, který věnovala firma **GM Electronic**.

Druhé místo získal **Čítač 1 MHz s automatickou volbou rozsahů**, jehož autorem je **Ing. Michal Luner** (č. 1/00, str. 13) – cena za druhé místo je *laboratorní zdroj Diametral D-130-4* věnovaný firmou **Diametral**.

Jako třetí nejlepší příspěvek byl vyhodnocen **Tester vícežilových kabelů**; jeho autor, pan **Jan David**, si za odměnu může vybrat publikaci vydanou nakladatelstvím **BEN – technická literatura**.

Dvě ceny "navíc" jsme se rozhodli udělit za další velmi zajímavé konstrukce: **Zosilňovač s tranzistormi FET – Peter Husenica** (č. 5/00, str. 16) a **Nabíječka/vybíječka článků NiCd – Vlastimil Vágner** (č. 4/00, str. 19); těmto dvěma autorům zasíláme publikace vydané nakladatelstvím **BEN – technická literatura**. Všichni jmenovaní výherci navíc od redakce získávají předplatné našeho měsíčníku na rok 2001.

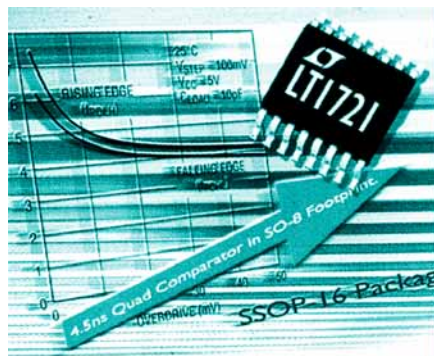
Všem výhercům srdečně blahopřejeme a přejeme mnoho úspěchů i v další konstruktérské činnosti. Ještě jednou děkujeme také firmám GM Electronic, Diametral a BEN – technická literatura za věnované ceny a spolupráci, bez které by organizování soutěže konstruktérů bylo velmi obtížné.

Další kolo naší soutěže plynule navazuje a my se těšíme na Vaše nové příspěvky. Sledujte naše redakční zprávy s upřesňujícími informacemi. Přejeme Vám mnoho zajímavých nápadů a zdar při jejich realizaci!

Čtyřnásobný komparátor se zpožděním 4,5 ns – LT1721

Firma Linear Technology Corp. z USA nabízí velmi rychlý čtyřnásobný komparátor v malém, šestnáctivývodovém pouzdře SO8 pro povrchovou montáž. Komparátor má zpoždění 4,5 ns a pracuje s napájecím napětím 2,7 – 6 V. Hodí se pro spolupráci s logikou 3,3 V a 5 V. Každý z komparátorů odebírá proud 4 mA. Vstupní napětí může být o 100 mV větší než je potenciál země a o 1,2 V menší než je napájecí napětí. Komparátor má nastavenou vnitřní hysterezi a to ho činí stabilním i při práci s pomalým vstupním signálem. Vazbu mezi vstupem a výstupem minimalizuje oddělení těchto přívodů vývodem pro napájení. Výstupní napětí je velmi blízké napájecímu (výstup "rail to rail").

Více informací u Linear Technology Corp; 1630 McCarthy Boulevard, Milpitas, CA 95036–7417; internetová adresa: www.linear-tech.com. *Electronic Design* 2000, January 10, str. 151.



Nízkofrekvenční kompresní zesilovač

Zapojení na obrázku je kompresní zesilovač s dynamickým rozsahem 50 dB s výstupním napětím 0 – 1,2 V mezivrcholové hodnoty. Zesilovač je napájen z jediného zdroje +5 V a má spotřebu pouhý 1 mA. V zapojení je použit dvojitý operační zesilovač LM358, jehož druhou půlku můžeme využít ke stavbě totožně zapojeného druhého kanálu.

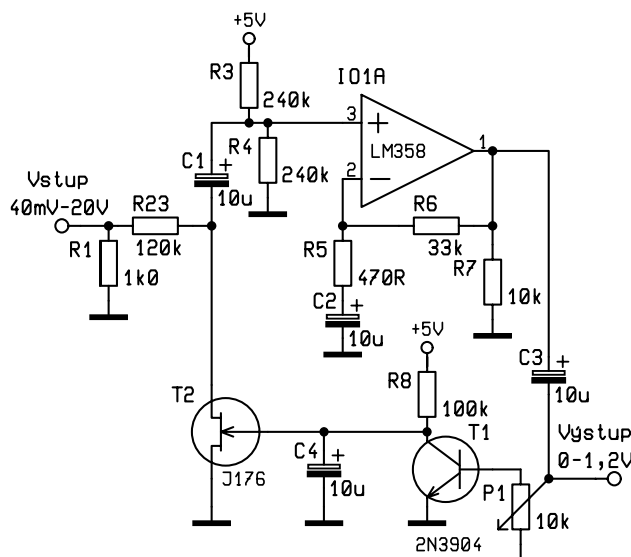
Kompresce se dosahuje změnou dělicího poměru vstupního děliče, jehož aktivní částí je přechodový JFET s P kanálem. Q2. Rezistor R2, 120 kΩ je vstupní odpor děliče. Jeho druhou částí je paralelní kombinace rezistorů R3 a R4 =

120 kΩ a JFETu. Při nízké úrovni vstupního nf signálu pod 40 mV mv (mezivrcholové hodnoty) je signál rozdělen mezi rezistory R2 a R3//R4. Výstupní signál operačního zesilovače U1A je natolik malý, že neotevře tranzistor Q1 a také tranzistor Q2 zůstává proto uzavřený. Na jeho bázi je totiž přivedeno napájecí napětí +5 V, které ho uzavírá.

Dosáhne-li vstupní signál větší úrovně než je 40 mV mv tranzistor Q1 se začne otevírat. Napětí báze-source (gate-source) tranzistoru Q2 se začne snižovat a jeho odpor source-drain začne klesat. Se zvětšujícím se vstupním signálem se výstupní napětí zvětší až asi na 1,2 V mv.

[1] George J.P.: *Effective AGC Amplifier Can Be Built At A Nominal Cost*, *Electronic Design* 1998, August 3, str. 90.

— HAV —





Hladinový spínač

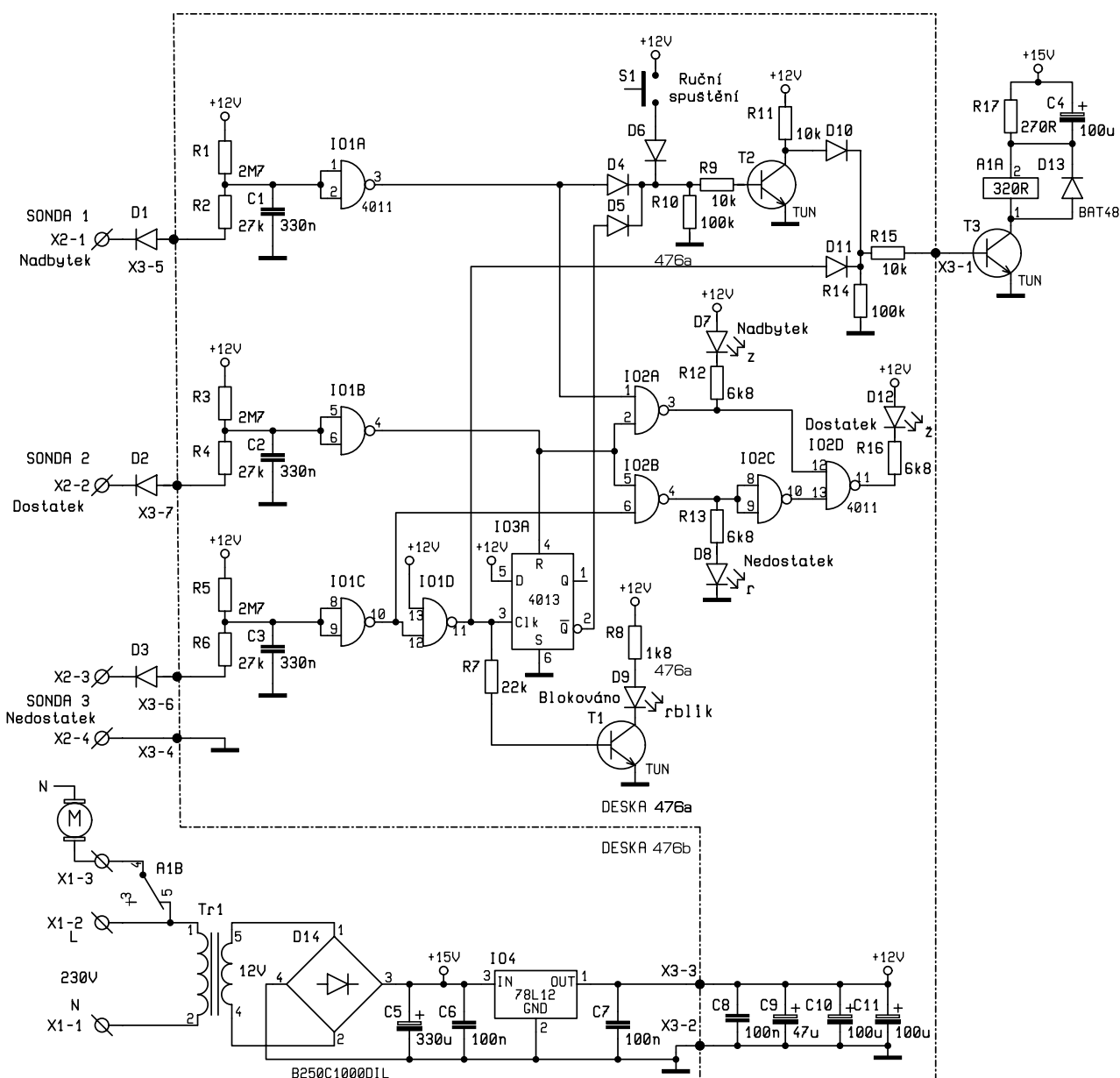
stavebnice č. 476

Zařízení je určeno k monitorování úrovně hladiny vody ve studni nebo nádrži a k blokování možnosti odběru při nedostatečném stavu vody, aby se zabránilo poškození čerpadla během naprázdno, nebo jeho složitému znovuzavádění do provozu (zavodňování). Zapojení navíc indikuje "výšku" hladiny vody, a tak nám umožňuje mít pohotový přehled o rezervách např. pro zalévání. Uplatnění nalezne všude tam, kde je k dispozici vlastní studna nebo nádrž na užitkovou či pitnou vodu a především, kde se množství vody (hladina) často a rychle mění.

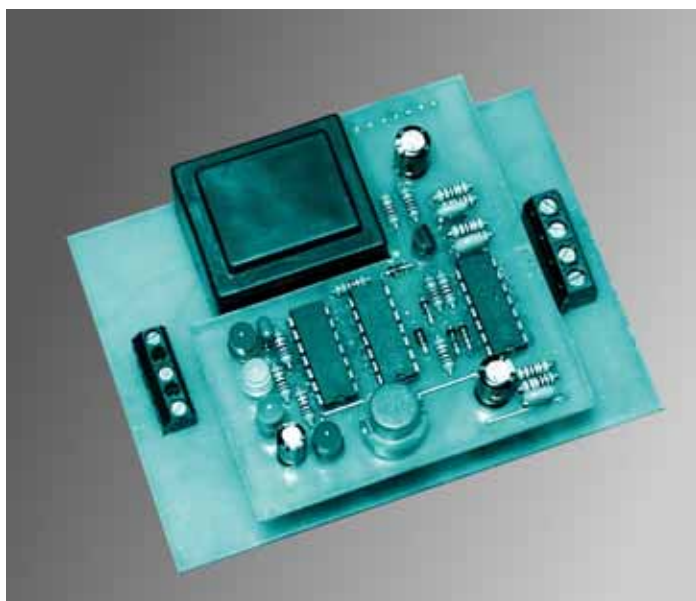
Úrovně hladiny signalizují čtyři LED. Zelená znamená možnost zcela bezpečného odběru (tedy rezervu např. pro zalévání či umytí auta). Žlutá pokles hladiny pod tuto mez, a tedy doporučení k šetření vodou. Červená signalizuje nebezpečný pokles hladiny, ale trvající možnost

odběru (dle situace). Začne-li červená LED blikat, indikuje úroveň, pod níž již nelze vodu odebírat; aby se zabránilo obnažení sacího koše a s tím spojeným nepříjemnostem (a také pro ochranu vlastního čerpadla), dojde k zablokování jeho činnosti. Počne-li poté hladina stoupat,

přestane sice blikající LED signalizovat, ale normální odběr je stále zablokovaný až do dosažení úrovně druhé sondy. Tím se zabráňuje častému a krátkodobému provozu čerpadla při pomalém přítoku vody. Je však možné nouzové čerpání po dobu stisknutí tlačítka "Ruční spouštění".

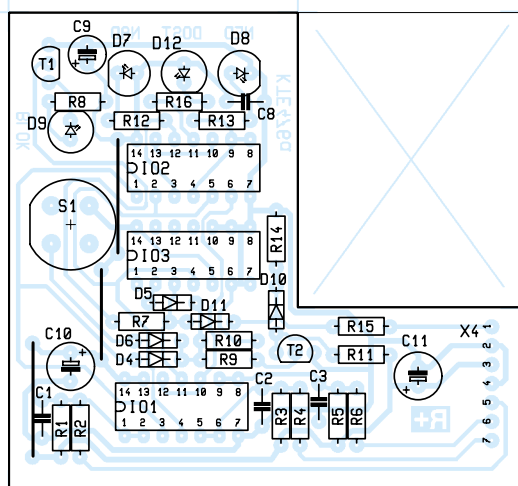


Obr. 1 - Schéma zapojení

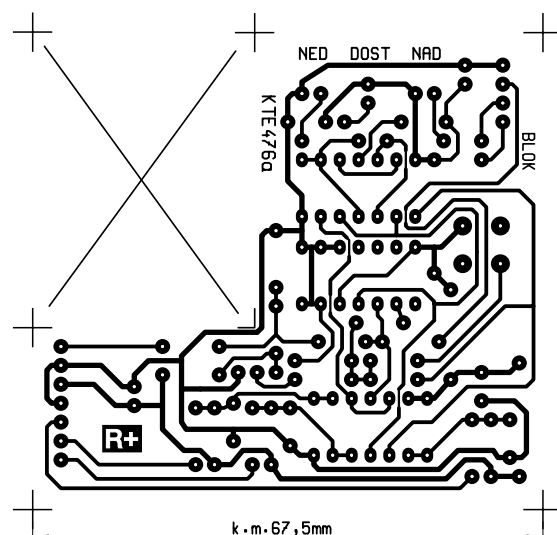


Zapojení a funkce hladinového hlídače

Rezistory R1, R3, R5 zajišťují předpětí pro kladnou úroveň log. H na vstupech hradel. Při zaplavení čidla (propojení X2-4 s příslušným jiným vývodem X2 přes vodní hladinu) se přes rezistor R2 (R4, R6) vstup hradla uzemní, a vytvoří tak stav log. L. Ochranné diody D1-D3 zabraňují průniku kladného napětí z jiného zdroje na vstup hradla. Vstupy hradel IO1A až IO1C jsou blokovány kapacitami 330 nF proti pronikání rušivých signálů a u hradla IO1B navíc vytváří nabíjecí proud kondenzátoru při prvním zapnutí krátký kladný impuls na výstupu, kterým se nuluje klopný obvod typu D IO3A do výchozího stavu. Navíc tyto kondenzátory vytvářejí krátkou hysterzi, která zajišťuje stabilní provoz při chvějící se hladině v oblasti čidel (vlny krátce zaplavují čidla).



Obr. 3 - Osazení č. 476a



Obr. 2 - Spojce č. 476a

Pro objasnění činnosti musíme mít na paměti především fakt, že vypnutí čerpadla probíhá přitažením kotvy relé (tedy jeho "sepnutím"). Využití rozpínacího kontaktu výrazně snižuje spotřebu celého zapojení, jehož největší odběr způsobuje právě relé.

Při sledování činnosti vyjdeme ze stavu zcela plné nádrže, kdy všechny tři sondy jsou zaplaveny, a jsou tedy vodiivé. Na výstupech hradel IO1A až IO1C jsou úrovně log H. Výstup IO1A zajišťuje otevření tranzistoru T2 přes oddělovací diodu D4, takže z jeho kolektoru neteče do báze T3 žádný proud. Tím se zajistí provoz čerpadla v případě špatného nastavení klopného obvodu IO3A při prvním spuštění. Rovněž L na výstupu IO1D tento tranzistor neotevře a relé A1 není přitaženo. Log H z obvodu IO1B nuluje klopný obvod IO3A, čímž je Qneg H a přes D5 přispívá k otevření T2. Hradla IO2A a IO2B mají výstupy L, takže svítí pouze LED D7 (NADBYTEK).

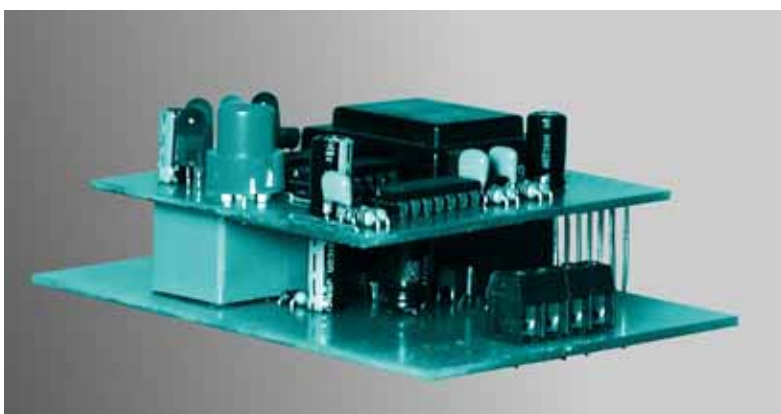
Při poklesu hladiny vody pod úroveň sondy 1 přepoklopí mimo hradlo IO1A i IO2A, čímž zhasne D7 a rozsvítí se D12

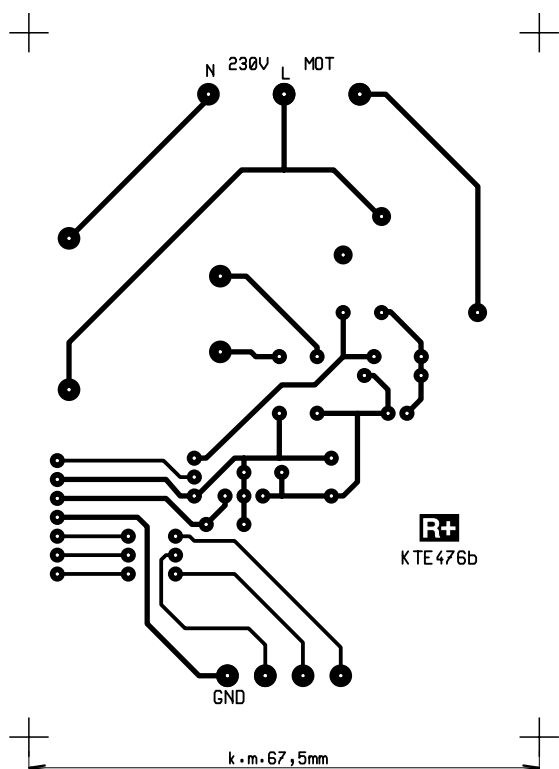
(DOSTATEK). Jinak zůstává stav nezměněn.

Při dalším klesání až pod úroveň sondy 2 dojde ke změně výstupního stavu IO2B na log H, rozsvítí se D8 (NEDOSTATEK) a zhasne D12. Současně se uvolní klopný obvod typu D IO3A zrušením nulovacího signálu na vstupu R.

Při dalším poklesu hladiny se obnaží sonda 3, výstup IO1C přejde do L. Protože na vstupu IO2B je nyní kombinace L-L, stav výstupu se nezmění a D8 zůstává dále svítit. Změní se ale výstup IO1D z L na H, čímž přepoklopí obvod IO3A a na jeho negovaném výstupu bude log L. Úroveň H z invertoru IO1D otvírá tranzistor T1, který svým kolektorovým proudem spouští blikající výstražnou LED D9 (Blokováno), a dále pak přes diodu D11 otvírá spínací tranzistor T3 a tím i relé A1, jehož otevřený kontakt znemožňuje běžné spuštění čerpadla tlakovým spínačem.

Relé je napájeno přes sériový rezistor R17, který omezuje trvalý proud jen na přídržnou hodnotu, zatímco kondenzátor C4 svým nabíjecím proudem při sepnutí tranzistoru umožňuje bezpečný přitah. Rychlá dioda D13 chrání tranzis-





Obr. 4 - Spoje č. 476b

tor před napěťovými špičkami, které vznikají indukčností cívky relé.

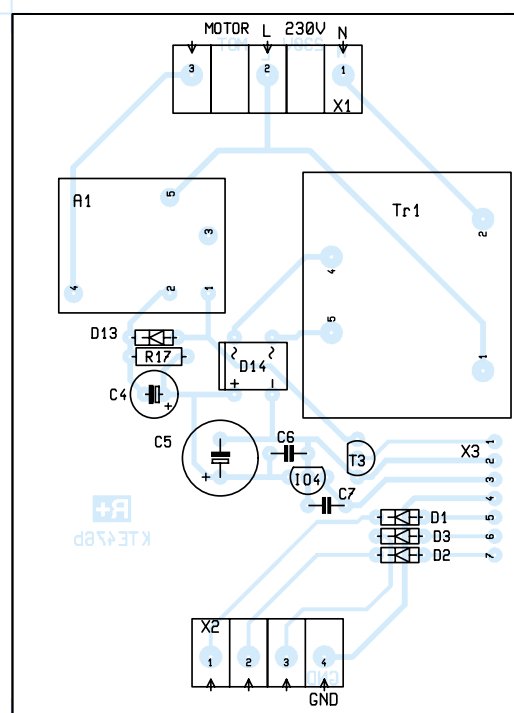
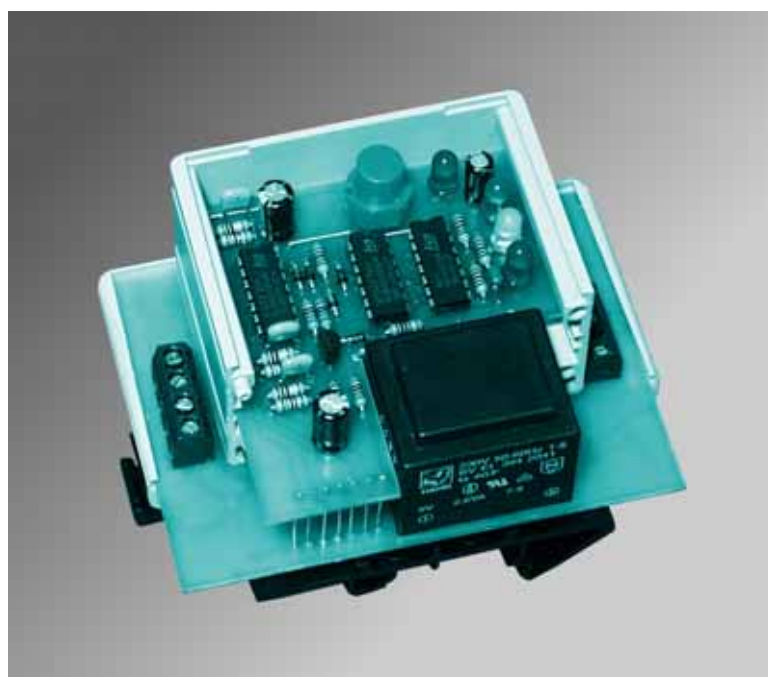
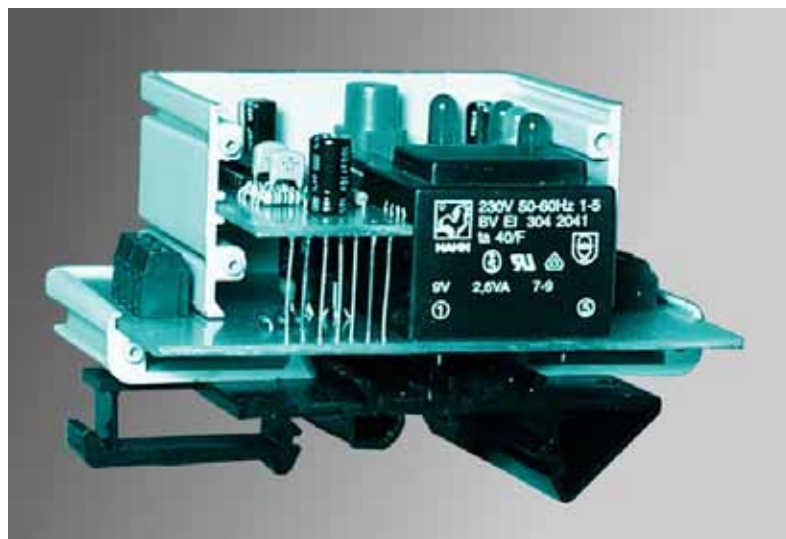
Počne-li nyní hladina stoupat, proces se částečně opakuje ve zpětném pořadí. Úrovní H na výstupu IO1C se vrátí do předchozího stavu IO2B, D8 zhasne a rozsvítí se D12. Rovněž zhasne blikající D9, ale nezmění se stav klopného obvodu IO3A. Protože D11 ani D5 nyní nevedou, je tranzistor T3 otevřen (a relé přitaženo) jen proudem přes diodu D10. V této fázi je možné nouzové spuštění čerpadla pomocí tlačítka S1, kterým se sepne T2, čímž je T3 bez buzení a relé odpadne. Tento stav trvá ovšem jen po dobu stisku tlačítka.

Odběr vody je možný teprve, když hladina dosáhne do výšky druhé sondy, která signálem H na výstupu IO1B vynuluje klopný obvod IO3A. Na jeho výstupu Qneg je opět H, tranzistor T2 se otevře, T3 zavře a relé A1 odpadne. Dále zhasne D8 a rozsvítí se D12.

Konstrukce a oživení

Zařízení je koncipováno do krabičky WEB-B6, která je běžně dostupná, určené k montáži na lištu dle normy DIN. Jak je patrné z obrázků, obvod je rozdělen mezi dvě desky plošných spojů, z nichž větší – dolní nese zdroj, výkonové relé a připojovací svorkovnice a menší – horní pak vyhodnocovací a signalizační obvody. Montáž začneme vyříznutím

vybrání pro transformátor v horní desce a přezkoušením, zda lze obě desky zasunout lehce do krabičky. Poté upravíme předvrtané otvory na potřebné průměry dle součástek (transformátor, relé, svorky a tlačítko) a můžeme osazovat součástky v obvyklém pořadí od pasivních po aktivní. Nesmíme přitom zapomenout na tři drátové propojky na horní desce, kterými je vhodné osazování zahájit. Při pájení čtyř LED je nutné dbát na to, aby se vešly pod průhledný kryt krabičky.



Obr. 5 - Osazení č. 476b

A	B	Y
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

**Pravdivostní
tabulka
hradel
NAND**

Svorkovnici X1 získáme spojením jedné dvou- a jedné třípólové svorky ARK210/2 a ARK210/3 a vyjmutím dvou kovových armatur pro získání bezpečných izolačních vzdáleností. Jsou-li desky osazeny a zkontrolovány, zasuneme je do širší poloviny krabičky, tak aby otvory pro propojovací drátové spojky zůstaly vně, a můžeme je nyní pohodlně zapájet. Při této příležitosti nasuneme i průhledný kryt, vyznačíme a vyrobíme na něm otvor pro tlačítko. Tím je celá montáž skončena a můžeme přistoupit ke kontrole funkce.

K tomu si zimprovizujeme tři sondy z kousků drátu a mezi svorky X1-1 a X1-3 připojíme žárovku 230 V / 15 W pro kontrolu funkce relé. Protože zařízení nemá žádný nastavovací prvek, spočívá celé oživení vlastně jen z kontroly správné činnosti a odstranění případných závad montáže nebo součástek.

Kdo si příliš nevěří, může provést dílčí oživení ještě před propojením obou desek, u každé samostatně. Zdrojovou část můžeme vyzkoušet připojením rezistoru

cca 200 Ω / 1 W na místo propojek 2 a 3; přitom napětí měřené na rezistoru by mělo být 12 V. Podobně můžeme přezkoušet i činnost horní desky.

Čidla pro snímání hladiny vody je možné zrealizovat mnoha způsoby. Protože však většinou záleží na potřebách a možnostech každého uživatele, pokusíme se nabídnout alespoň jedno možné řešení. Přestože všechny tři snímače mají jeden společný vývod (GND), a tedy by se zdálo, že jej stačí ponořit do největší hloubky ve studni, je lépe pro každý ze vstupů X2-1÷X2-3 vyrobít samostatnou elektrodu GND. Tím se snižuje vliv vodivosti vody, která se bude lišit podle její kvality, resp. obsahu solí a minerálů ve vodě obsažených. Příklad takové sondy je na obrázku X. Ta je vytvořena zalepením dvojice uhlíkových elektrod vypreparovaných z obyčejné baterie do destičky plexiskla. Holé konce přírodních vodičů se po připojení k elektrodě zalijí do pryskyřice (EPOXY). Vzdálenost obou elektrod od sebe by neměla být menší než cca 8 mm, aby se zabránilo vzniku propojení na povrchu elektrod. Rovněž je možné jako společnou elektrodu využít přímo sacího potrubí čerpadla. Pochopitelně pouze je-li elektricky vodivé. Rozdíl výšky čidel od sebe závisí na průměru studně a rychlosti přítoku vody. Mezi sondou 1

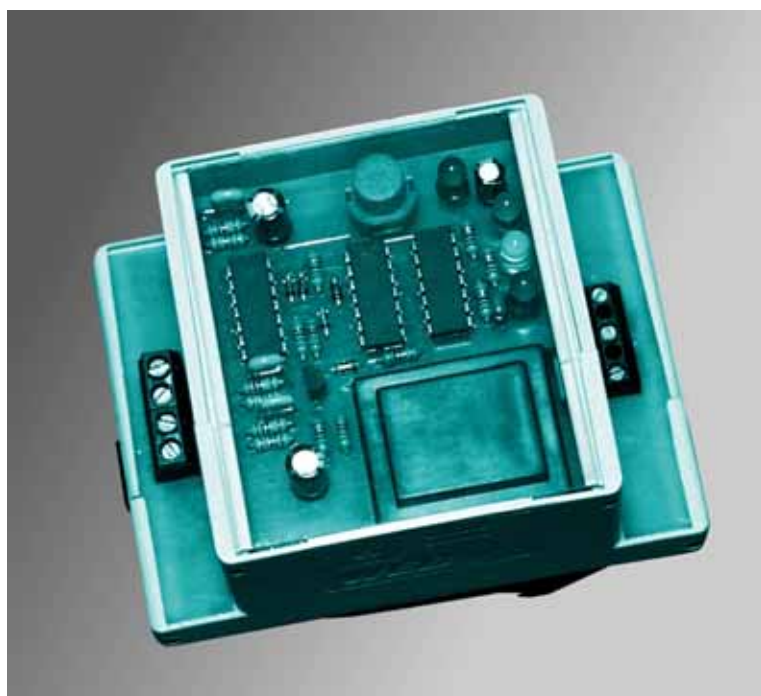
(NADBYTEK) a sondou 2 (DOSTATEK) by měla být zásoba vody alespoň na jeden den pohodlného užívání. Totéž platí i pro sondu 2 a 3. Máte-li jen omezený přítok vody, není vhodné pro užitkové účely, jako je zalévání, mytí dětí či automobilu, využívat vody pod hranicí nadbytku.

Při konečné instalaci musíme dbát na to, aby fázový vodič byl připojen na svorku X1-2, protože pak relé přepíná k obvodům čerpadla skutečně fázi, a nikoli střední vodič. Ve schématu je sice u svorky X1-3 zakreslen motor, ale míněny jsou pomocné obvody čerpadla, tlakový spínač nebo stykač apod. podle skutečné potřeby. Kontakty relé jsou pro bezpečnost a životnost dimenzovány na proud 6 A, ale vodiče na desce jen na cca 1 A. V případě potřeby většího odběru by bylo nutné je nasílit vrstvou cínu, nebo i připájením drátu. Obvod nemá samostatnou pojistku, protože transformátor je zkratuvzdorný a napájení musí být vzhledem k odběru pomocných obvodů stejně jistěno v rozvaděči.

Cena stavebnice je 780 Kč. Objednávat si ji můžete v redakci a způsobem, který právě vám nejlépe vyhovuje (redakce@radioplus.cz, www.radioplus.cz, tel.: 02/24818885, tel./fax: 02/24818886), což samozřejmě platí i o všech ostatních stavebnicích z naší aktuální nabídky.

Seznam součástek

R1, R3, R5	2M7
R2, R4, R6	27k
R7	22k
R8	1k8
R9, R11, R15	10k
R10, R14	100k
R12, R13, R16	6k8
R17	270R
C1 – C3	330n
C4	100 μ /25V
C10, C11	100 μ /16V
C5	330 μ /25V mini
C6 – C8	100n
C9	47 μ /25V
D1 – D6, D10, D11	1N4148
D7	LED 5 MM zelená LOW
D8	LED 5 MM červená LOW
D9	LD599RT
D12	LED 5 MM žlutá LOW
D13	BAT48
D14	B250C1000DIL
T1 – T3	TUN
IO1, IO2	4011
IO3	4013
IO4	78L12
A1	RELEH100FD12
Tr1	12V/3VA EI30
(TR EI30/18-1x12V nebo WL4812-1)	
S1	DT6RT
X1	ARK210/2 ARK210/3
X2	2x ARK210/2



- 1x krabička WEB-6
- 1x plošný spoj KTE476a
- 1x plošný spoj KTE476b



Stroboskop

stavebnice č. 463

O některé staré, již nedodávané stavebnice, je podle čtenářských ohlasů stále zájem, a proto přinášíme občas od některých z nich novější provedení. Tentokrát padla volba na stroboskop.

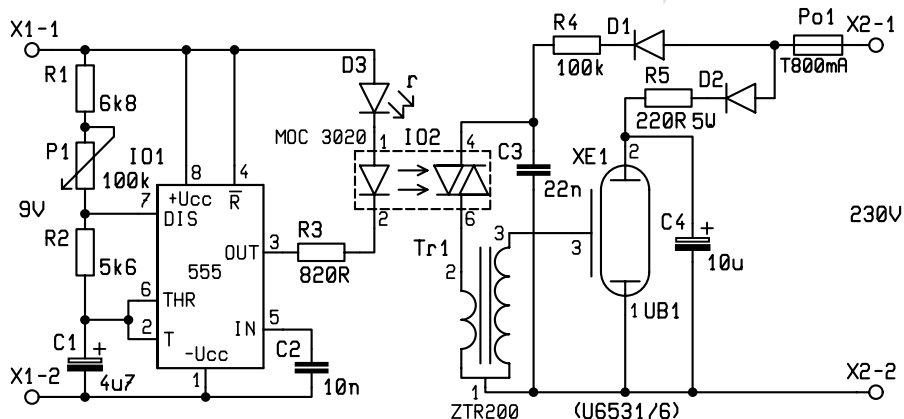
Stroboskopy jsou vhodným a také vítaným doplňkem diskoték, tanečních zábav a koncertů. Rovněž se s nimi setkáváme v kontrolní a zabezpečovací technice (na našich silnicích je jich v době oprav vozovek vpravdě přehršel). Velká intenzita vyzářeného světla spolu s nastavitelnou frekvencí výbojů dělá z této stavebnice univerzálního zapojení z všemožným cílovým určením.

Zapojení obsahuje generátor impulzů pro spínání výbojky, který lze v případě potřeby vynechat. Tím lze využít jen výkonovou část, jež bude řízena vnějším zdrojem, jakým může s výhodou být metronom či rytmický generátor pro potřeby hudebníků, nebo vyhodnocovací zařízení pro zabezpečovací techniku. Samozřejmě je možností paralelního řazení více modulů stavebnice pro zvýšení výsledného efektu.

Popis zapojení

Obvod se skládá ze dvou vzájemně, pomocí optoelektrického vazebního členu, galvanicky oddělených částí. Levá část (viz schéma) obsahuje od sítě oddělený řídicí obvod, pravá pak je výkonná, se sítí spojená.

Řídicí obvod je generátor spouštěcích impulzů, který používá klasické zapojení astabilního multivibrátoru se známým ča-



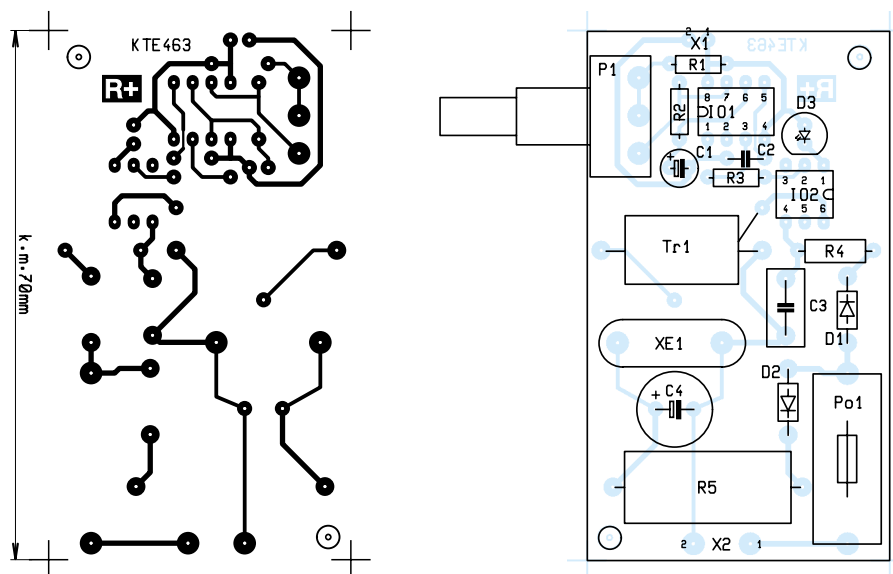
Obr. 1 - Schéma zapojení

sovačem 555 IO1. Rezistory R1, R2, potenciometr P1 a kondenzátor C1 určují opakovací kmitočet. Při použití předepsaných hodnot se kmitočet, podle nastavení potenciometru, pohybuje v rozsahu 2 až 20 Hz. Kondenzátor C2 zabezpečuje činnost obvodu. Z výstupu (vývod 3) jsou přes rezistor R3 napájeny LED pro kontrolu činnosti D3 a optického vazebního členu IO2, který zajišťuje galvanické oddělení obou částí obvodu. Napájecí napětí multivibrátoru by mělo být cca 9 V buď z baterie, nebo síťového zdroje. Při změně napájecího napětí bude obvod pra-

covat stejně dobře, ale bude nutné změnit hodnotu R3 tak, aby diodou procházel proud cca 10 mA.

Výkonová část, přímo připojená přes tavnou pojistku na síťové napětí, má dva usměrňovače. První z nich – D1, R4, C3 zajišťuje náboj pro zapálení výbojky a druhý – D2, R5, C4 – napájí výbojku. Přejde-li výstup multivibrátoru do úrovně log L, protéká LED IO2 proud, který ji rozsvítí, čímž se sepne triak a náboj kondenzátoru C3 se vybije přes primární vinutí zapalovacího transformátoru Tr1. Při této příležitosti upozorňujeme na to, že na místě IO2 musí být použit předepsaný typ integrovaného obvodu, který nemá spínání v nule, jinak by obvod nepracoval.

Napětí indukované v sekundárním vinutí uvede výbojku do vodivého stavu, a náboj kondenzátoru C4 vyvolá světelný záblesk. Hodnoty R4 – C3 jsou dost kritické, protože proud protékající triakem přes R4 nesmí být větší, než je jeho přídržný proud, pak by zůstal trvale otevřen. Přitom však nesmí být tento proud příliš malý, protože kondenzátor C3 by se nestačil v mezerách mezi spouštěcími impulzy nabít na dostatečné napětí. Změnami hodnot R5 – C4 lze měnit světelný výkon výbojky, ale i zde platí omezení. Při zvětšování kapacity C4 sice zvětšujeme světelný výkon výbojky, ale současně ji i více tepelně zatěžujeme, čímž snižujeme životnost, a v krajním případě je i nebezpečí zničení. Naopak menší kapacita sice šetří výbojku, ale za cenu snížení světelného výkonu. Totéž platí obráceně pro i změny velikosti odporu.



Obr. 2, 3 - Plošné spoje a rozmístění součástek

Konstrukce

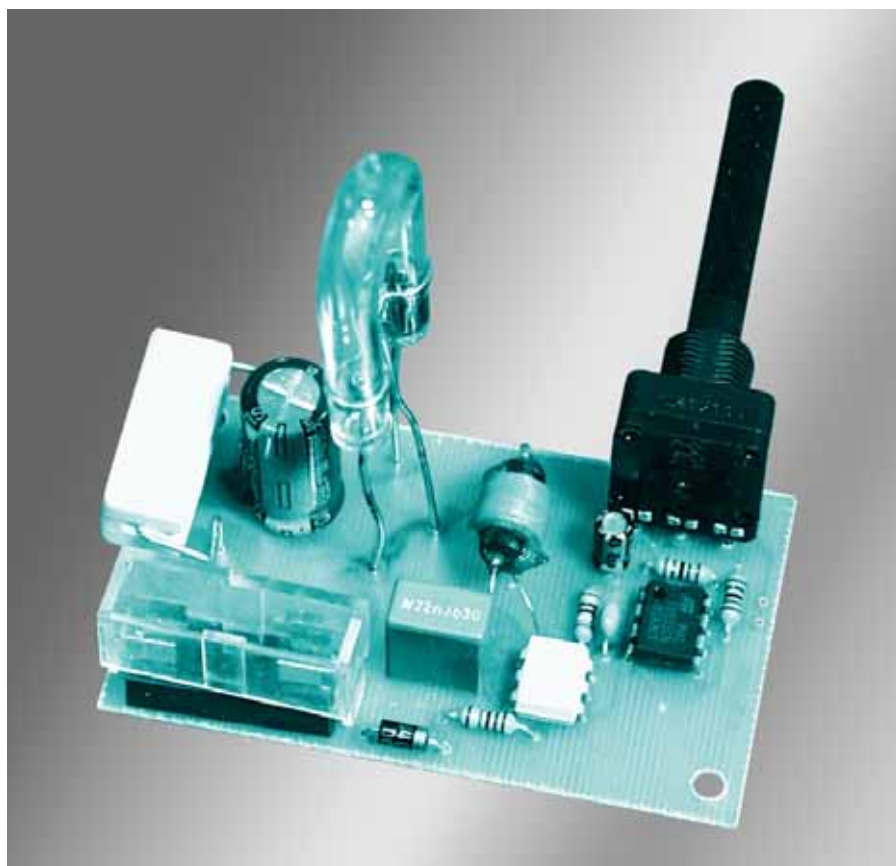
Celé zapojení je umístěno na jednostranné desce plošných spojů, včetně výbojky. Při osazování postupujeme obvyklým způsobem od pasivních součástek po aktivní a od nejmenších po největší. Výbojku ponecháme až na konec. POZOR na správnou polaritu elektrolytického kondenzátoru C4, který by v případě přepólování při tomto napětí explodoval zvláště efektním způsobem. Výkonový rezistor R5 neosazujeme až na desku, ale ponecháme jej asi o 5 mm výše, aby bylo zajištěno proudění vzduchu okolo celého pouzdra pro dostatečné chlazení. Obdobně zapalovací transformátor TR1 ponecháme výše, tentokrát však jen jako ochranu před mechanickým poškozením vinutí. Nakonec zapájíme výbojku XE1, kde však rovněž musíme dát pozor na polaritu (kladný vývod XE1-2 je označen červenou barvou na výbojce).

Oživování je v tomto případě velmi jednoduché, neboť zapojení neobsahuje nastavovací prvky mající vliv na činnost obvodu. Po připojení napájecího napětí multivibrátoru se přesvědčíme o jeho činnosti kontrolou blikání diody D3, jež se musí měnit v závislosti na natočení potenciometru P1. Správnou činnost výkonového obvodu zkontrolujeme připojením síťového napětí na svorky X2. Případně lze ještě změřit napětí na kondenzátoru C4, které by mělo dosahovat cca 250 – 310 V.

POZOR!!! PŘI MANIPULACI S DESKOU PŘI PŘIPOJENÍ SÍTI SE V OBVODU NACHÁZÍ ŽIVOTU NEBEZPEČNÉ NAPĚTÍ.

Výbojka pochopitelně nemusí být umístěna na desce s plošnými spoji; je možné ji umístit zcela mimo – například do reflektoru.

V takovém případě na propojení desky s výbojkou použijeme trojici vodičů dimenzovanou NA SÍŤOVÉ NAPĚTÍ a při zapojování velice pečlivě zkontrolujeme polaritu.



Potřebujeme-li soustředit světelné paprsky jedním směrem, a tím zvýšit svítivost, lze výbojku umístit do reflektoru, nebo ji alespoň doplnit odrazovou plochou. Lze ji zhotovit například z tvrdého papíru polepeného hliníkovou fólií. Avšak při tom je třeba dbát, aby odrazová plocha byla dostatečně vzdálena od výbojky, a nedošlo tak k jejímu poškození vyzařeným teplem výbojky. Světelné efekty lze rovněž vylepšit doplněním stroboskopu o barevné filtry, nebo využitím více stavebnic nastavených na různé kmitočty.

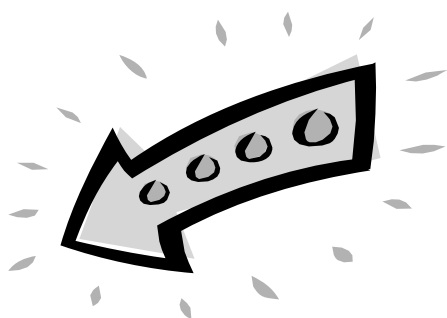
Věříme, že vám stavebnice stroboskopu přinese radost a užitek. Její cena je 370 Kč a objednat si ji můžete v naší redakci – způsobem, který vám nejlépe vyhovuje (tel.: 02/24818885, tel./fax: 02/24818886, redakce@radioplus.cz, www.radioplus.cz).

Seznam součástek

R1	6k8
R2	5k6
R3	820R
R4	100k
R5	220R/5W
C1	4μ7/35V
C2	10n
C3	22n/400V CF6
C4	10μ/350V
P1	100k PC16ML
Po1	T800mA
D1, D2	1N4007
D3	LED 5mm červená
XE1	UB1 (U6531/6)
IO1	555 CMOS
IO2	MOC3020
Tr1	ZTR200
1× pojistkový držák KS20SW	
1× plošný spoj KTE463	



Aktuální seznam stavebnic na
www.radioplus.cz



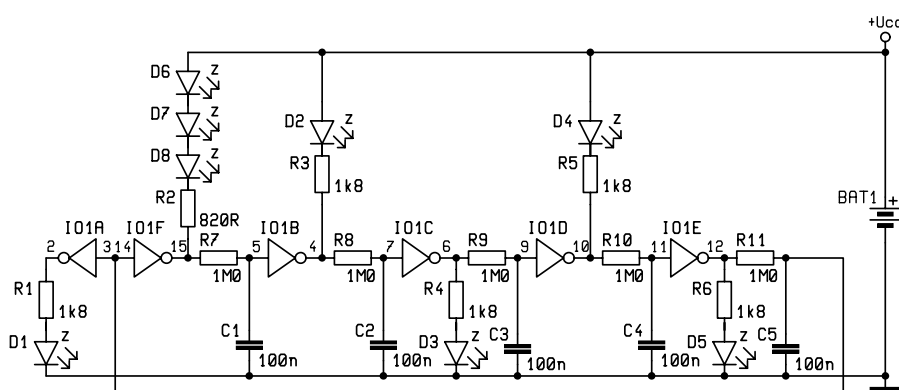
Jednoduchá běžící šipka

stavebnice č. 468

Také "běžící šipka" je zařízení, které se těší velké oblibě nejen jako zapojení zábavné, ale i praktické. Lze je využít všude tam, kde je zapotřebí upozornit na změnu směru nebo nějaký důležitý objekt či předmět, nebo i v reklamě. O takové a podobné stavebnice si stále píšete, a protože již v našem sortimentu nefigurují, rozhodli jsme se některé nejžádanější přepracovat a zmodernizovat. Po stroboskopu tedy přinášíme také tuto inovaci stavebnice KTE126.

Jádrum zapojení je integrovaný obvod IO1, který je tvořen šesticí invertorů zapojených jako kruhový posuvný registr. Zpoždění posuvu signálu je tvořeno velikostí časové konstanty dané RC členy, které jsou zapojeny na vstupech invertorů. Všechny tyto časovací články (R7C1, R8C2, R9C3, R10C4, R11C5) mají stejnou hodnotu ($R=100k$, $C=100n$). Aby byla zachována stabilita impulsů, jsou na pozicích C1-C5 použity fóliové kondenzátory, přestože jsou trochu větší a dražší. Protože invertory jsou zapojené do smyčky, vzniká při zapnutí impuls, který neustále probíhá celým registrem, a vytváří tak dojem běžícího světla. Cyklus jednoho oběhu trvá cca 1 sekundu. Přestože současně svítí vždy více diod, je dojem běhu světla zajištěn právě jeho rychlostí.

Celé zapojení je osazené na jedné jednostranné desce plošných spojů. Oproti předchozí verzi stavebnice byl zvolen větší formát desky, aby se zjednodušila montáž a osazování součástek na desku, a přesto zůstal obraz desky "nezasažen" ostatními prvky zapojení. Před osazováním nejprve převrtáme příslušné upevňovací otvory. Dále pak osazujeme podle obvyklých pravidel – tedy od malých součástek po velké a od pasivních po aktivní. Zvláště opatrní musíme být při osazování LED, kde platí, že delší vývod diody je anoda a kratší katoda. Pokud budeme šipku umisťovat do kon-



Obr. 1 - Schéma zapojení

krtní krabíčky, pak bude práce trochu jednodušší, protože nám její víko stanovuje stavební výšku diod. V opačném případě je vhodné diody podložit, aby jejich vzdálenost od desky byla vždy stejná.

Oživování spočívá vlastně jen v kontrole funkce a při pečlivém zapojení nic nebrání, aby zařízení fungovalo na první pokus. Pokud se ukáže, že některá z LED nesvítí, pak bude nejspíše zapojena opačně.

Přestože hodnoty součástek (předřazené rezistory R1 – R6) jsou stanoveny pro bateriové napájení 9 V, je možné použít i jiný zdroj napětí. Bude-li však jeho hodnota vyšší, je vhodné přepočítat hodnoty rezistorů, nebo do napájení cesty zapojit zenerovu diodu v závěrném směru, která přebytečné napětí ořeže. Pokud chcete šip-

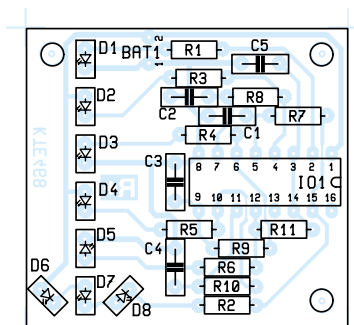
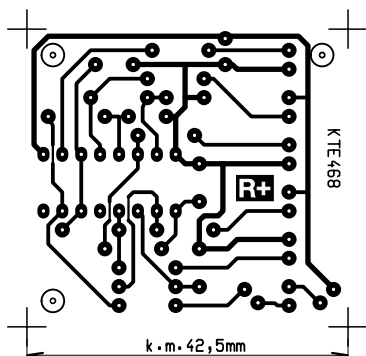


ku připojit do systému s více zařízeními, bude možná nutné filtrovat napájení na desce kondenzátorem cca 47 μF .

Věříme, že vám stavebnice běžící šipky přinese spoustu radosti a třeba i užitku. Stavebnici si můžete objednat v redakci obvyklým způsobem za cenu 120 Kč. Součástí stavebnice jsou všechny prvky dle seznamu součástek včetně předvrtaného plošného spoje.

Seznam součástek

R1, 3 – 6 1k8
R2 820R
R7 – 11 1M0
C1 – 5 100n CF1
D1 – 8 LED obdélníkové zelené
IO1 4049
1x bateriový konektor 006-PI
1x plošný spoj KTE468

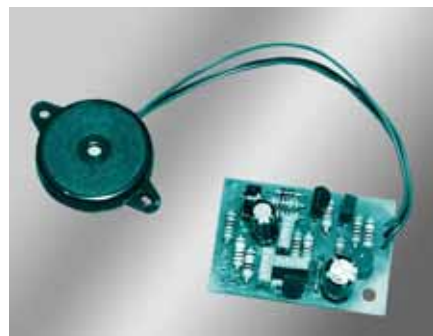


Obr. 2, 3 - Spoje a rozmístění součástek na desce

Indikátor tepové frekvence

Josef Olah

Indikátor tepu je malá zajímavost, která může poskytnout nejen zábavu, ale i docela seriózní informaci o srdeční činnosti, resp. o pravidelnosti tepu a frekvenci tepů za minutu. Srdeční pulz je indikován současným bliknutím LED a pípnutím.



Indikátor tepu, pracující na bázi prosvětlené tkáně, není nic nového. Při experimentování s TL431 jsem si na toto vzpomněl a výsledkem je jednoduché, avšak svůj účel dobře plnící zapojení. Snímání tepu je zde také realizováno prosvětlením článku prstu, ušního lalůčku, ap. Nepatrné změny průsvitnosti tkáně při každém tepu jsou snímány fotočidlem, zesíleny a převedeny na výstupní signál.

Schéma, popis funkce

Schéma se skládá z částí měřicí a indikační. Indikační část, počínaje oddělovacím C5, lze zcela vypustit a nahradit jej obvodem dle svých potřeb či představ (555, čítač CMOS ap.).

Vstupní obvod tvoří dělič napětí z rezistoru R3 a snímacího fototranzistoru T1. Dělič je napájen z vyhlazovacího kon-

prívodních vodičích čidla. Na vstupu IO1 je konst. referenční napětí 2,5 V. Dostává-li se signál přes C2 na referenční vstup IO1, je klidové napětí na katodě rozmitáno v protifázi vzhledem ke vstupnímu signálu. Diody D4 (Schottky s nízkým propustným napětím) však kladné výstupní signály propustí/ořeže, a naopak záporné blokuje.

Na výstupu IO1 (katodě) jsou tedy jen záporné pulsy vůči klidovému napětí, které již můžeme vidět na připojeném ručkovém V-metru. Doba ustálení, než obvod začne pracovat (po nabití C4), trvá delší čas, než by se zdálo, protože C4 s IO1 tvoří tzv. Millerův integrátor.

Druhá, "nepovinná" část schématu vykonává světelnou a akustickou indikaci pulsu. Přes oddělovací kondenzátor C5 se přenese pokles napětí z katody

IO2 na bázi spínacího T2 a ten se krátce otevře. Přes diodu D2 a R1 se pak vyrovná náboj na kondenzátoru C5 po odeznění pulzu.

Seskupení součástek R8, R9, R10 a T3 tvoří standardní zapojení oscilátoru pro piezoměnič Bz1. Tyto součástky nezapojíme, spokojíme-li se pouze z indikací

LED. Klidový odběr obvodu, bude-li D3 odpojena, je pod 1 mA. Při sepnutém T2 má odběr obvodu Bz1 asi 3 mA, nízkopříkonová D3 se spokojí s 2 mA. Spotřeba prosvětlovací D1 se vejde do 5 mA. Budeme-li indikátor provozovat jako přenosný, napájíme ho z plochých baterií. Desťčková baterie 9 V je měkký zdroj, čímž by mohlo docházet k periodickému "překlápění" obvodu vlivem kolísání napětí baterie. Nejeekonomičtější z hlediska napájení prosvětlo-

vací LED je zřejmě snímání tepu přes dobře průsvitný ušní lalůček. (Pak ovšem je třeba uvážit, budou-li se případné pokusné osoby ochotny prezentovat před ostatními členy společnosti s kramlíkem visícím na uchu.)

Konstrukce čidla

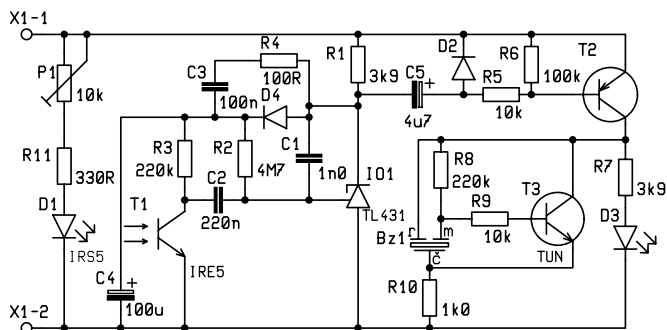
Zárukou správné činnosti indikátoru je především bezvadná mechanická konstrukce čidla. Čím méně bude fotocitlivý prvek ovlivňován nepatřičným "falešným" světlem, tím lépe bude indikátor fungovat. Velmi důležité pro správnou činnost je také to, aby prosvětlovanou tkáň mohla volně pulsovat krv. Musíme mít tedy na paměti, že i malý stisk bříška prstu příliš "tuhým" kramlíkem znemožní indikaci.

Dle vlastní zkušenosti se mi nejlépe osvědčilo snímání tepu z "meziprstní blány" patřičně upraveným kolíčkem na prádlo. Používá se též tubus pro navléknutí na prst, nebo příločná "odrazová" sonda na kůži.

Zapojení pracuje s různými druhy prosvětlovacích LED, nejméně proudů však zřejmě vyžaduje dvojice IR-LED/IR-tranzistor. Protože IRS 5 (LTE5208, LD271) i fototranzistor IRE 5 mají stejný tvar pouzdra, můžeme dřevěný kolíček provrtat skrz vrtákem o průměru 5 mm a do otvorů je natěsno zasunout. Zadní strany obou pouzder je pak třeba nějakým způsobem "zaslepit".

Závěr

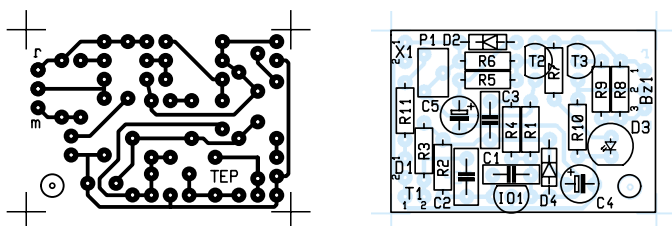
Předností sympatického obvodu TL431 je jeho využitelná mnohostrannost v jednoduchých aplikacích. Vždy totiž neplatí, že jednoduché zapojení, avšak s dobrými parametry, je taky laciné a málo pracné.



Obr. 1 - Schéma zapojení

denzátoru C4. Změna napětí na T1 se přes vazební C2 přenese na vstup IO1, který signál zesílí. Známý obvod TL431 zde pracuje jako ss zesilovač malého signálu. Obvod IO1 je v podstatě napěťově nastavitelná stabilizační dioda (proto je i ve schématech takto kreslena).

Klidové napětí 7 V na katodě určuje zpětnovazební rezistor R2. Experimentálně zvolený klidový proud asi 0,5 mA je dán odporem R1 a klidovým napětím na něm. Zpětnovazební kondenzátor C1 odstraňuje "šum" obvodu, který by jinak byl přítomen na výstupu. Filtrační člen C3, R4 "změkčuje" přeběhové špičky vznikající po odeznění pulzu a do jisté míry eliminuje brum 50 Hz, naindukovaný na

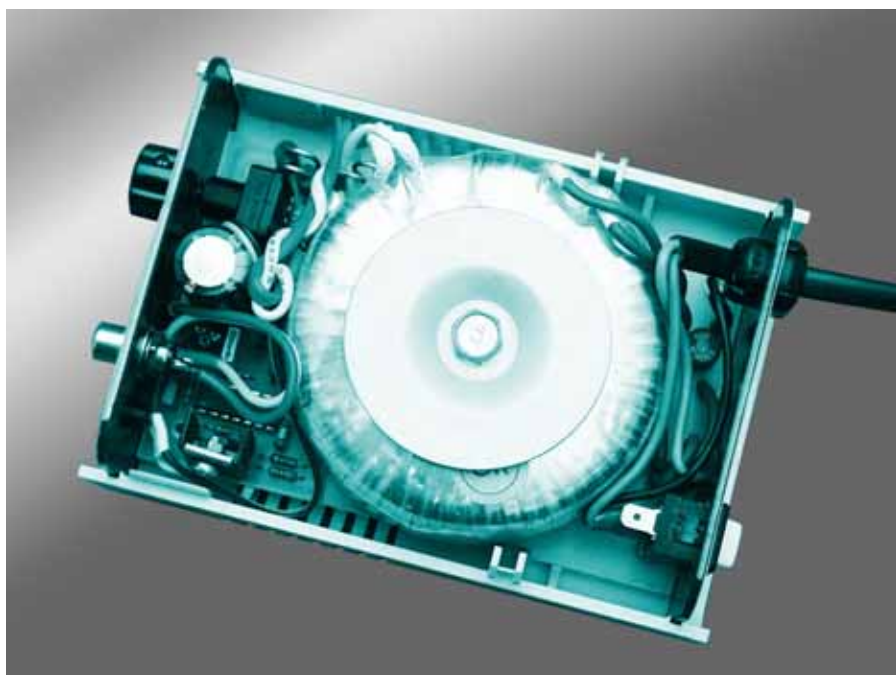


Obr. 2, 3 - Plošné spoje a příklad rozmístění součástek

Regulátor otáček stejnosměrných motorků

stavebnice č. 477

V čísle 7/98 jsme vám nabídli stavebnici č. 355, jednoduché zapojení využívající principu řízení konstantní délkou pulzu s proměnným kmitočtem. Dnešní stavebnice využívá opačný princip: řízení konstantním kmitočtem s proměnnou délkou pulzů. Pro kompletnost byla stavebnice doplněna síťovým transformátorem a zdrojem s usměrňovačem. Dodejme, že u obou způsobů řízení jde v podstatě o zachování kroutícího momentu při regulaci.



Stavebnice je určena pro stejnosměrné motorky s napětím 12 V a byla odzkoušena s miniaturní vrtačkou BOSCH MBM04. Protože motorky mohou odebrat ze zdroje vyšší proudy, je vhodné jejich otáčky řídit pulzně při zachování maximálního napětí. Oproti řízení otáček změnou napětí má použití pulzně-šířkové modulace výhodu nižší výkonové ztráty na koncovém prvku regulátoru při zachování točivého momentu motoru. Naše zařízení pracuje na kmitočtu okolo 30 kHz.

Popis zapojení

Primární strana transformátoru je chráněna tavnou pojistkou PO1. Z výstupu transformátoru je střídavé napětí usměrněno diodovým můstkem D2 až D5 a za ním je stejnosměrné napětí filtrováno kondenzátory C10 a C11. Dalšími filtračními prvky v obvodu napájení je cívka L1 a kondenzátory C6 a C7, které zabraňují průniku rušivých vysokofrekvenčních pulzů do vstupu stabilizátoru IO2. Z výstupu stabilizátoru IO2 typu 78L08 je napájen dvojitý časovač IO1 typu NE555.

První část časovače (IO1A) pracuje v astabilním režimu. Rezistory R1 a R2 spolu s trimrem P2 a kondenzátorem C2 určují kmitočet. Trimrem P2 se dá výstupní kmitočet v určitém rozsahu regulovat. Setupné hrany z výstupu IO1A spouštějí dru-

hý časovač IO1B, který pracuje v režimu monostabilním. Rezistor R3 s potenciometrem P1 a kondenzátorem C4 určují délku výstupního impulzu, takže potenciometrem P1 je řízena rychlost otáčení připojeného stejnosměrného motoru.

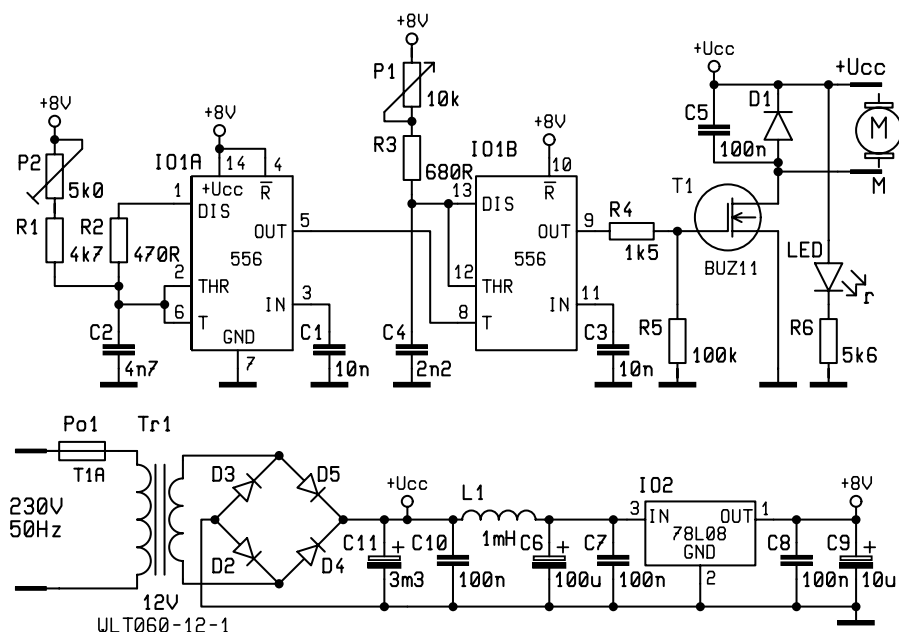
Nastavení správného kmitočtu IO1A závisí na délce výstupního pulzu časovače IO1B při jeho nejdelší délce. V podstatě se jedná o to, aby perioda výstupního kmitočtu astabilního generátoru IO1A byla o něco málo větší než maximální délka výstupního pulzu monostabilního generátoru IO1B. Způsob nastavení kmitočtu bude popsán v odstavci Oživení.

Přes rezistor R4 je řízen výkonový stupeň s tranzistorem MOSFET BUZ11, který má v sepnutém stavu odpor 0,04 Ω a nejvyšší přípustné napětí 50 V při proudu až 30 A. Tyto hodnoty jsou naprosto vyhovující. Záleží pouze na dostatečném chlazení výkonového tranzistoru.

Dioda D1 s kondenzátorem C5 omezují napěťové špičky při komutaci motoru, a tím je chráněn výkonový tranzistor T1 a obvody napájení.

Rezistor R6 omezuje proud LED, která je připojena vodiči mimo desku plošného spoje.





Obr. 1 - Schéma zapojení

Stavba

Nejprve mechanicky upravujeme plošný spoj. V rozích plošného spoje vyvrtáme čtyři otvory o $\varnothing 3,5$ mm pro uchycení desky do krabíčky, uprostřed vyvrtáme otvor o $\varnothing 6$ mm pro přichycení transformátoru. Desku spojů vložíme zkusmo do krabíčky a naznačíme středy dvou bočních úchytů krabíčky (plošný spoj nelze zatím dorazit na úchytné distance). Jehlovým pilníkem vypilujeme dvě drážky na pozicích naznačených středů do takové hloubky, aby deska plošného spoje dosedla na úchytné distance krabíčky.

Pokračujeme osazením plošného spoje. Nejprve vyvrtáme vrtákem 0,3 mm čtyři otvory na pozici plošek pro letovací kolíky síťového napájení a pro výstupní

svorky. Do nich silou nasuneme letovací kolíky a zapájíme je. Před pájením nesmí být letovací kolíky v otvorech volné.

Dále osadíme rezistory R1 – R6, kondenzátory C1 – C11, integrovaný obvod IO1, stabilizátor IO2, trimr P2 a tlumivku L1. Pokračujeme osazením diod a transformátoru. Diody D1 – D5 jsou osazeny nastojato tak, že jejich katody jsou orientovány směrem k plošnému spoji a vývody anod jsou ohnuty pod úhly 90°. Transformátor přisadíme k plošnému spoji a připevníme jej za pomoci stahovací konstrukce s horní gumovou podložkou a šroubem M6. Transformátor leží na plošném spoji bez spodní gumové podložky. Šroub musí být vložen ze strany transformátoru a zajištěn maticí ze strany spojů

desky takovou silou, aby se deska plošných spojů příliš nedeformovala. Vyčnívající konec závitu šroubu je nutné zabrousit nebo zapilovat těsně k dotažené matici.

Následně osadíme pojistku PO1 a tranzistor T1, který je vhodné opatřit chladicím hliníkovým křídélkem. Se stavebnicí je dodáván eloxovaný chladič typu DO1A. Při normální zátěži motorkem BOSCH zařízení pracuje spolehlivě, při větší zátěži je nutné vyrobit chladič křídélko z hliníkového nebo duralového plechu tloušťky 2 – 3 mm, které bude mít větší povrch než dodávaný chladič. Chladič křídélko může procházet stanou plošného spoje okolo boku transformátoru. Pokud použijete dodávaný chladič, je nutné před zapájením tranzistor povysunout do takové výšky, aby spodní část chladiče procházela nad časovačem IO1 a nedotýkala se těla integrovaného obvodu. Osu potenciometru zkrátíme na 23 mm od paty závitu, do plošek pro připojení LED zapájíme vodiče a potenciometr osadíme.

Oživení

Po osazení plošného spoje zkontrolujeme stranu spojů, zda nedošlo k cínovému můstku mezi jednotlivými spoji, zvláště v oblasti síťového napájení. Vzdálenosti mezi napájecími plošnými vodiči musí být nejméně 5 mm. Potenciometr P1 vytočíme zcela vlevo, trimr P2 vpravo.

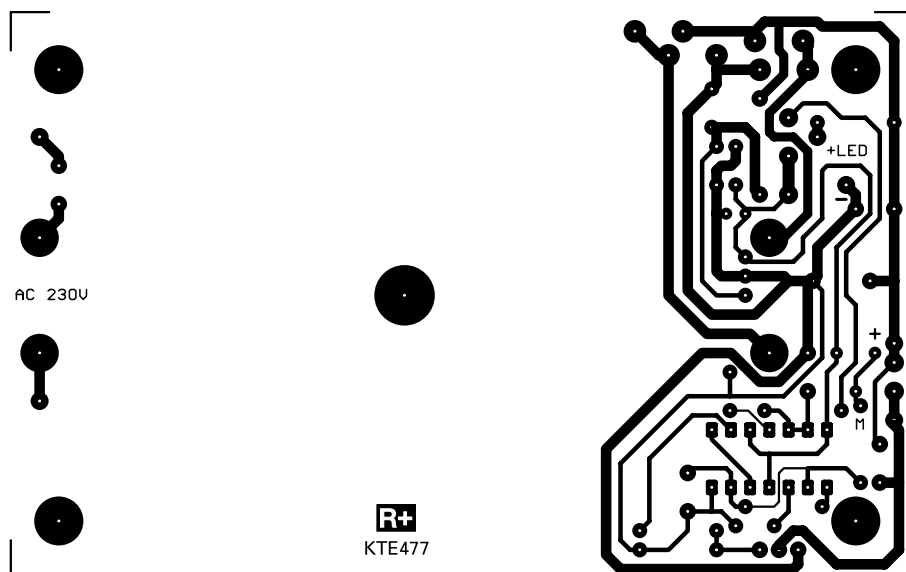
Na výstup připojíme stejnosměrný motorek 12 V (je nutno dodržet polaritu, aby byl dodržen směr otáčení) a připojíme střídavé napájecí napětí 230V/50Hz. POZOR! Nyní pracujeme opatrně za dodržení všech bezpečnostních předpisů!

Potenciometrem P1 otáčíme pomalu až do pravé krajní polohy, přičemž musí docházet ke zvyšování otáček motorku. Potom otáčíme trimrem P2 pomalu dolů (potenciometr P1 musí být v pravé krajní poloze) až do stavu, kdy dojde k výraznému poklesu otáček motorku. Následně trimrem otáčíme vpravo tak, až dojde k obnově maximálních otáček, a v této poloze trimr ponecháme. Je vhodné trimr zakápnout lakem (např. lakem na nehty) pro zajištění jeho polohy.

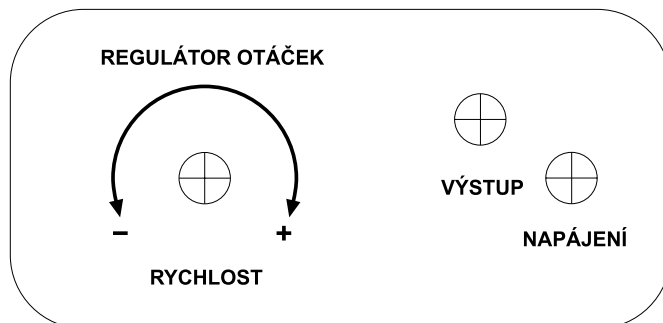
Tímto způsobem jsme provedli nastavení kmitočtu v součinnosti s délkou výstupního pulzu monostabilního obvodu. Nakonec síťové napájení odpojíme.

Sestava

Po oživení vmontujeme desku do krabíčky. Napájecí kabel, síťová vidlice a spojovací materiál se nedodávají se stavebnicí. Nejprve upravujeme čela krabíčky. Motivy popisů vystříháme nebo překreslíme na papír. Oba motyvy postupně přiložíme na panely krabíčky, naznačíme důlčikem středy kruhových otvorů a orýsujeme obrysové hrany otvorů průchodky a vypínače. Pak do motivů vystříháme všechny kruhové otvory.



Obr. 2 - Deska s plošnými spoji



Obr. 3 - Motivy předního a zadního panelu

Do čelní desky vyvrtáme otvory pro osu potenciometru, konektor a průchodku LED. Zadní díl opracujeme, aby kabelová průchodka a vypínač byly do otvorů zasazeny těsně. Motivy popisů nalepíme na panely (např. chemoprénem).

Průchodkou prostrčíme napájecí síťový kabel a celek vsuneme do příslušného otvoru zadního panelu. Kabel může být dvoužilový s barvami vodičů hnědá – modrá. Do zadní desky vsadíme vypínač tak, aby ve stavu ZAPNUTO byla kolébka stisknuta v horní poloze (dle norem s vyloučením vlivu zapnutí padajícími předměty). Hnědý vodič síťového kabelu připojíme na střed vypínače, modrý připojíme na letovací kolík síťového vstupu na plošném spoji, který je elektricky spojen přímo s vodičem transformátoru (ne přes pojistku). Druhý vývod vypínače propojíme izolovaným vodičem hnědé nebo černé barvy s letovacím kolíkem síťového vstupu, který je elektricky spojen s pojistkou. Volný konec síťového kabelu opatříme zásuvkovou vidlicí tak, že hnědý vodič připojíme na fázový kolík a modrý na nulový (fáze musí procházet přes vypínač a pojistku).

Na vodiče pro LED připojíme diodu (je nutno dodržet polaritu). Do předního panelu vsadíme z přední strany konektor CINCH a průchodku s LED. Konektor spojíme vodiči s výstupem tak, že plus bude přivedeno na střed konektoru.

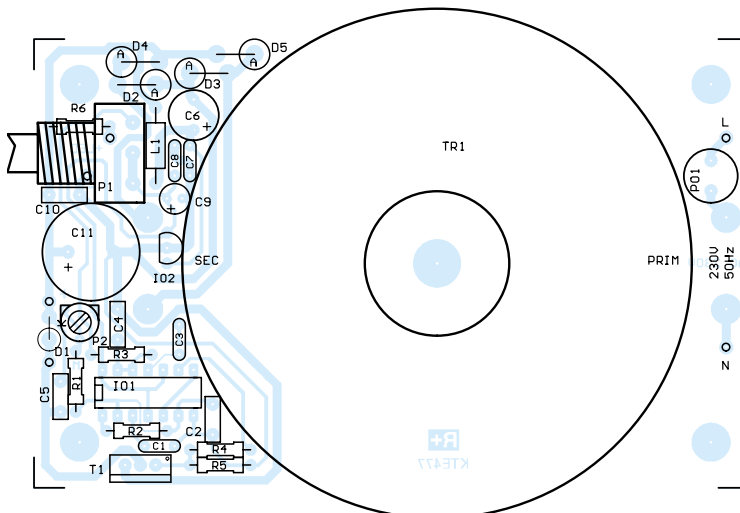
Celek vsadíme do spodního dílu krabíčky a plošný spoj přišroubujeme čtyřmi vruty do rozpěrných sloupků. Na osu potenciometru připevníme knoflík. Před nasunutím horní části krabíčky zkontrolujeme funkčnost zařízení. Na spodní díl krabíčky připevníme pěnové samolepky.

lujeme funkčnost zařízení. Na spodní díl krabíčky připevníme pěnové samolepky.

Seznam součástek

R1	4k7	D1	1N4007
R2	470R	D2 – D5	BY550
R3	680R	L1	TL1000μH
R4	1k5	T1	BUZ11
R5	100k	IO1	NE555
R6	5k6	IO2	78L08
P1	10k/N – PC16ML	PO1	165.000 1A
P2	5k – PT6V	TR1	WLT060-12-1
C1, C3	10n		1x LED 5mm 2ma-r
C2	4n7 CF2		1x knoflík P-S8859
C4	2k2 CF2		4x letovací kolíky RTM1.3-12
C5, C7, C8, C10	100n		1x krabíčka U-VCH068
C6	100μ/35V		1x kabelová vývodka F0705SR-6P1
C9	10μ/35V		1x LED průchodka LDC500
C11	3m3/25V		1x vypínač P-B100G
			1x cinch SCJ-0363R
			1x chladič DO1A
			4x přístrojová nožička GF4
			1x plošný spoj KTE476

– jk –



Obr. 4 - Rozmístění součástek

Detektor telefonní nuly

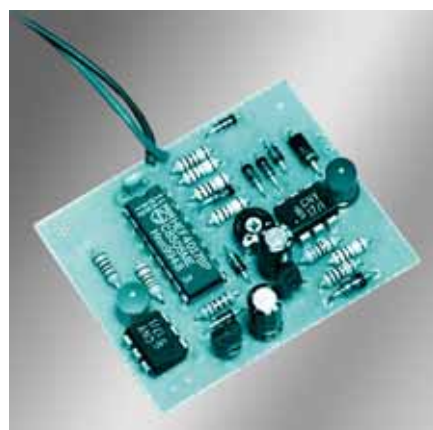
Josef Olah

Detektor je určen k telefonu s pulzní volbou čísla. Výstupní optočlen se sepne, bude-li po zvednutí sluchátka jako první voleno číslo nula. Tranzistor optočlenu pak může aktivovat pípák, čítač, blokovač atp. Zajímavostí je způsob detekování desátého impulsu. Vytočením čísla 1 až 9 na číselnici jsou impulsy čítačem načítány normálně. Vytočením nuly, tedy deseti impulsů, je poslední, desátý impuls načten 2x – načítáno je tedy celkem 11 impulsů. Návrh detektoru byl podřízen prioritě co nejmenšího odběru z baterie v klidovém stavu, což je v tomto zapojení pod 10 μA . Proto je i zapojení čítače takové jaké je. Vstupní i výstupní část si každý může upravit dle svých záměrů či potřeb.

V klidovém stavu je D2 blokována děleným napětím na R1, které je vyšší než U_{cc} , tudíž spínací tranzistor T1 a IO2 nevevou (publikováno v KTE). Kondenzátor C1 je nabitý, IO1 je nulován, výstup 0 je v úrovni H. Po zvednutí sluchátka se rozsvítí kontrolní LED D9 a tranzistor IO2 přejde do úrovně L. Tato sestupná hrana však není načtena, protože v této době je ještě C1 nabitý. Přes nyní vodivý IO2 se C1 vybije, čímž se R odblokuje a čítač je připraven k čítání. O odpor R4 je opřeno napětí z výstupu 0, na které je nabitý i C3. Vytočení čísla telefonem způsobí sérii kladných pravoúhlých pulzů na IO2, které jsou čítačem načítány. Počet pulzů v jedné sérii může být max. 10, což je právě při čísle telefonní nula. Při čísle nula "oběhne" úroveň H všechny výstupy, "cestou" nabije C2

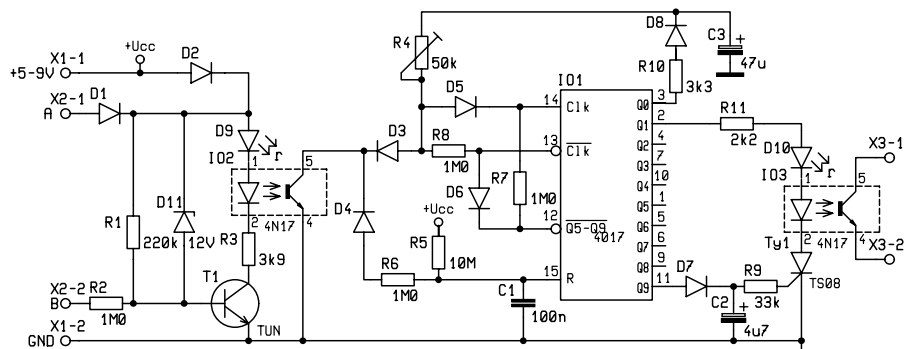
stup Q5-4 v L, je aktivní vstup Clk který čítá náběžné hrany pulzů. Tím je zajištěno že desátý impuls je načítán 2x. Po desátém impulsu totiž výstup Q5-4 mění svůj log. stav z L na H, a tudíž jsou načítány obě hrany desátého vstupního pulzu.

V kondenzátoru C3 je akumulována energie pro vygenerování deseti impulsů. Vlivem možných rozdílných úrovní H/L použitých IO1 a rozptylu tolerancí součástek je třeba nastavit časovou konstantu R4, C3 tak, aby při vytočení čísla nula stačil čítač načítat všech deset impulsů, než se C3 vybije. Ovšem po uplynutí mezičíslíkové mezery, jenž je platná po čase 0,8 s, již musí být C3 vybitý, tak aby čítač v žádném případě dál nečetl. Mezičíslíková mezera u rotačního číselníku závisí na volajícím, protože ten vytáčí čísla "ruč-



nulu – musí se rozsvítit D10. Zavěsíme a po zhasnutí D10, čímž oznámí reset čítače, můžeme opět zvednout sluchátko. Nyní vytáčíme dvojčíslí 01 (u rotačního číselníku nenásilně, ale vzápětí za sebou) a zmenšujeme odpor R4 tak dlouho, dokud nedosáhneme trvalého rozsvícení D10. Časovou konstantu lze přesněji nastavit, budeme-li simulovat plně nabitou a vybitou baterii regulovatelným zdrojem napětí. Potom nastavíme trimr R4 tak, aby obvod bezchybně indikoval telefonní číslo nula při U_{cc} 7 V i 10 V. Nastavení naštěstí není kritické – na pozici IO1 byly vyzkoušeny dva 4017 japonské výroby a dva od firmy Philips. Indikátor pracoval se všemi IO bezchybně při obou krajních mezích U_{dd} , bez nutnosti dodatečně korigovat nastavení trimrem R4.

Redakční poznámka: destička s plošnými spoji a rozmístění součástek na ní (viz obrázky dole) je pouze návrhem z naší redakční vývojové dílny. Berte jej, prosíme, jako inspiraci pro svoje experimenty a svoji práci.

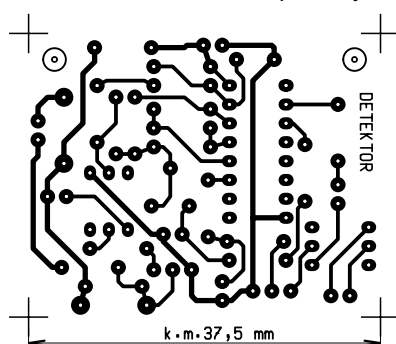


Obr. 1 - Schéma zapojení

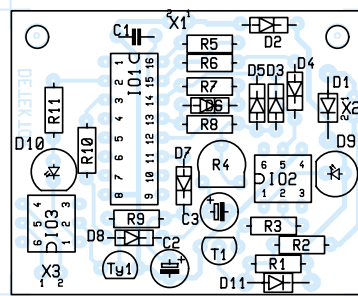
a zůstane trvale na výstupu Q1. Z výstupu Q1 je pak napájen optočlen IO23 přes sepnutý tyristor Ty1. Při čísle jiném jak nula se "běžící" úroveň H na výstup Q1 nedostane. Nulování čítače nastane po zavěšení sluchátka, kdy se tranzistor IO2 zavře. Tím se C1 přes R5 nabije na úroveň H, čímž dojde k nulování čítače a výstupní úroveň H se vrátí zpět na výchozí pozici, tedy na výstup 0.

Čítání čítače je upraveno tak, že 10 vstupních pulzů je "přetransformováno" na 11 impulsů. Tak je desátý vstupní pulz indikován úrovní H na výstupu 1 místo na výst. 0, jak by tomu bylo bez úpravy. Princip je následující: za pomoci diodové logiky D5, D6 a opěrných rezistorů R7, R8 je výstupem Q5-4 buď aktivován čítací vstup Clk, nebo Clk. Pokud je výstup Q5-4 v úrovni H, je aktivní vstup Clk který čítá sestupné hrany pulzů; je-li vý-

ně. Při volbě čísla z tlačítkového telefonu je však mezičíslíková mezera 800 ms konstantní, neboť je dána elektronikou telefonu. Detektor připojíme na linkové svorky A, B nebo paralelně k telefonu, zapojíme (např. destičkovou) baterii 9 V. R4 nastavíme na max. odpor a vytvočíme



Obr. 2, 3 - Plošné spoje a příklad rozmístění součástek



Telefonní blokováč DTMF

Josef Olah

Modul blokováče je určen pro připojení k telefonní lince nebo telefonnímu přístroji s tónovou volbou (DTMF). Blokováč znemožní volbu (vytočení) každého telefonního čísla začínajícího předvolbou/číslem NULA. Vhodným připojením modulu lze zvolit individuální blokování telefonního přístroje, nebo blokovat celou linku pro všechny přístroje. Modul blokováče je "osvobozen" od vlastního zdroje nebo baterie – tuto výhodu jistě není třeba obhajovat.

Funkce blokováče

Samotný blokováč je připojen některým způsobem, jak je uvedeno dále, k telefonní lince. K modulu je zapojen telefonní přístroj. Věčný kompromis – napájecí zdroj je zde řešen napájením přímo z telefonní linky, tak že v klidu modul neodebírá proud. Teprve po zvednutí sluchátka telefonu je přivedeno napájení k blokováči, který se tímto současně uvede do pohotovostního stavu. Bude-li nyní "vytočeno" jako první číslo nula, blokováč ji identifikuje a následně ihned zabrzdí další volbu čísla – resp. telefon oněmí. Teprve po zavěšení a opětovném zvednutí sluchátka nastane předchozí pohotovostní stav, kdy lze opět volit nové číslo.

Napájení modulu

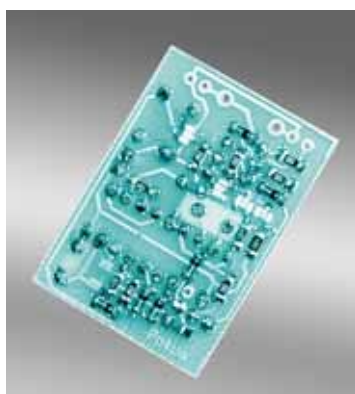
Modul blokováče je při aktivaci napájen telefonní linkou, paralelně s telefonním přístrojem, přes tranzistor T1. V klidu je tranzistor T1 nevodivý. Zvednutím sluchátka se vnitřní rozpínací kontakt v telefonu sepne, čímž bázi začne téci proud a T1 se otevře. Nyní je hlavní proudová smyčka uzavřena přes diodu emitor-báze tranzistoru T1 a telefon (hovorový útlum na vodivé diodě e-b T1 je zanedbatelný). Mnohem menším kolektorovým proudem T1 je napájen vlastní blokováč. Napětí U_N je dáno sériovým odporem/impedancí linky a výslednými paralelními impedancemi telefonu a blokováče. Protože impedance telefonu je řádově menší než impedance blokováče, je vzniklé napájecí napětí U_N přímo závislé na provozním napětí na telefonu, tj. okolo 6 – 7 V (individuálně dle přístroje). Jelikož je obvod MT8870DE dimenzován pro napájecí napětí U_{CC} do 5 V a navíc je klidové napětí U_N "tónově" rozmítáno napětím z T_U a případně i "hovorově" napětím z vlastního mikrotelefonu, je třeba U_{CC} upravit, resp. omezit. Napájecí napětí U_{CC} pro IO1 je zmenšeno úbytkem napětí na R2 a LD1. Při přechodových jevech (a zvonění) je U_{CC} "ořezáno" diodami D8, D9. Na kondenzátoru C1 je v normálních provozních podmínkách napětí U_{CC} asi 2,5 V. Kolísání napětí a zvlnění na C1 nevádí díky značné imunitě obvodu MT8870DE i na velmi "drsnou" nestabilitu napájecího napětí U_{CC} . Kapacitu C1

nelze řádově zvětšit mj. z důvodu požadavku rychlého náběhu U_{CC} a tedy i okamžité připravenosti blokováče po zvednutí sluchátka.

Detekce NULY

Z LED diody D9 je odebírán signál DTMF pro citlivý vstup tónového dekodéru IO1. Dioda D9, zde protékána relativně malým proudem, má tím pádem větší dynamický odpor, na kterém se vlivem superponovaného tónového proudu vybudí dostatečná úroveň střídavého napětí pro zpracování v IO1. Současně nemohou na D9 vzniknout extrémně silné signály.

Po stisku některého z tlačítka telefonní klávesnice je napětí U_N "tónově" rozmítáno signálem DTMF a klidový proud tekoucí rezistorem R3 a diodou D9 kopíruje tento průběh. Tímto proudem vybuze střídavé napětí na D9 je přivedeno přes vazební kondenzátor C3 na citlivý vstup tónového dekodéru IO1. Vyhodnotí-li IO1 tento signál jako platný DTMF kód (některá kombinace dvoutónu), objeví se na výstupech Q_0 až Q_4 jeho číselný ekvivalent v binární formě. Víme, že číslo/znak nula v "telefonní mluvě" je ve skutečnosti dekadické číslo 10 (rotační číselnice taktéž vyše 10 pulzů, a ne nula pulzů). Znak

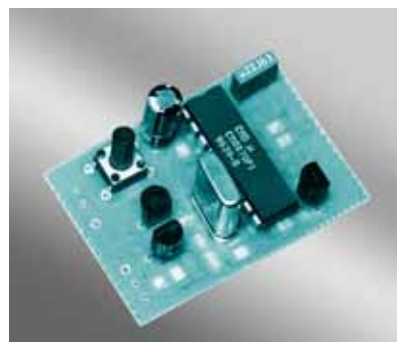


nula v kódu DTMF se tedy na výstupech Q_0 až Q_3 objeví v binární formě 1010.

Výstupní impuls při detekci znaku nula je jednoduše realizován diodovou logikou. Po připojení napájení U_{CC} jsou výstupy Q_0 – Q_3 a výstup STD v úrovni L. Bude-li jako první číslo dekódována nula, přejdou výstupy Q_1 a Q_3 do úrovně H, čímž dojde k zablokování diod D1, D2.

S malým zpožděním, daném časovou konstantou R11 a C4, se přepne i výstup STD do úrovně H. Tímto napětím se přes rezistor R7 a diodu D10 sepne tyristor Ty1, čímž dojde k znemožnění volby dalšího čísla (uvedeno dále).

Jiný konečný stav vznikne po dekódování jiného čísla než nula. Po dobu dekódování jakéhokoli znaku DTMF je výstup STD v úrovni H. Bude-li jako první číslo dekódován znak/číslo z řady 1 – 9 a poté výstup STD přejde do úrovně H,

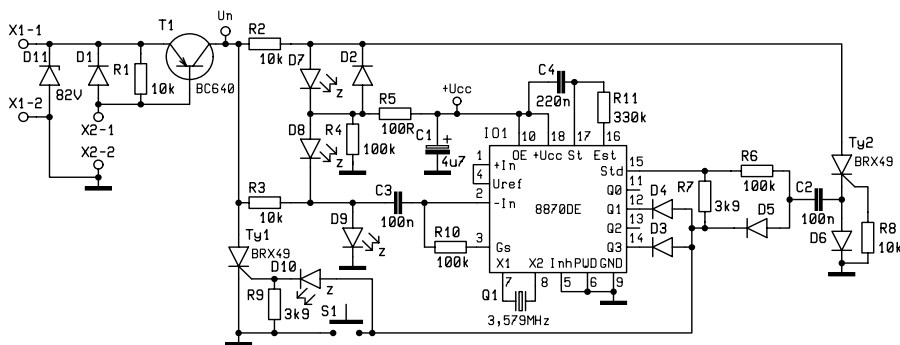


bude proud z R7 sveden k zemi některou z diod D1, D2, takže k sepnutí Ty1 nedojde. Současně se však z výstupu STD přes R6 a D6 nabije kondenzátor C2. Po uvolnění tlačítka klávesnice se výstup STD přepne zpět do úrovně L, načerá se nábojem vybíjejícího kondenzátoru C2 přes R8 a D5 sepne tyristor Ty2. Tím je dosaženo, že nyní trvale sepnutý Ty2 zkratuje "napájecí" rezistor R2 k zemi, čímž zanikne napětí U_{CC} . Je-li sepnut Ty2, je IO1 vyřazen z provozu, a tedy ani tyristor Ty1 již nemůže být nadále sepnut.

Blokáda linky

Znemožnění další volby čísla po dekódování nule je realizováno zkratováním telefonní linky tyristorem Ty1. Sepnutý tyristor tak proudově přemostí telefonní přístroj, který je tímto vyřazen z provozu, resp. přístroj nemá dostatečné napájecí napětí pro generování tónů DTMF. Výhodou tohoto principu je především podstatně jednodušší návrh, a tedy i samotná konstrukce.

Po sepnutí tyristoru Ty1 se sníží proud telefonem a bázi T1 na několik mA, jenž však drží tranzistor T1 stále otevřený (tranzistor je nyní v režimu zesilovače



Obr. 1 - Schéma zapojení

proudu). Teprve rozpojením spínače v přístroji (zavěšením sluchátka) se tranzistor T1 uzavře, následně se vlivem přerušovaného kolektorového proudu vypne i tyristor T1 a telefon, resp. blokováč se odblokuje.

K dočasnému zamezení sepnutí Ty1 slouží spínací kontakt S1. Přitom postačí, bude-li S1 sepnut v průběhu volby prvního čísla nula, kdy je spínací/blokovací impuls sveden k zemi. Uvolněním tlačítka klávesnice dojde k sepnutí Ty2, a S1 tedy můžeme uvolnit. Spínač S1 může představovat skrytý magnetický jazyčkový kontakt, mikrosplínač ap.

K funkci součástek a zapojení

Na pozici IO1 byly odzkoušeny tři ekvivalentní obvody/dekodéry DTMF od různých firem. Po nezáživném zkoušení a měření spolehlivosti pro toto zapojení se prioritně z hlediska příznivých přechodových jevů po náběhu U_{cc} (zvláště na výstupu STD), jako nejvíce vhodný ukázal obvod MT8870DE. Obvod CM8870PI z důvodů jiného počátečního stavu na výstupech $Q_0 - Q_3$ po připojení U_{cc} nevyhovuje vůbec a obvod HT9170 vyhověl méně přesvědčivě. Tři odzkoušené obvody MT8870DE zde pracovaly bezvadně. Pro zde uvedenou aplikaci lze proto doporučit pouze tyto obvody (a při koupi si "pravost" obvodu na místě zkontrolovat).

Při zapojeném vstupu DE dekodéru na U_{cc} setrvává dekodované binární číslo na výstupech $Q_0 - Q_3$ až do příchodu dalšího signálu DTMF (dalšího čísla). Bylo zjištěno, že dekodér MT8870DE si "pamatuje" poslední dekodované číslo

i při opravdu minimálním (0,2 V) zbytkovém napětí U_{cc} . Po obnově U_{cc} se potom toto číslo opět objeví na výstupech. Tento jev jindy vítaný je nám zde (bez zdoluhavého vysvětlování) na obtíž. Proto je zde zapojena zdánlivě zbytečná dioda D7 (ve funkci zenerovy diody), která zabraňuje průniku zbytkového napětí ze sepnutého Ty2 (případně Ty1) na C1. Dioda D2 urychluje počáteční vybití kondenzátoru C1 po sepnutí Ty2, R4 potom C1 zcela vybíjí a navíc při zavěšeném telefonu svádí pronikající zbytkové napětí k zemi.

Na časové konstantě dané $C4 \times R11$ závisí doba zpoždění, po které se výstup STD přepne do úrovně H, po dekodování binárního čísla na výstupech $Q_1 - Q_4$. Krátká č. k. zvyšuje riziko falešného impulsu na výstupu STD. Příliš dlouhá č. k. zase způsobí, že při volbě čísla z paměti/předvolby telefonu se impuls na výstupu STD vůbec neobjeví. Je to dáno krátkou dobou trvání jednotlivých signálů/čísel DTMF v případě volby číselné sady z paměti. Naopak je výhodné, že samotný telefon při ručním vytáčení čísla i velmi krátký stisk tlačítka "signálově" prodlouží, čímž je tedy nejkratší doba trvání signálu DTMF určena.

Tyristor Ty2 je přes katodu spínán záporným impulzem. Tento způsob spínání tyristoru (domnívám se že zřejmě nebyl dosud nikde uveden) se mi dobře osvědčil i v jiných aplikacích. Čas. konst. daná R6, C3 filtruje případné krátké rušivé impulsy po náběhu U_{cc} . Dioda D10 má funkci napětového spínače. Po sepnutí tyristoru Ty1 "spadne" U_N na asi 0,9 V a kondenzátor C1 se vybije, čímž napětí

U_{cc} zanikne (proto nelze nahradit Ty1 tranzistorem). Zapojení bylo úspěšně odzkoušeno i s obyčejnými diodami KA206, ale při tak nízkém U_{cc} raději použijeme Schottkyho diody, které mají asi o 0,3 V nižší napětí než diody obyčejné. Jako D7 – D9 použijeme obyčejné LED; při vyzváněcí signálu se totiž na R2 dostává plné napětí (diody pak svítí naplnou frekvencí signálu). D11 omezuje vstupní napětí a současně ochrání obvod při přepólování. Vyzváněcí signál prochází diodou D1 a "diodou" e-b T1. Rezistor R1 "zkratuje" emitor-bázi T1 při nevodivém stavu.

Stavba, oživení, instalace

Oživovat celkem není co. Vybereme LED D8 a D9, na kterých naměříme asi 1,8 V při proudu okolo 0,5 mA, což splňuje většina obyčejných zelených LED. U_{cc} by nemělo být menší jak 2,5 V; případně jej lze dostavit změnou hodnoty rezistoru R2. Potom by měl obvod pracovat na první zapojení.

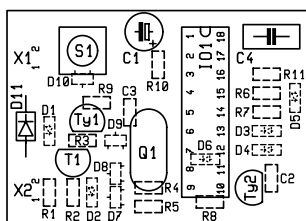
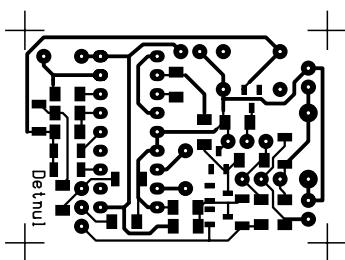
Na pozici IO1 zapájíme patici DIL 18, abychom mohli případně proměřovat obvod bez zapojeného IO1. Kondenzátor C1 a krystal osadíme naležato. Použijeme-li magnetický kontakt S1, přilepíme jeho skleněnou trubičku kapkou vteřinového lepidla zevnitř na vhodné místo skříňky telefonu či krabičky blokováče. Díky jednoduchosti zapojení je deska spoju jednoduše a motiv spoje lze bez problémů nakreslit i ručně. DPS je určeno pro plochou mělkou instalační krabici, kde zabere polovinu místa. Destička je v krabici připevněna jedním vrutem, umístěným pod „narovnatelným“ kondenzátorem C1.

Instalaci modulu blokováče lze realizovat několika způsoby. Jako průchozí na linkový kabel před i za koncovou přípojkou; samotnou destičku lze nainstalovat i přímo do vlastního telefonního přístroje. Z hlediska problematiky instalace a také zabezpečení proti nežádoucím zásahům však bude asi nejvýhodnější zapojit blokováč jako průchozí před koncovou výstupní přípojkou. Rozpojíme kabel linky, příslušné vodiče připojíme na vstup modulu X1 a vodiče vedoucí do koncové přípojky zapojíme na výstupy modulu X2, přitom samozřejmě dodržíme příslušné polarity vodičů (X1 - 1, X2 - 1 = +; X1 - 2, X2 - 2 = -). Je na uživateli, zabezpečí-li funkci "blokování nulových hovorů" celou telefonní linku či jen jednotlivý telefonní přístroj.

Závěr

Blokováč může najít uplatnění především v malých firmách, případně v rodinách s nezbednou mládeží. Blokováč byl vyzkoušen v součinnosti se standardním

– pokračování na str. 19 –

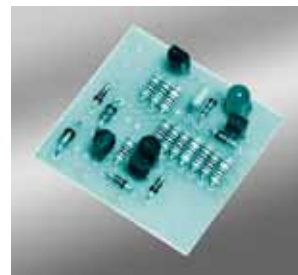


Obr. 2, 3 - Plošné spoje a příklad rozmístění součástek

Pípák pro podvojku

Josef Olah

Pípák umožňuje "dozvonit se" se na druhý telefon, připojený na stejnou telefonní linku, resp. umožňuje "telefonní styk" v rodinném domě, mezi sousedy atp. Ovládá se pouhým zvednutím položením sluchátka. Všude totiž není možné využít např. volných vodičů pro připojení externího zvonku.



Funkce zapojení

Oba telefony mají svůj pípák. Zvednutím sluchátka některého telefonu a jeho opětovném položení po uplynutí tří sekund se rozezní pípáky u obou telefonů, přerušované v rytmu blikání LED. Zvedne-li volaný sluchátko, oba pípáky se vypnou – ztichnou, což je znamení i pro volajícího. Nebude-li protistrana reagovat, může volající pípání "svého" bzučáku tlačítkem vypnout, přičemž LED bliká dále. Informuje, že na protistraně dosud sluchátko nikdo nadzvedl. Přitom se volající může zabývat jinou činností, neboť volaný po příchodu rozezní pípák čekajícího prvně uvedeným způsobem. Vypnout oba pípáky lze pouhým zvednutím a položením sluchátka libovolného telefonu. Při normálním telefonování se žádný z pípáků neaktivuje.

Pípák nemá baterie, napájení je realizováno z telefonní linky. V neaktivním stavu neodebírá proud, lhostejno zda při zavěšení či zvednutém sluchátku. Pípák je určen pro telefon s tónovou (DTMF) volbou čísla. Může však být připojen i na telefon s impulzní volbou – pokud nebude vadit, že při vytáčení čísla vždy krátce pípne, což je dáno charakteristikou zapojení.

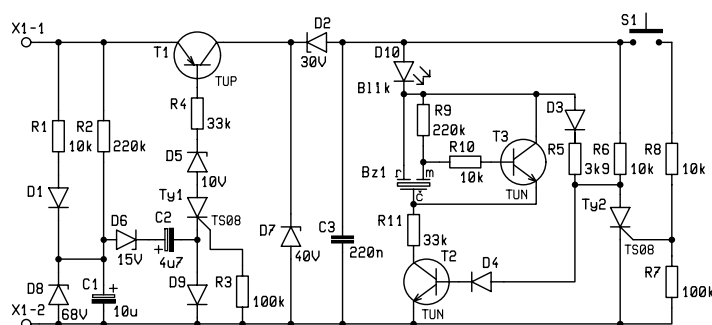
Schéma

Schéma se skládá z dvou funkčních částí – spínací a indikační. V klidu, při zavěšeném sluchátku, jsou kondenzátory C1 i C2 nabitý na stejné klidové napětí, dejme tomu 60 V. Zvednutím sluchátka klesne napětí na svorkách A/B na napětí několika voltů a kondenzátor C1 se začne zvolna vybíjet přes odpor R2 a telefon. Dioda D6 zavádí zpoždění pro počátek vybíjení C2, což je žádoucí. Po poklesu napětí na C1 o 15 V méně jak na C2 se začne vybíjet i C2 přes odpor R3 a též "společný" odpor R2. Kondenzátor C1 se vybíjí o něco rychleji než C2 a rozdíl napětí C2 – C1 se zvětšuje. S danými součástkami je tento rozdíl napětí – kulminací bod největší asi po 3 s, pak opět klesá, až zanikne. Při vybíjení C2 prochází proud i spínací elektrodou G tyristoru Ty1. Ten však nemůže být sepnut, protože napětí na svorkách X1 je menší jak napětí diody D5. Zavěšením sluchátka se však napětí na svorkách skokem zvedne zpět na 60 V. V této fázi je okamžitý spínací proud I_g elektrodou G dán okamžitým rozdílem napětí $U_{C2} - (U_{C1} + U_{D6}) = U/R3$. Pokud tedy po zavě-

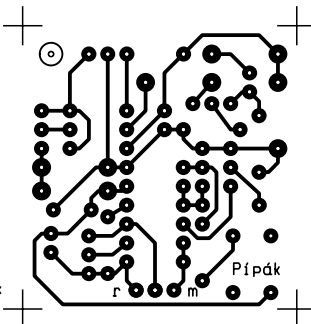
šení sluchátka bude okamžitý rozdíl napětí C2 – C1 dostatečný, tyristor Ty1 se sepne. (V době průchodu I_g se tyristor chová jako tranzistor a strmý vzrůst napětí na anodě sepne Ty1 i při mnohem menším proudu než katalogově zaručených I_g 0,2 mA.) Tedy souhrnně řečeno – jen v kulminacním bodě, asi mezi třetí a pátou sekundou, lze Ty1 resp. pípák položením sluchátka sepnout.

Sepnutým tyristorem prochází přídržný proud omezený rezistorem R4. Tento proud současně drží spínací tranzistor T1 ve vodivém stavu. Vypnutí Ty1 nastane vždy po zvednutí sluchátka, protože dioda D5 přídržný proud zcela přeruší. Přes R1, D1 se takřka okamžitě nabíjí C1, C2, což zajišťuje stejný počáteční stav obou pípáků ihned po položení sluchátka. Dioda D1 a rozdílné hodnoty rezistorů R1, R2 zajišťují, že se C1 při zvonění nevybíjí, ale naopak nabíjí. Pulzy vyzváněcího signálu však dosahují mnohem větších hodnot než klidové ss napětí. Proto je nutno diodou D8 omezit max. napětí na C1, C2, aby nedošlo k samosepnutí po skončení zvonění. Absolutní hodnoty

– pokračování na str. 25 –



Obr. 1 - Schéma zapojení



Obr. 2, 3 - Plošné spoje a příklad rozmístění součástek

– dokončení ze str. 18 –

tel. přístrojem ANETA. Budou vítány případné zkušenosti s blokovacem, jak se chová na jiných tel. přístrojích a linkách.

Domnívám se, že zapojení v tomto příspěvku není nijak složité, pohlédneme-li na protichůdné požadavky, které je třeba u podobných "telefonních" konstrukcí obvodově řešit. Odmyslíme-li si ze schématu Ty1, Ty2 a příslušející obvody, vidíme, že číslicový výstup dekodéru DTMF si přímo žádá o uplatnění i v jiných aplikacích... Nepřísluší mi připomínat, že

za příslušné porušení předpisů není zodpovědný ten, kdo nehomologovaný přístroj vyrábí či prodává, ale ten, kdo si takový přístroj připojí a provozuje.

Seznam součástek

R5	100
R2, R7	3k9
R1, R3, R8	10k
R4, R6, R9, R10	100k
R11	330k
C1	4,7μF ellyt

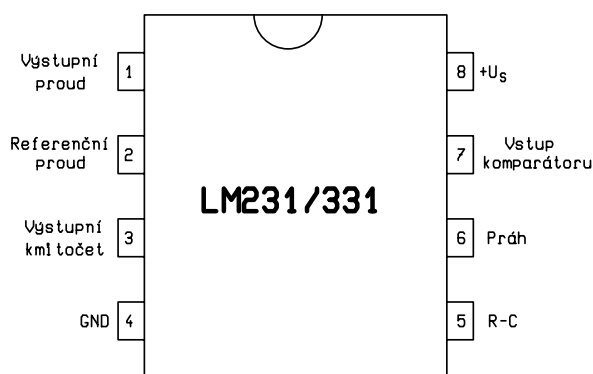
C2, C4	220n kerko
C3	100n kerko
D1	1N4007
D2 až 6	BAT43 (nebo ekvivalent)
D7, D10	LED obyčejné, rudé, 3 mm
D8, D9	LED obyčejné, zelené, 3 mm
D11	BZX 82 V/1,3 W
Ty1, Ty2	TS 08 (nebo ekvivalent, např. BRX49)
T1	BC 640
IO1	MT 8870 DE (sufix DE !)
X1	3,579 MHz krystal

Zajímavé integrované obvody v katalogu GM Electronic

14. Převodníky napětí na kmitočet III

Ing. Jan Humlhans

V katalogu GM nalezneme ještě další dva integrované převodníky napětí na kmitočet. Liší se sice v číselné části označení, výrazně v ceně a jsou i na různých místech katalogu. Jedná se ale o stejné obvody, které se liší pouze v rozsahu pracovních teplot pro které jsou určeny. U LM231 za 457 Kč je to -25°C až $+85^{\circ}\text{C}$, zatímco u LM331 za 92 Kč od 0°C do $+70^{\circ}\text{C}$. Dále uvedený popis a aplikační zapojení však platí pro oba tyto obvody a jejich varianty LM231A, LM331A liší se ve vlivu teploty na přenos (převodní konstantu K_U).



Obr. 1 - Pohled shora na pouzdro LM231/331

Stručný popis

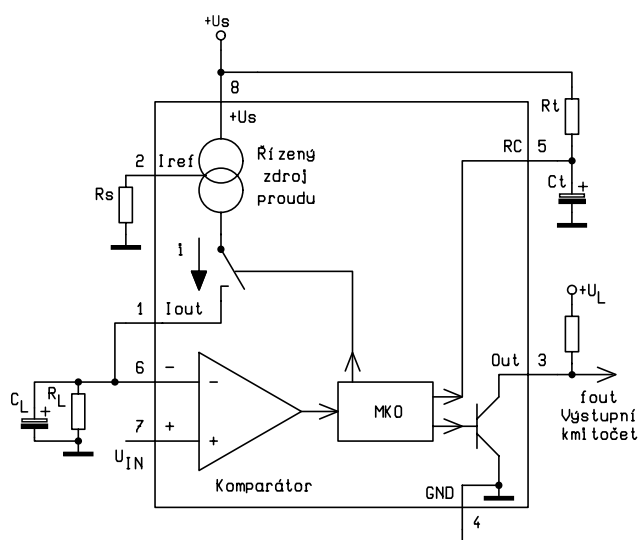
Integrované převodníky z rodiny LM231/LM331 jsou, jak víme z již popsaných obvodů, vhodné zejména pro převod nejrůznějších veličin do číselné formy, kmitočtovou modulaci i demodulaci, galvanické oddělení, dlouhodobou integraci analogových veličin i pro převod opačný – kmitočtu na napětí. V porovnání s některými podobnými obvody pracují i při napájení 4 V, vynikají malým vlivem teploty na jejich funkci a velmi dobrou linearitou. Obvod je umístěn do 8-vývodového pouzdra DIP s vývody zapojenými podle obr. 1 (pohled shora).

napájecí napětí	40 V
vstupní napětí	$-0,2 - +U_s$
ztrátový výkon	1,25 W
pracovní teplota (T_{MIN} a T_{MAX})	$-25^{\circ}\text{C} - +85^{\circ}\text{C}$ (LM231) $0^{\circ}\text{C} - +70^{\circ}\text{C}$ (LM331)

Tab. 1 - Mezní hodnoty

Hlavní přednosti obvodu

- zaručená nelinearita 0,01 %
- teplotní stabilita převodní konstanty $K_U = (f_{\text{max}} - f_{\text{min}})/(U_{\text{max}} - U_{\text{min}})$; max. $\pm 50 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ (LM231A/LM331A); max. $\pm 150 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ (LM231/LM331)



Obr. 2 - Zjednodušené funkční blokové schéma LM231/331

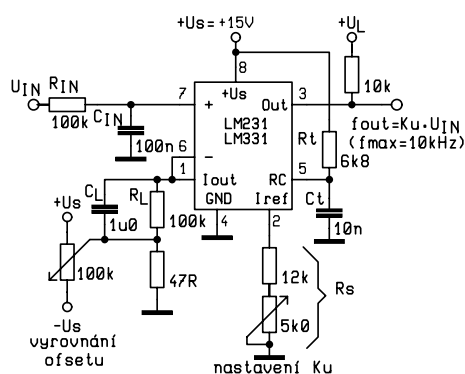
- možnost napájení z jediného zdroje, včetně 5 V obvyklých u logických obvodů
- malá vlastní spotřeba, při 5 V typicky 15 mW
- dynamický rozsah minimálně 100 dB při maximálním výstupním kmitočtu 10 kHz
- maximální výstupní kmitočt od 1 Hz do 100 kHz
- snadné připojení různých logických systémů

Charakteristické parametry

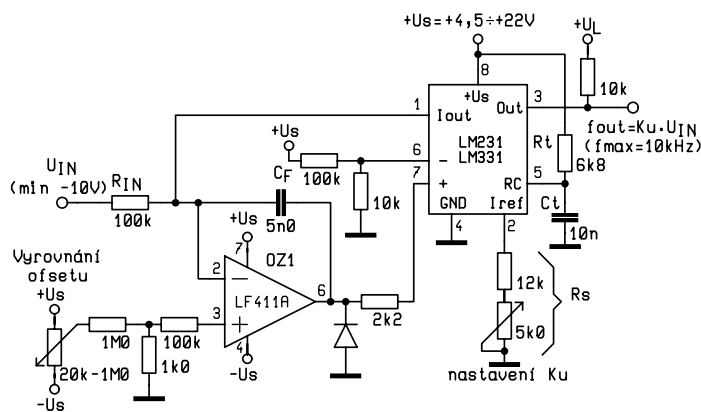
Platí pro teplotu okolí $T_A = +25^{\circ}\text{C}$, není-li uvedeno jinak (Pozn. 1).

Činnost obvodu

Na obr. 2 je zjednodušené funkční blokové schéma monolitického IO LM231/331 doplněné o externí součástky potřebné k realizaci převodníku U/f. Jak vidíme, sestává z řízeného zdroje

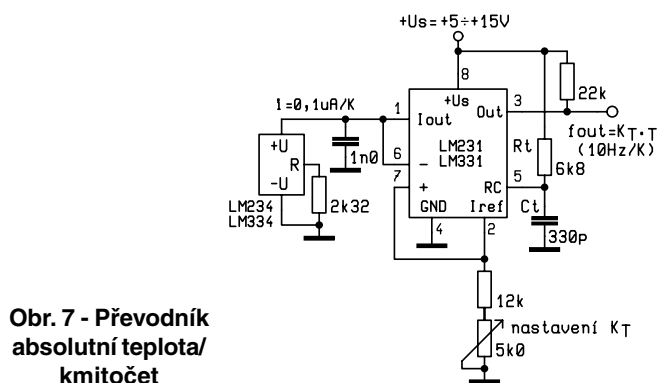


Obr. 3 - Jednoduchý převodník U/f s možným vyrovnáním offsetu

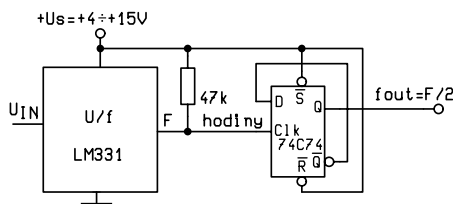


Obr. 4 - Tento přesný převodník U/f je standardním zkušebním i aplikačním zapojením

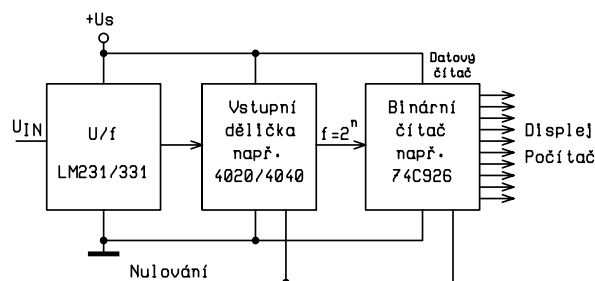
je proud, vstupního komparátoru, monostabilního multivibrátoru a několika rezistorů a kondenzátorů. Celek pracuje v podstatě jako přesný relaxační oscilátor, ve kterém je kondenzátor C_L v důsledku zpětné vazby opakovaně nabíjen proudovými impulsy a vybíjen do R_L tak, že střední hodnota napětí na něm je nepatrně vyšší než je napětí vstupní. Komparátor přitom porovnává kladné vstupní napětí U_{IN} na vývodu 7 s napětím U_X na vývodu 6. Je-li U_{IN} větší než U_X komparátor přepne a spustí monostabilní klopný obvod (MKO). Ten na dobu kyvu $t = 1 \cdot R_L \cdot C_L$ otevře výstupní tranzistor a přivede do kondenzátoru C_L připojeného ke druhému vstupu komparátoru konstantní proud i a do kondenzátoru dodá náboj $Q = i \cdot t$, takže napětí na kondenzátoru znovu převyší U_{IN} . S koncem doby kyvu t přejde MKO do klidového stavu a zdroj proudu odpojen. Kondenzátor C_L se začne vybíjet do rezistoru R_L , napětí na něm bude klesat až na úroveň U_{IN} a přepnutím komparátoru odstartuje další popsaný takto cyklus, které se pak opakují s kmitočtem f . Je-li U_{IN} vyšší, je vybíjení C_L přes R_L na jeho úroveň rychlejší než



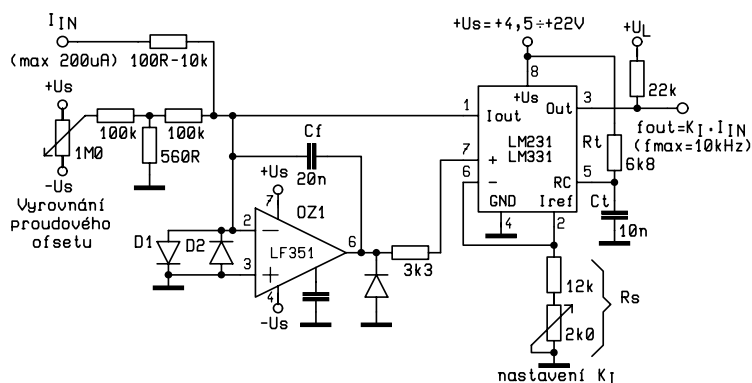
Obr. 7 - Převodník absolutní teplota/kmitočet



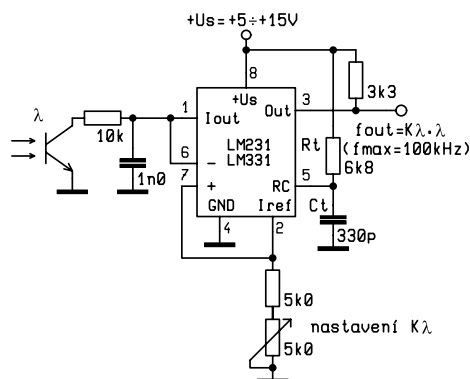
Obr. 8 - Symetrizace výstupního impulzního signálu



Obr. 9 - Princip dlouhodobé integrace analogového signálu



Obr. 5 - Převodník proud/napětí neovlivňuje vstupní napěťové nesymetrie

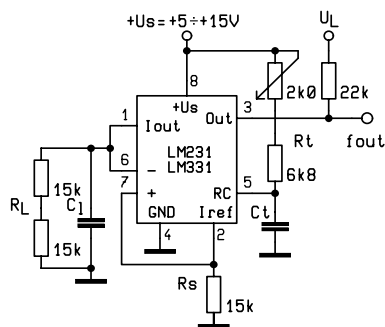


Obr. 6 - Převodník osvětlení na kmitočet

při napětí malém, výstupní kmitočet je tedy vstupnímu napětí přímo úměrný. Jinak lze říci, že střední proud tekoucí do kondenzátoru v ustáleném stavu $I_{stf} = i \cdot (1 + R_L C_L) \cdot f$ je roven střednímu proudu tekoucímu z kondenzátoru $U_X/R_L \approx U_{IN}/R_L$. Jestliže se tedy vstupní napětí např. zdvojnásobí, musí se pro udržení rovnováhy zdvojnásobit i kmitočet f . Skutečnému provedení odpovídající funkční blokové schéma je poněkud složitější a lze je nalézt v [3]. Proud i , který dodává zdroj proudu do vývodu 1 je velikostí shodný s proudem tekoucím rezistorem R_S z vývodu 2 na zem a tak jej lze nastavit. Pokud proud i nepřekročí 500 mA je totiž napětí na vývodu 2 udržováno na hodnotě 1,9 V. Pokud se impedančně oddělí, lze toto napětí použít např. jako referenční pro další části systému. Výstupní tranzistor s otevřeným kolektorem vyvedeným na vývod 3 spíná externí zátěž, která může být napájena jak ze stejného zdroje jako vlastní integrovaný převodník, tak i jiného např. pro napájení návazných logických obvodů U_{log} . Proud tekoucí do 3 je omezen na 50 mA.

Základní zapojení převodníku U/f s LM231/331

Jednoduchý převodník U/f pro vstupní napětí do 10 V může být zapojen podle obr. 3. Proti zjednodušenému funkčnímu blokovému zapojení na obr. 2 je přidán rezistor $R_{IN} = 100 \text{ k}\Omega$, jehož úlohou je, jak víme např. z minulé části [2], zmírnit chybu vznikající vstupními proudy komparátoru. Odpojem R_S vytvořeným z pevného rezistoru 12 k Ω a trimru (cermet) 5 k Ω lze přesněji nastavit proudový zdroj a tím požadovanou hodnotu převodní konstanty K_U a vyloučit tak vliv tolerancí jak IO tak součástek R_t , R_L a C_t . Je žádoucí, použít na jejich místě součástky s nízkým teplotním koeficientem jako jsou kovové odpo-



Obr. 10 - Převodník U/I může posloužit i jako stabilní oscilátor

ry a kondenzátory s polystyrénovým, teflonovým nebo polypropylenovým dielektrikem. Pro výstupní kmitočet platí:

$$f_{OUT} = \frac{U_{IN}}{U_{REF}} \cdot \frac{R_S}{R_L} \cdot \frac{1}{1,1 \cdot R_t \cdot C_t} = \frac{U_{IN}}{2,09} \cdot \frac{R_S}{R_L} \cdot \frac{1}{R_t \cdot C_t} \quad [\text{Hz}; \text{V}, \Omega, \text{F}]$$

a v případě hodnot na obr. 3 je tedy při $U_{IN}=10 \text{ V}$ výstupní kmitočet 10 kHz. Nepovinný kondenzátor C_{IN} , jehož kapacita vhodná pro většinu případů je mezi 10 nF až 100 nF případně 1 μF , tvoří spolu s R_{IN} dolní propust pro vstupní napětí, účelnou pokud hrozí přítomnost neúžitečných složek o vyšších kmitočtech ve vstupním signálu. Při přizpůsobení hodnot RC konstant na vývodech 6 a 7 by skoková změna U_{IN} měla způsobit rovněž skokovou změnu f_{OUT} . Je-li C_{IN} mnohem menší než C_L , může při skokové změně U_{IN} dojít ke krátkodobému výpadku

výstupního signálu. 47 Ω rezistor v sérii s C_L zavádí hysterezi, která má příznivý vliv na linearitu. Pomocí trimru R_N , který nemusí být v případě menších nároků použit, lze vynulovat vstupní napěťovou nesymetrii (ofset). Od obvodu lze očekávat nelinearitu menší než 0,03 %.

Přesný převodník U/f

Na obr. 4 je zapojení převodníku, který je určen pro záporné vstupní napětí do -10 V. V tomto obvodu je integrace, pro kterou byl v prvním zapojení použit pouze kondenzátor C_L prováděna integrátorem sestávajícím z operačního zesilovače, rezistoru R_{IN} a kondenzátoru C_F . Cyklus začíná, když výstup integrátoru překročí napětí na vstupu 6 IO1. Proud o střední hodnotě $i \cdot (1,1 \cdot R_t \cdot C_t) \cdot f$ vyrovnává vstupní proud $-U_{IN}/R_{IN}$ do vstupu integrátoru s OZ1. Protože v tomto obvodu neovlivňuje přesnost převodu napěťová nesymetrie vstupního komparátoru IO1 jako u převodníku z obr. 2 případně 3, ale nesymetrie OZ1, je vhodné volit zesilovače s malou vstupní napěťovou a proudovou nesymetrií. Další výhodou je rychlé ustálení výstupu obvodu po skokové změně na vstupu, které proběhne ve dvou cyklech. Příznivý vliv na linearitu má i to, že výstupní proud z řízeného zdroje proudu teče do virtuální země vstupu OZ1 na rozdíl od zapojení na obr. 3, kde je tento proud ovlivňován vstupním napětím. Takto zapojený převodník je proto vhodný, chceme-li přesně převádět i malé vstupní signály. Pro výstupní kmitočet v tomto případě platí:

$$f_{OUT} = \frac{-U_{IN}}{2,09} \cdot \frac{R_S}{R_{IN}} \cdot \frac{1}{R_t \cdot C_t}$$

Převodník proud/kmitočet s velkým dynamickým rozsahem

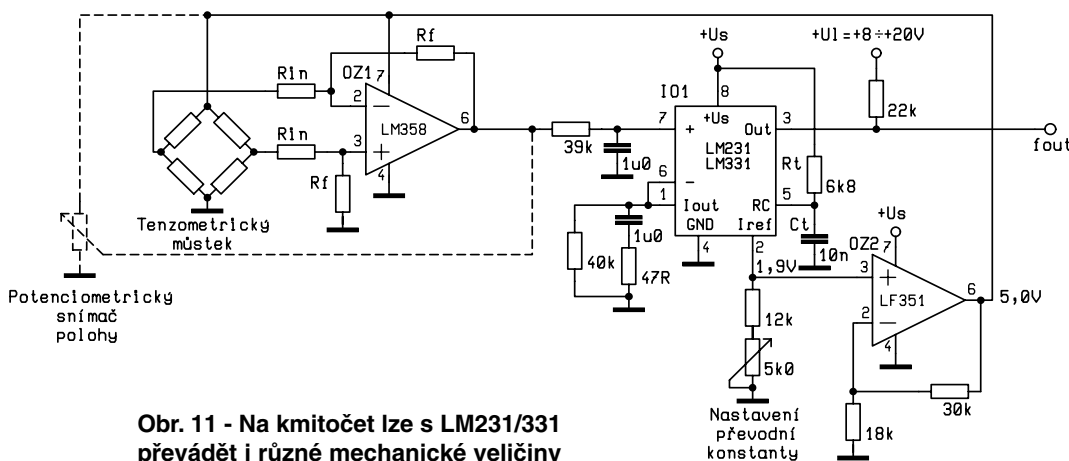
Při velkém dynamickém rozsahu vstupu se; v zapojení na obr. 4 projeví při malém vstupním signálu na přesnosti převodu napětí/kmitočet nepříznivě vstupní napěťová nesymetrie a vstupní proud operačního zesilovače. Je-li např. maximální vstupní signál 10 V, má signál o 100 dB menší velikost 100 μV , který již je srovnatelný s driftem napěťové nesymetrie ať díky času nebo teplotě a chyba již nemusí být tolerovatelná. Pokud bychom však převáděli na kmitočet proudový signál obvodem zapojeným podle obr. 5, není problém dosáhnout dynamického rozsahu 120 dB, protože není důležitá napěťová nesymetrie, ale vstupní klidový proud I_B . Proto je v převodníku 200 $\mu\text{A}/10 \text{ kHz}$ podle [5] třeba použít na místě OZ1 operační zesilovač BiFET např. uvedeného typu, který má $I_B < 100 \text{ pA}$ a teplotní koeficient do 10 $\text{pA}/^\circ\text{C}$. Je však nutné užít také součástky s malými svodovými a závěrnými proudy na místě C_t , C_F a ochranných diod D1, 2. Pro vstupní proudy od 100 pA do 200 μA se výstupní kmitočet řídí vztahem:

$$f_{OUT} = \frac{I_{IN} \cdot R_S}{2,09 \cdot R_t \cdot C_t}$$

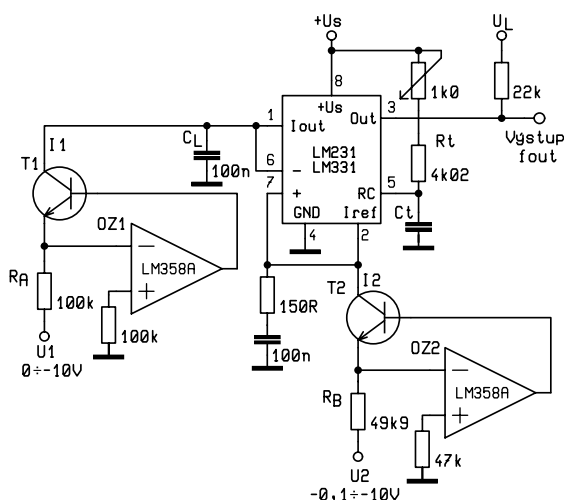
Několik dalších aplikací

Převodník osvětlení na kmitočet

O tom, že převod na kmitočet je jednou z možností poměrně snadné digitalizace některých neelektrických veličin s velkým



Obr. 11 - Na kmitočet lze s LM231/331 převádět i různé mechanické veličiny



Obr. 12 - Současně s převodem na kmitočet lze provádět např. i dělení signálů; maximální výstupní kmitočet obvodu je 15 kHz

parametr	podmínky	min.	typ.	max.	jednotka
nelinearita (pozn. 2)	$4,5 \text{ V} \leq U_S \leq 20 \text{ V}$ $T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$		$\pm 0,003$ $\pm 0,006$	$\pm 0,01$ $\pm 0,02$	%
nelinearita převodníku dle obr. 3	$U_S = 15 \text{ V}$; $f = 10 \text{ Hz}$ a 11 kHz		$\pm 0,024$	$\pm 0,15$	%
přesnost převodní konstanty K_U LM231, LM231A LM331, LM331A	$U_{\text{IN}} = -10 \text{ V}$, $R_S = 14 \text{ k}\Omega$	0,95 0,90	1,00 1,00	1,05 1,10	kHz/V
vliv teploty na K_U LM231/LM331 LM231A/LM331A	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$ $4,5 \text{ V} \leq U_S \leq 20 \text{ V}$		± 30 ± 20	± 150 ± 50	ppm/°C
vliv U_S na K_U	$4,5 \text{ V} \leq U_S \leq 10 \text{ V}$ $10 \text{ V} \leq U_S \leq 40 \text{ V}$		0,01 0,006	0,1 0,06	%/V
jmenovitý maximální kmitočet	$U_{\text{IN}} = -10 \text{ V}$	10			kHz
dlouhodobá stabilita (1000 h) K_U	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$		$\pm 0,02$		%
vstupní komparátor					
napěťová nesymetrie (ofset) LM231/LM331 LM231A/LM331A	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$		± 3 ± 4 ± 3	± 10 ± 14 ± 10	mV
vstupní klidový proud			-80	-300	nA
vstupní proudová nesymetrie			± 8	± 100	nA
souhlasné napětí	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	-0,2		$U_S - 2,0$	V
časovač					
prahové napětí (vývod 5)		0,63	0,667	0,7	$\times U_S$
vstupní proud vývodu 5 všechny LM231/LM331 LM231A/LM331A	$U_S = 15 \text{ V}$ $0 \text{ V} \leq U_S \leq 9,9 \text{ V}$ $U_S = 10 \text{ V}$ $U_S = 10 \text{ V}$		± 10 200 200	± 100 1000 500	nA
napětí nasycení U_{SSAT}	$I = 5 \text{ mA}$		0,22	0,5	V
proudový zdroj (vývod 1)					
výstupní proud LM231, LM231A LM331, LM331A	$R_S = 14 \text{ k}\Omega$, $U_1 = 0 \text{ V}$	126 116	135 136	144 156	μA
změna s napětím	$0 \text{ V} \leq U_1 \leq 10 \text{ V}$		0,2	1	μA
zbytkový proud ve stavu OFF všechny obvody	$T_A = T_{\text{MAX}}$		0,02 2	10 50	nA
pracovní rozsah proudu			10÷500		μA

parametr	podmínky	min.	typ.	max.	jednotka
referenční napětí (vývod 2)					
LM231, LM231A LM331, LM331A		1,76 1,7	1,89 1,89	2,02 2,08	V
vliv teploty			±60		ppm/°C
dlouhodobá stabilita (1000 h)			±0,1		%
logický výstup (vývod 3)					
U_{OL}	$I_{OL} = 5 \text{ mA}$		0,15	0,5	V
	$I_{OL} = 3,2 \text{ mA} (\approx 2 \times TTL);$		0,1	0,4	V
	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$				
svodový proud ve stavu H			0,05	1	μA
napájecí proud					
LM231, LM231A	$U_S = 5 \text{ V}$	2	3	4	mA
	$U_S = 40 \text{ V}$	2,5	4	6	
LM331, LM331A	$U_S = 5 \text{ V}$	1,5	3	6	
	$U_S = 40 \text{ V}$	2	4	8	

Pozn. 1: všechny údaje odpovídají zapojení v obr. 4 při $4 \text{ V} \leq U_S \leq 40 \text{ V}$, není-li uvedeno jinak

Pozn. 2: Odchylka f_{OUT} od vztahu $U_{IN} \times (10 \text{ kHz} / -10 \text{ V})$ v rozsahu výstupního kmitočtu 1 Hz až 11 kHz a nastavení nulové chyby pro kmitočty 10 Hz a 10 kHz.

Tab. 2

dynamickým rozsahem při dobré přesnosti byla v tomto seriálu již řeč [2]. Na obr. 6 je převodník intenzity osvětlení snímané fototranzistorem na kmitočty až 100 kHz.

Převodník teploty na kmitočty

Na dalším obrázku 7 je převodník absolutní teplota/kmitočty s převodní konstantou 10 Hz/K, přičemž teplota je snímána polovodičovým senzorem s citlivostí 0,1 μA/K.

Někdy se požaduje, aby výstupní pravoúhlý signál byl souměrný. To umožní zařazení klopného obvodu D, který ovšem sníží výstupní kmitočty na polovinu. Možný způsob realizace je na obr. 8.

Dlouhodobá integrace analogového signálu

Na dalším obr. 9 je naznačena možnost realizace dlouhodobé časové integrace analogového napětí pomocí převodníku U/f, případného binárního děliče kmitočtu pro přizpůsobení rozsahu čítání a čítače obsahujícího výsledek integrace, který je již možno zobrazit nebo ještě dále zpracovat. Jako možné využití si lze představit např. měření náboje dodaného/odebraného při nabíjení/vybíjení do/z akumulátoru.

Převodník U/f jako oscilátor

Sice je nasnadě, ale přesto se s ním běžně nesetkáváme - oscilátorem, vytvořeným tak, že na vstup 7 (má vysokou vstupní impedanci) komparátoru integrovaného převodníku připojíme stabilní napětí jako v případě na obr. 10 přímo referenční napětí 1,9 V, které je u LM331 k dispozici na vývodu 2. Výstupní kmitočty tohoto oscilátoru je teplotně velmi stabilní, v [4] se udává ±25 ppm/°C použijí-li se teplotně málo závislé součást-

ky na místě R_t a C_t . Pro stav uvedený na obr. 10 je výstupní kmitočty dán vztahem:

$$f_{OUT} = \frac{1,9}{1,9} \cdot \frac{R_S}{R_L} \cdot \frac{1}{1,1 \cdot R_t \cdot C_t} = \frac{1}{2,2 \cdot R_t \cdot C_t}$$

Zapojení je vhodné pro kmitočty 20 Hz až 20 kHz, kmitá však ještě na 120 kHz.

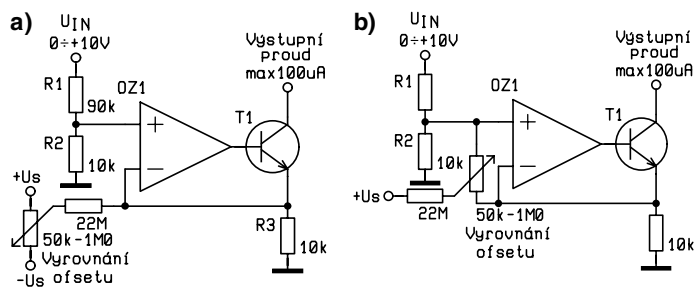
Převodník mechanického napětí nebo dráhy a natočení na kmitočty

Na obr. 11 je využito skutečnosti, že na vývodu 2 LM331 je konstantní napětí, které, pokud jej impedančně oddělíme a případně zvětšíme na 5 V, jako v tomto případě pomocí OZ2, můžeme využít např. pro napájení tenzometrického můstku, případně např. snímače tlaku s tímto můstkem nebo potencio-metrického snímače lineární dráhy nebo natočení. V případě tenzometrického můstku je jeho nízkourovňový výstup zesílen pomocí OZ1, který je zapojen jako rozdílový zesilovač. Na výstupu je pak k dispozici signál s kmitočtem úměrným jedné z jmenovaných mechanických veličin.

Převodník poměru dvou napětí na kmitočty

V dosud uvedených zapojeních bylo prezentováno programování proudového zdroje jen rezistorem z vývodu 2 na zem. To však není, jak ukazuje zapojení na obr. s12, jediný možný způsob. Tento obvod umožní do procesu převodu na kmitočty zavést ještě jednoduché matematické zpracování, v případě hodnot součástí uvedených v obr. 12 realizovat vztah:

$$f_{OUT} = \frac{U_1}{U_2} \cdot \frac{R_B}{R_A} \cdot \frac{1}{1,1 \cdot R_t \cdot C_t} = 10 \cdot \frac{U_1}{U_2} \quad [\text{kHz}; \text{V}]$$



Obr. 13 a, b - Převodníky U/I umožní použití děliče z obr. 12 i pro kladná vstupní napětí

Namísto rezistoru určuje proud z vývodu 2 převodníku napětí/proud vytvořený pomocí OZ2. Obdobný převodník je zařazen i do vstupu 6. Pokud v konkrétním případě nevyhovuje potřeba záporných vstupních napětí, lze použít převodníky upravené podle obr. 13 a, b, přičemž varianta b) vystačí jen s kladným napájecím napětím. Tranzistor T1 by měl mít $\beta > 300$, souhlasné napětí OZ by mělo sahát až k zemní napájecí úrovni.

Izolace převodníku napětí na kmitočet přenosem světla

Na obr. 14 je varianta galvanického oddělení, kterou jsme zatím neukázali a která je spojena i s přenosem dat na jistou, omezenou vzdálenost. Využívá se přitom světlovodiče, kterým se světlo z diody na vysílací straně přivede k přijímacímu fototranzistoru, kde je vysílaný impulzní průběh rekonstruován a dále zpracován.

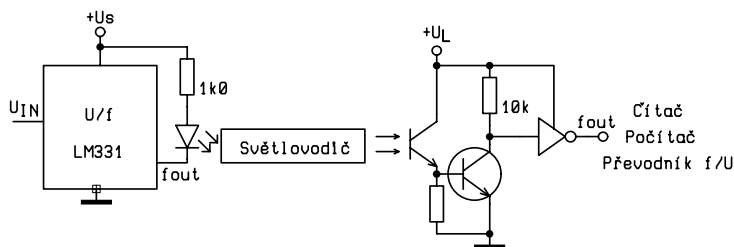
Závěr

Ve čtyřech pokračováních jsme poměrně podrobně popsali funkci a řadu aplikací tří typů integrovaných převodníků napětí na kmitočet. Některé uvedené aplikace lze v současnosti řešit

pomocí mikropočítačů, přesto mají jednoduchá řešení stále své kouzlo. Konečně, uvedené převodníky jsou velmi vhodné pro spolupráci s nimi [6] a mohou tvořit vhodné rozhraní mezi analogovým a digitálním světem.

Prameny:

- [1] J. Humlhans: Převodníky napětí na kmitočet I. Rádio plus KTE č. 1/2000, s. 20 - 23.
- [2] J. Humlhans: Převodníky napětí na kmitočet IIa. Rádio plus KTE č. 5/2000, s. 20 - 26.
- [3] LM231A/LM231/LM331A/LM331A Precision Voltage-to-Frequency Converters. Katalogový list National Semiconductor Corporation (NSC).
- [4] R. A. Pease: Versatile Monolithic V/Fs Can Compute as Well as Convert with High Accuracy. Publikace NSC AN-D
- [5] R. A. Pease: Wide-Range Current-to-Frequency Converters. Aplikáční poznámka NSC AN-240.
- [6] L. A. Distaso: Analog to Digital Conversion Techniques with COPS Family Controllers. COP-Note 1. National Semiconductor Corporation.
- [7] Katalog GM Electronic 2000



Obr. 14 - Signál z převodníku U/f lze na dálku přenášet i světlovodičem

– dokončení ze str. 19 –

součástek nejsou kritické, avšak z důvodu dodržení "časové synchronizace" obou pípáků stavíme tuto část z nových součástek totožné hodnoty a z "jednoho vrhu" – tedy koupených naráz a v jednom obchodě.

Dosud popisovaný blok – část schéma, slouží pouze k sepnutí T1 za vymezených podmínek. Dále tranzistor T1 napájí obvody akusticko-indikační části. Jak vidno ze schématu, lze pro jinou modifikaci tuto část (včetně T1) zcela vypustit a např. pouze zapojit do série s R4 diodu optočlenu.

Stabilizační diody D2 a D7 vymezují rozsah napájecího napětí na 10 V. Kondenzátor C3 filtruje zbytkový burst (část signálu) z Bz1. Seskupení součástek R9, R10, R11 a T3 tvoří katalogové zapojení oscilátoru piezoměniče Bz1. Při vypnutí tyristoru Ty2 je báze T2 napájena proudem z R6 (R5 neuvažujeme). T2 je tudíž sepnutý a Bz1 pípá v rytmu samoblikací D10. V případě stisku tlačítka S1 se sepne tyristor Ty2, tranzistor T2 se uzemněním báze přes Ty2 zavře, čímž piezobzučák utichne. Dioda D10 však bliká dále, nyní však proudově napáje-

na přes R5, D3 a Ty2. Přídržný proud pro Ty2, v mezerách kdy D10 nevede, je dán rezistorem R6. Nebudeme-li používat tlačítko, T2, Ty2 a příslušné R, D neosadíme, R11 uzemníme.

Závěr

Jelikož byla dána přednost bezbateriovému napájení a bezodběrový akustický prvek dosud nemáme, udává vstupní impedanci v aktivní stavu především proudový odběr piezoměničů, případně samoblikajících LED. Nicméně, podmínka aby TÚ považovala tel. smyčku za "rozpojenou", při pípácích v aktivním stavu, je splněna. Destička spojuj 42 x 36 mm je určena pro krabičku U-SEB2. Piezoměnič přilepíme pod víčko do rohu, předtím vyvrtáme zvukový otvor. Tlačítko "přizvedneme" nad DPS na úroveň víčka připájením drátových odstřížků na nožičky. LED na káblíku natěsno vtlačíme do předvrtaného otvoru ve víčku. Samotnou destičku lze případně zabudovat přímo do telefonu. Pípáky slouží mému známému pro spojení mezi bytem a obchůdkem na podvojně telefonní lince se systémem tónové volby čísla.

Seznam součástek

R1, R6, R8, R10	10k
R3, R7	M1
R2, R9	M22
R4	33k
R5	3k9
R11	1k5
C1	10uF/100V ellyt radial
C2	5uF/100V ellyt radial
C3	220nF kerko
D6	BZX85/15V
D1, D9, D3, D4	1N4148 (1N4448)
D5	BZX85/10V
D2	BZX85/30V
D8	BZX85/68V
D7	BZX85/40V
T1	BC640
T2	BC546B
T3	BC546B
Ty1, Ty2	TS08
(BRX47 – 49; pozor – otočit o 180°)	
LD1	LED zelená
PM1	KPT2038FW
samovybuditelný piezoměnič	
T11	P-B1720
(P-B1727) minitlačítko do DPS	
krabička U-SEB2 s úchyty/oušky (U-SEB2A bez oušek)	

Jak se rodí profesionální plošné spoje

Ing. Jiří Špot

Vážení čtenáři, i přes pečlivé korektury se do první části, otištěné v čísle 6/2000, dostaly dvě nepřesnosti: Tedy 1). kapitola 1. 2. 3., druhý odstavec, první věta má správně znít: „Po oplachu jsou přířezy zavěšené do chemické lázně...“, nikoli tedy „do galvanické“, jak je uvedeno. V této fázi výroby se nejprve nanáší ionty palladia, které vytvoří vodivou mikrovrstvu na izolantu (stěny otvorů); nelze tedy použít galvanický proces, ve kterém musí pokovovaný povrch tvořit zároveň elektrodu, což u izolantu dost dobře nejde... Galvanicky se nanáší měď až poté, jak je uvedeno v první větě tohoto odstavce. Název této kapitoly by tedy měl nejspíše znít „Základní pokovení“.

2). Kapitola 1. 2. 9., první odstavec, první věta má správně znít: „... (Aureus) se místo žárového cínu, jedná se v podstatě o náhradu technologie Hal; používají se ...“

Vzhledem k tomu, že se používané technologie neustále mění a používají se i jiné postupy, nebylo cílem první části postihnout detailně všechny možnosti, ale uvést jednu z používaných metod jako příklad, aby si čtenář mohl udělat představu o náročnosti jak technologické, materiálové a energetické, tak o nárocích kladených na pracovníky výroby desek s plošnými spoji. S omluvou Ing. Jiří Špot.

2. Technologie výroby desek s plošnými spoji

Vzato z historického hlediska, bylo vyzkoušeno několik větví, z nichž některé buď zcela zanikly, nebo se provádějí okrajově (například gravírování motivů), jiné se používají na jednoduché hromadně vyráběné série (hlavně síťotisk), případně na unikátní vzorky (technologie Multiwire).

Převážná většina vzorkové i sériové vyráběných desek s plošnými spoji je v současnosti vyráběna fotografickou cestou, zkráceně fotocestou, tj. osvětlením fotocitlivé vrstvy přes filmové předlohy motivů a následným vyvoláním a odleptáním osvětlených přířezů. Proces vycházel ze zkušeností s kontaktním způsobem zhotovování fotografií; mimochodem – kontaktní způsob se dodnes používá u zpracování uměleckých fotografií nejvyšší kvality ...

V první části jsem uvedl příklad celého výrobního postupu dvouvrstevných desek s plošnými spoji s nepájivou maskou, zde se budeme věnovat odlišností a variantám výrobního postupu pro čtyři hlavní skupiny provedení: jednovrstvé, dvouvrstvé, čtyřvrstvé a vícevrstvé desky s plošnými spoji.

Obecným základem zpracování je tedy přiložení fotografické předlohy motivů plošných spojů (nepájivé masky, potisku) na fotocitlivou vrstvu, nanesenou na přířezu materiálu, ze kterého se budou vyrábět desky s plošnými spoji.

Obrazkové přílohy, uvedené v tomto dílu ukazují některé novinky ve výrobě desek s plošnými spoji – přímý osvit fotocitlivé vrstvy UV laserem a technologii mikroprůchodů. Informace jsem čerpal z časopisu Printed Circuit News 6/2000, viz též www.printedcircuitnews.com.

2.1. Jednovrstvé desky s plošnými spoji

Tato skupina desek obsahuje pouze jedinou vrstvu s vodivými obrazci spojů. Neklade tedy nároky na pokovení otvorů a je výrobně nejjednodušší – koneckonců je zvládnutelná i amatérsky v domácích podmínkách s poměrně slušnými výsledky, což si větší na z vás vyzkoušela ...

Jenom na okraj – mně osobně se osvědčil následující způsob amatérské výroby: motiv vrtacího výkresu jsem překreslil (dnes bych vytiskl) na pauzák a přilepil jej Kanagomem na neočištěný přířez – zde v konečném rozměru, tedy bez technologického okolí. Pokud bylo desek více, spojil jsem je po dvou až třech šrouby v montážních otvorech. Následovalo

vyvrtání, většinou ještě před zatvrdnutím lepidla, takže pauzák bylo možné sejmut bez jeho vážnějšího poškození a použít jej na další sérii. Nyní nastal čas pro očištění desek od lepidla a zbytků materiálu po vrtání. Stejnou operací bylo nakreslení motivu trubičkovým perem, plněným ředěnou „nitrofarbou na kožu“ (dnes osvit fotocitlivé vrstvy), a odleptání mědi ve směsi kyseliny chlorovodíkové a 30% peroxidu vodíku v poměru asi 1:1 – doba leptání přibližně 20 – 30 vteřin podle stavu leptací lázně. Výsledek snažení odpovídal hlavně pečlivosti kreslení motivů, nicméně na prototypové projekty je to dodnes nejrychlejší varianta. Obdobně lze zhotovovat i dvouvrstvé desky s plošnými spoji, bohužel bez pokovených otvorů ...

Z hlediska profesionála je možné rozdělit výrobu jednovrstevných desek s plošnými spoji na klasický způsob s použitím galvanického cínu jako ochrany



Obr. 1 - Osvit přímo na fotocitlivou vrstvu

před leptací lázní a na negativní způsob, tj. použít jako ochranu před leptací lázní přímo vyvolanou fotocitlivou vrstvu. Druhý způsob se používá u jednoduchých desek s menšími nároky na přesnost zpracování a je pochopitelně rychlejší. Alternativou k tomuto způsobu výroby je síťotisk, když jako ochrana před leptací lázní slouží nanesená barva. Jenom na okraj: tato metoda dala deskám s plošnými spoji druhý, dnes již opuštěný název „tiskové spoje“.

2.1.1. Výrobní postup u negativního zpracování

Podrobně byl technologický proces popsán v první části, proto je zde jen naznačen, bez již uvedených nebo v tuto chvíli nepodstatných podrobností.

Na vyvrtané, nečistot a ořepů zbavené a odmaštěné přířezy je nanášena fotocitlivá vrstva. Po

užití může být buď tekutá hmota nanášená síťotiskem nebo clonou, případně nalepená fólie.

Následuje usazení filmových předloh a jejich fixace – nejčastěji pomocí lepicí pásky. Filmové předlohy jsou zhotoveny negativně – černé plochy jsou v místech, kde bude měď odleptána, průhledné plochy jsou v místech spojů, pájecích plošek... Dále proces pokračuje osvětlením fotocitlivé vrstvy přes filmové předlohy v podtlakovém rámu (podtlak proto, aby filmové předlohy dokonale přilnuly k přířezům), vyvoláním a retuší fotocitlivé vrstvy.

Po této operaci jsou přířezy připraveny k leptání – vyvolaná fotocitlivá vrstva chrání ta místa, kde zůstane zachována vrstva mědi. Na tomto místě dodejme, že k výrobě se používají předlohy BEZ naznačených otvorů v pájecích ploškách – fotocitlivá vrstva tak brání odleptání okolí vrtaných otvorů. Vnímavější čtenář možná namítne, že leptací lázeň se stejně dostane k ploškám vyvrtanými dírami – vzhledem k minimálnímu proudění i k zrnitosti použitých chemikálií je však toto narušení mnohem menší než v případě, kdyby byly otvory průchozí, nezaslepené fotocitlivou vrstvou...

Po odleptání nepotřebné mědi a odstranění fotocitlivé vrstvy se přířezy čistí kartáčováním a jsou hotové v tzv. základním provedení. Nyní je možné nanést nepájivou masku, servisní potisk a desky s plošnými spoji žárově přetavit. Poslední operací je odstranění technologického okolí stříháním, řezáním, frézováním, drážkováním – viz první část seriálu.

2.1.2. Výrobní postup s použitím galvanického cínu

První část výrobního postupu je shodná jako v kapitole 2. 1. 1. Na vyvrtané, nečistot a ořepů zbavené a odmaštěné přířezy je nanášena fotocitlivá vrstva. Opět může být použita buď tekutá hmota, nebo nalepená fólie. Následuje usazení filmových předloh a jejich fixace. Při tomto (tzv. pozitivním) postupu jsou filmové předlohy ale pozitivní – černé jsou v místech budoucích vodivých ploch a spojů. Další operací je osvit v podtlakovém rámu (podtlak proto, aby filmové předlohy dokonale přilnuly k přířezům), vyvolání a retuše fotocitlivé vrstvy.

Následující postup výroby je po vyvolání fotocitlivé vrstvy ale odlišný – na obnažená místa se galvanickou cestou nanáší cín, který po odstranění zbytků fotocitlivé vrstvy slouží jako ochrana proti

leptací lázni (včetně hran a ploch měděné vrstvy, minimálně i ve vrtaných otvorech – není však potřeba navyšovat průměry vrtáků, neboť na laminátu cín neulpívá).

Po odleptání nepotřebné mědi se přířezy čistí kartáčováním a jsou hotové v tzv. provedení “v cínu”. Nyní je možné nanést nepájivou masku na měď nebo na cín (viz kapitola 1. 2. 7.), servisní potisk a desky s plošnými spoji žárově přetavit.

Poslední operací je odstranění technologického okolí – viz výše.

2. 1. 3. Srovnání obou postupů

Oba popsání výrobní postupy jsou zhruba srovnatelné. Výsledkem prvního způsobu je buď holá měděná deska podléhající poměrně rychle oxidaci, nebo deska žárově přetavená. Zde je zaručena pájitelnost nejméně půl roku, nehledě k estetickému hledisku – vodivé plochy jsou rovnoměrně pocínovány lesklým tzv. “žárovým” cínem, takže desky na první pohled vypadají lépe.

Druhý způsob výroby (s galvanickým cínem) je bez žárového přetavení používán na přání zákazníka nebo výrobce, kteří nemají k dispozici technologii Hal (žárové přetavení). Provedení “v galvanickém cínu” nepodléhá sice tak rychlé oxidaci, povrch cínu je však matnější a nese stopy galvanického způsobu pokovení – tzv. “mapy”.

Dodejme ještě, že druhý způsob výroby je přesnější, a tak pokud má být splněn jak požadavek na přesnost, tak i estetické hledisko, je nutné hotové přířezy ještě žárově přetavit. Tato metoda se jeví jako optimum z hlediska přesnosti i estetiky...

Oba způsoby provedení bez nepájivé masky se používají převážně na prototypovou výrobu, kde se ještě očekávají změny v zapojení. Finální verze desek s plošnými spoji se vyrábějí oběma způsoby, ale převážně v provedení s nepájivou maskou, případně se servisním potiskem.

Ještě bych závěrem podotkl, že šetření na nepájivé masce je šetřením na nepravém místě – nicméně tato otázka je věcí názoru a přání zákazníka...

2.2. Dvouvrstvé desky s plošnými spoji

Výrobní postup dvouvrstvých desek s nepájivou maskou jsem popsal v první kapitole, zde se zmíním jen o několika drobnostech a zajímavostech.

Dvouvrstvé desky s plošnými spoji (alespoň prozatím) tvoří převážnou část výrobní náplně. Pomíne-li jednoduché projekty na jednovrstvých deskách, pak se zvyšující se hustotou návrhu (a také z důvodu EMC, utajení nebo alespoň znepříjemnění tvorby plagiátů) je přechod na čtyři a vícevrstvé desky s plošnými spoji víceméně logickým vyústěním vývojového procesu. Na tomto místě bych ještě uvedl alternativní způsoby zvyšování hustoty: integrované obvody připojené přímo na spoj (*chip on board*) a z hlediska EMC levnou variantu “falešného víceplátu”, tj. nanesení vodivé stínící vrstvy na nepájivou masku. Dvouvrstvé desky mají ještě nezastupitelnou funkci při zvyšování spolehlivosti a mechanické odolnosti oproti jednovrstvým deskám – i když je motiv spojuj sebejednodušší, zapájením do pokovených otvorů s pájecí ploškou na obou stranách se zabrání vytržení nebo promáčknutí součástek (např. větší elektrolytické kondenzátory, nepřímé konektory, tlačítka klávesnic, telefonů, výtahů, ... Někdy se takto navrž-

né spoje označují jako “antivandal” provedení). Z hlediska pohledu amatéra a profesionálního výrobce je v provedení dvouvrstvých desek s plošnými spoji pouze jediný, zato však klíčový problém: pokovení vrtaných otvorů. To nelze provést systémem “samodomo” a z této tvrdé skutečnosti vyplývá dilema pro “normálního smrtelníka”: pájet nepokovenou desku na obou stranách a návrh řešit s minimem průchodů, nebo použít pokovenou desku a smířit se s cenou profesionálních výrobců. Při rozhodování podle kvality a spolehlivosti i pohodlí je řešení jasné; při rozhodování podle stavu uvolňovaných (převážně rodinných) financí je otázka zvoleného řešení na vážkách...

2. 3. Čtyřvrstvé desky s plošnými spoji

Technologie výroby čtyřvrstvých desek s plošnými spoji se dělí na dvě různé cesty: metodu přilaminování dvou jednovrstvých přířezů k základnímu dvouvrstvému přířezu a metodu slaminování dvou dvouvrstvých



Obr. 2 - Mikroprůchody vrtané laserem a pokovené

přířezů. Oba výrobní postupy jsou srovnatelné obtížností výroby i cenově. Pro vyšší třídy přesnosti a hustoty návrhu je využíván převážně druhý způsob, který umožňuje využití mezivrstvových (“intersticiálních”) průchodů mezi vodivými vrstvami.

Pro úplnost dodávám, že lze vytvořit i technologický postup, kdy se k základnímu dvouplátu přilaminují dva jednopláty postupně; nicméně v praxi jsem se s touto variantou ještě nesetkal...

2. 3. 1. Čtyřvrstvá deska s průchody mezi všemi vodivými vrstvami

Tento způsob výroby se používá převážně v situacích, kdy je ve vnitřních vrstvách pouze napájení a stínění. Všechny vrtané otvory (průchody mezi vodivými vrstvami i otvory pro vývody klasických součástek a montážní otvory) procházejí všemi vrstvami, tj. celou tloušťkou materiálu desky s plošnými spoji. Laicky shrnuto – všechny otvory při pohledu “proti světlu” svítí. Výrobní postup (ve zkratce, tj. bez uvádění oplachů, kartáčování, a dalších podo-

perací) je následující: do základního dvouvrstvého přířezu se vyvrtají otvory pro vodící kolíky a svrtávací otvory pro usazení motivů, nanese se fotocitlivá vrstva, přiloží filmové předlohy s motivy vnitřních vrstev a po osvětlení se přířez vyleptá. Do obou jednovrstvých přířezů se vyvrtají otvory pro vodící kolíky a svrtávací otvory pro usazení filmových předloh pro stranu součástek a pro stranu pájení. Nyní se ve vakuovém laminátoru přilaminují oba jednovrstvé přířezy k základnímu dvouvrstvému přířezu. Vodící kolíky zaručují vzájemnou polohu všech tří přířezů – na přesnosti sesazení závisí spolehlivost i vzhled výsledné desky s plošnými spoji. Teprve v této fázi výroby se hotový přířez vyvrtá, chemicky a galvanicky pokoví, přiloží se filmové předlohy pro motivy strany součástek a strany pájení. Po osvětlení, zesílení mědi a nanesení galvanického cínu se motivy strany součástek a strany pájení odleptají – deska je hotová tzv. “v cínu” (viz kapitoly 1. 2. 3. až 1. 2. 4.). Následuje nanesení nepájivé masky, případně potisku, zlacení přímých konektorů a žárové přetavení stejně jako u dvouvrstvých desek s plošnými spoji. Poslední operací je odstranění technologického okolí stříháním, řezáním, frézováním, případně drážkováním.

Jistou nevýhodou tohoto způsobu výroby je skutečnost, že průchody mezi vodivými vrstvami zabírají místo na všech vodivých vrstvách – proto se při zpracování projektů s vyšší hustotou používá následující výrobní postup. Dodejme ještě, že rozhodnutí, který postup zvolit, je na konstruktérovi v průběhu návrhu, a že ne všechny CAD systémy podporují případný přechod z jednoho způsobu výroby na druhý (a zpět) “bezbolestnou” cestou...

2. 3. 2. Čtyřvrstvá deska s mezivrstvovými průchody

Technologie mezivrstvových (jinak též intersticiálních, slepých) průchodů umožňuje ve zbývajících vrstvách umístit elektrický spoj nebo jiný mezivrstvový průchod, takže je možné docílit vyšší hustoty návrhu.

Tento způsob výroby se používá převážně v situacích, kdy jsou ve vnitřních vrstvách kromě napájení a stínění ještě signálové spoje. Mezivrstvové průchody spojují stranu součástek s horní vnitřní vrstvou a stranu spojů s dolní vnitřní vrstvou; otvory pro vývody klasických součástek, ostatní průchody a montážní otvory procházejí všemi vrstvami, tj. celou tloušťkou materiálu desky s plošnými spoji. Laicky shrnuto – tyto otvory při pohledu “proti světlu” svítí, mezivrstvové průchody zůstávají temné; odtud zřejmě pochází vžitý název “slepé” průchody.

Výrobní postup (ve zkratce, bez uvádění oplachů, kartáčování a dalších podooperací) je následující: do dvou základních dvouvrstvých přířezů se vyvrtají otvory pro mezivrstvové průchody, vodící kolíky a svrtávací otvory pro usazení motivů. Následuje chemické a galvanické pokovení přířezů, dále se nanese fotocitlivá vrstva na budoucí vnitřní vrstvy, přiloží se filmové předlohy s motivy vnitřních vrstev a po osvětlení, zesílení mědi a nanesení galvanického cínu se motivy na vnitřních stranách přířezů vyleptají, na vnějších stranách přířezů zůstávají měděné plochy pokryté galvanickým cínem. Po vyleptání vnitřních motivů se galvanický cín chemicky odstraní (tzv. “stripováním”). Dále se připraví přířez pro vnitřní izolační mezeru a vyvrtají se v něm otvory pro vodící kolíky. Následuje slaminování všech tří přířezů ve vakuovém laminátoru – vodící kolíky opět

zaručují vzájemnou polohu všech tří přířezů. Výrobní proces pokračuje vyvrtáním ostatních průchodů, otvorů pro vývody klasických součástek a mechanických otvorů. Nyní se výsledný přířez opět chemicky a galvanicky pokovuje, nanáší se fotocitlivá vrstva na stranu součástek a spoji; po přiložení filmových předloh, osvětlení a vyvolání následuje zesílení mědi a nanášení galvanického cínu. Zde bych ještě připomenul, že je možné mezivrstevové průchody zamaskovat, aby nedocházelo k jejich dvojnásobnému pokovení. Dále se motivy strany součástek a strany pájení odleptají a deska je hotová tzv. "v cínu" (viz kapitoly 1.2.3. až 1.2.4.). Následuje nanášení nepájivé masky, případně potisku, zlacení přímých konektorů a žárové přetavení stejně jako u dvouvrstevných desek s plošnými spoji. Poslední operací je odstranění technologického okolí stříháním, řezáním, frézováním, případně drážkováním.

Pro úplnost bych ještě dodal, že slaminováním dvou dvouvrstevných přířezů lze vyrobit i desky s průchody mezi všemi vodivými vrstvami – vytrácí se ale výhoda mezivrstevových průchodů, a proto se tato varianta používá víceméně okrajově. V tomto případě se nejprve odleptají vnitřní motivy na obou přířezích; slaminováním s izolačním přířezem vznikne polotovár, se kterým se zachází jako při výrobě dvouvrstevných desek s plošnými spoji. Při pokovování otvorů se kromě vnějších elektrických vrstev připojí i vrstvy vnitřní. Podobně je možné vyrábět i vícevrstvé desky – zjednodušení technologie jde ovšem va vrub dosažitelné hustotě návrhu...

2.3.3. Čtyřvrstvé desky s plošnými spoji a EMC

Čtyřvrstvá technologie výroby desek s plošnými spoji umožňuje stínit důležité signálové spoje před vnějším rušením i omezit vyzařování rušivých signálů z některých spojů. Nicméně zatím jsou převážující důvody k přechodu ze dvouvrstvé na čtyřvrstvou technologii spíše konstrukčního rázu – tj. hustota návrhu. Hledisko EMC však nastupuje s nečekanou razancí a výše uvedené základní hledisko se v blízké budoucnosti může zcela změnit...

Jako zajímavost při využití čtyř (a vícevrstvé) technologie pro EMC lze uvést postup, kdy na straně součástek i na straně spojů je pouze zemnicí plocha a veškeré spoje jsou na vnitřních vrstvách. K dokonalosti je tato myšlenka dovedena v okamžiku, kdy je slaminovaný přířez po obvodu frézován a deska ponechána na můstcích. Následujícím galvanickým pokovením se elektricky propojí strana součástek se stranou spojů – údajně takto vyrobená deska vyzařuje i přijímá méně rušivých napětí, než deska uzavřená ve stínícím krytu...

2.4. Vícevrstvé desky s plošnými spoji

Technologie vícevrstevných desek s plošnými spoji je v podstatě obdobou postupu při výrobě čtyřvrstevných desek, jen spojovaných přířezů a prováděných technologických operací je úměrně více...

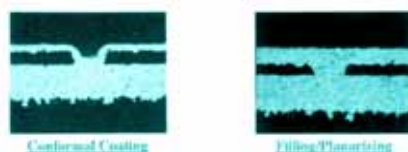
Přechod z čtyřvrstvé technologie na šesti a vícevrstvou technologii byl nejprve vynucen vzrůstající hustotou spojů a vývodů v projektech; dnes se stále více uplatňuje i vliv zohlednění EMC. Z hlediska počtu vrstev se běžně vyrábějí šesti a osmivrstvé desky s plošnými spoji; u výroby více než dvanáctivrstevných desek s plošnými spoji již narážíme na meze v tloušťkách přířezů, nehledě na geometricky stoupající pracnost a tím i cenové relace...

2.4.1. Vícevrstvá deska s průchody mezi všemi vodivými vrstvami

Tato technologie se u vícevrstevných desek s plošnými spoji prakticky nepoužívá. Kromě speciálních případů a vyslovených požadavků zákazníka se téměř vždy používají mezivrstevové průchody – plocha ve zbývajících (minimálně čtyřech) elektrických vrstvách tak může být využita pro spoje nebo další mezivrstevové průchody...

2.4.2. Vícevrstvá deska s mezivrstevovými průchody

Tato technologie podporuje zpracování projektů s nejvyšší hustotou spojů – mezivrstevové průchody mohou být umístěny nad sebou ve stejném místě, dvě a více elektrických vrstev mohou být vodivé spojeny mezivrstevovým průchodem...



Obr. 3 - Mikroprůchody – příklady nejnovějších technologií

Při volbě párování – spojování elektrických vrstev mezivrstevovými průchody je jediným kritériem vyrobiteľnost desky; postup laminování jednotlivých přířezů, jejich vrtání a pokovování je jinak vcelku libovolný. Převážná většina vícevrstevných desek s plošnými spoji je ale řešena tzv. sendvičovou strukturou: mezivrstevové průchody jsou na dvouvrstevných přířezích, které se slaminují a následně propojí průchody mezi všemi vodivými vrstvami. Dodejme, že k tomuto spojení se s výhodou používají vývody klasických součástek; průchodů mezi všemi elektrickými vrstvami je pak na vhodně navržené desce minimum...

2.5. Technologie MULTIWIRE

Tato technologie nahrazuje vícevrstvé plošné spoje; jak název napovídá, jedná se o drátové spoje mezi jednotlivými vývody součástek. Výrobní postup je následující: na základě speciálních dat, vytvořených "multiwire routerem" nebo též "ručně" textovým editorem, naklade pokládací stroj na základní přířez drátové propojky se smyčkami na koncích do předem určených poloh vývodů součástek a zafixuje je. Takto zhotovený polotovár se zalije nevodivou hmotou na bázi epoxydové pryskyřice. Po vytvrzení se přířez vyvrtá a galvanicky pokoví stejně jako u dvouvrstvé desky s plošnými spoji; jen filmové předlohy obsahují pouze páleční plošky a napájení, případně některé spoje na základním přířezu.

S nástupem technologie čtyř a vícevrstevných DPS ztratila tato technologie širší význam, používá se jen okrajově ve vojenských projektech z důvodu utajení nebo už jen "na dožiti" tu a tam fungujícího kladecího automatu...

2.6. Důvody k použití vícevrstevných desek s plošnými spoji

Hlavním důvodem k přechodu na vícevrstvé plošné spoje je bezesporu nárůst hustoty projektů, dále přispívá zohlednění EMC, tedy potlačení rušivých napětí,

vyzařujících z i do okolí projektovaného zařízení. Podruzným důvodem (alespoň z hlediska počtu realizovaných projektů) je též ochrana proti nedovolenému kopírování pracně vyvinutých zařízení...

2.7. Další parametry desek s plošnými spoji

Z laického pohledu zcela stačí, jestliže plošné spoje vedou tam, kde mají, a zároveň nevedou tam, kde nemají.

Z hlediska profesionála přistupují další, neméně důležité parametry: rovinnost desek, procento podléptání (zúžení) spojů a pájecích plošek, přesnost usazení filmových předloh motivů vodivých obrazců, nepájivé masky a servisního potisku, kvalita odleptání mědi, odolnost nepájivé masky a potisku proti otěru a obvyklým mycím i pájecím prostředkům.

Z hlediska obou skupin zákazníků pak přistupuje požadavek na přijatelnost v delším časovém období – minimálně šest měsíců, lépe alespoň jeden rok. Samostatnou kapitolou je kvalita pozlacených ploch a tloušťka galvanického niklu a zlata...

Celkově lze říci, že výše zmíněné a výrobci dodržované kvalitativní požadavky vycházejí z norem TESLA NT1030 a IPC. Zvláštní požadavky se dále řeší smluvní cestou mezi výrobcem a zákazníkem.

2.8. Povrchová úprava osazených desek s plošnými spoji

Tato kapitola sice vybočuje z celkového konceptu článku, nicméně bych rád zmínil možnosti ochrany osazené desky s plošnými spoji jakožto klíčové součásti elektronického zařízení před vlivy okolního prostředí. Ne každé zařízení totiž slouží v laboratorních či pokojových podmínkách – právě naopak: většina profesionálních elektronických zařízení musí odolávat vnějším povětrnostním podmínkám nebo dokonce velmi surovému průmyslovému prostředí, případně kombinaci obou.

Možnosti ochrany před vlivy prostředí je několik – od prostého zalití do epoxydové kostky přes více či méně dokonalé kryty až po nanos povrchové vrstvy, chránící desku i součástky, ale nezabraňující případným opravám či nastavení trimrů. A nezapomeňme také na kombinace jednotlivých způsobů...

Na tomto místě bych se zmínil o metodě s vakuové a při pokojové teplotě napájenou vrstvou polymerické látky s obchodním názvem POLYFAN, kterou vyvinula a používá česká společnost VATEP: osazené desky jsou pokryty průhlednou a pružnou cca pětimikronovou vrstvou polymeru s vlastnostmi podobnými teflonu, takže mohou pracovat pod vodou, odolávají olejům, kyselinám, ...

Přitom jsou ale takto ochráněné desky s plošnými spoji opravitelné a celá technologie není neúměrně drahá. (Jedna náplň cca čtyřicetilitrové komory přijde asi na osm tisíc korun, což při ochraně přibližně tří desítek desek o rozměru Eurokarty 100 x 165 mm vychází na zhruba 260 korun za desku.) Obdobnou technologii využívá například NASA pro raketoplány; česká cesta je ale při srovnatelné kvalitě cenově i organizačně mnohem dostupnější.

Jako příklad nebo spíše zajímavost mohu uvést, že na veletržním stánku společnosti ProSys pracoval takto ochráněný digitální voltmetr pod hladinou mezi rybičkami v akváriu...

– přístě: Výrobní podklady –

Informace o polovodičových součástkách v našich časopisech

Gustav Míl — dokončení

PIC16C54	mikrořadič : aplikace - videodekódér	PE	VII-97	ADP3000	regulátor DC/DC měničů	KTE	III-98
PIC16C71	mikrořadič : aplikace pro elektronický telegrafní klíč	PE	VII-97	BA1404	modulátor stereo FM : aplikace	KTE	III-98
A4100D	přijímač AM/FM : aplikace	PE	IX-97	LM3909	generátor pulsů pro blikáče : aplikace	KTE	III-98
AT89C2051	mikropočítač : aplikace - teletext	PE	IX-97	PIC12C5xx	mikroprocesor jednou naprogramovatelný - 8 PIN	KTE	III-98
MAX4112 MAX4113	zesilovač proudu do 400 MHz	PE	IX-97	TL1454	regulátor DC/DC měničů	KTE	III-98
MAX4117 MAX4118	zesilovač proudu do 400 MHz - čtveřice	PE	IX-97	UL1481	zesilovač výkonu NF 7 W-ekvivalent TBA810 : aplikace	KTE	III-98
MAX4117 MAX4118	zesilovač proudu do 400 MHz dvojité	PE	IX-97	AT89C2051	mikropočítač : aplikace- programátor počítaců AT98xx	PE	III-98
MAX4122 až MAX4129	OZ do 25 MHz od U _{cc} =2,7 V	PE	IX-97	MAX951	OZ, komparátor a ref. zdroj : aplikace	PE	III-98
SAAS231	TV obvod - teletextový procesor : aplikace	PE	IX-97	PIC16C57	mikroprocesor : aplikace pro měření L a C	PE	III-98
STK4048	zesilovač výkonu NF hybridní 150 W : aplikace	PE	IX-97	LM3914	budič LED : aplikace-tester autobaterie	SK	III-98
HT60xx	dálkové ovládání - enkodéry s délkou slova 3 ¹²	AR A	X-97	TDA2004	zesilovač výkonu NF 2x10W : aplikace-měnič DC/DC	SK	III-98
HT6150 HT6150x	dálkové ovládání - enkodéry s délkou slova 3 ¹⁵	AR A	X-97	U2407B	AKU regulátor nabíjení NiCd a NiNH : aplikace	SK	III-98
ULN280XA	budič osminásobný	AR A	X-97	ZN435	přev. D/A+čítač+hodin.generátor : aplik.kace-anal.paměť	SK	III-98
TC9153	potenciometr elektronický čtyřnásobný : aplikace	AR A	X-97	MAX1649	měnič DC/DC spínaný : aplikace	ST	III-98
80C31	mikroprocesor : aplikace-trikanalový časový spínač	PE	X-97	LT1239	AKU regulátor nabíjení a napájení PC z baterie	KE	IV-98
K242235	equalizér grafický 5 pásmový + aplikace	PE	X-97	LT512 LT513	AKU regulátory konstantním I nebo konst. U	KE	IV-98
U240xB	AKU regulátor nabíjení NiCd a NiNH	PE	X-97	LTC1325	AKU regulátor nabíjení baterií přes sériové rozhraní	KE	IV-98
AT89C2051	mikropočítač : aplikace- řízení displeje a klávesnice	PE	XI-97	MAX1647 MAX1648	AKU regulátor nabíjení různých baterií řízené počít.	KE	IV-98
CGY92	zesilovač GaAs výkonový pro 900 MHz	PE	XI-97	MAX712 MAX713	AKU regulátor nabíjení NiCd a NiMH baterií	KE	IV-98
M5451	řadič sedmissegmentových displejů : aplikace	PE	XI-97	MAX745	AKU regulátor nabíjení až 4 článků spínacími tranz.	KE	IV-98
PIC16C54	mikrořadič : aplikace pro přístupový systém	PE	XI-97	TSM101	AKU regulátor nabíjení pomocí spínaného tranzistoru	KE	IV-98
PIC16C84	mikrořadič : aplikace pro natáčení antény satelitu	PE	XI-97	UCC3905	AKU regulátor nabíjení NiCd a NiMH	KE	IV-98
U240xB	AKU regulátor nabíjení NiCd a NiNH	PE	XI-97	UCC3906	AKU regulátor nabíjení olověných baterií	KE	IV-98
AT89C2051	mikropočítač : aplikace- zabezpečovací zařízení	PE	XII-97	UCC3909	AKU regulátor pulsního nabíjení olověných AKU	KE	IV-98
ICL7660	měnič DC/DC + aplikace	PE	XII-97	L4931, 4940, 4800	stabilizátory U _{ss} , s malým úbytkem napětí	KTE	IV-98
U2402B	AKU regulátor nabíjení NiCd a NiNH : aplikace	PE	XII-97	LT2940	stabilizátor U _{ss} s malým úbytkem napětí	KTE	IV-98
U240xx	AKU regulátor nabíjení NiCd a NiNH	PE	XII-97	MC33362	regulátor napětí DC spínaný	KTE	IV-98
HT6160	dekodér s RAM	AR A	I-98	MC34163	regulátor napětí DC spínaný	KTE	IV-98
HT6P11 HT6P36 HT6P50	dekodér programovatelný s délkou slova 224	AR A	I-98	LM331	převodník U/I	PE	IV-98
HT6P20 HT6P25 HT6P27	dálkové ovládání - enkodér programovatelný	AR A	I-98	SAB6256	dělič kmitočtu 64 x do 1,3 GHz : aplikace	PE	IV-98
TC9153AP	potenciometr elektronický čtyřnásobný logar. : aplikace	AR A	I-98	TDA1053	útlumový článek s PIN diodami : aplikace	PE	IV-98
AT89C2051	mikropočítač : aplikace pro IČ dálkov. ovládání	KTE	I-98	TDA8360	TV obvod - procesor : vnitřní schéma	PE	IV-98
ICM7226	čítač s budičem pro 8 znaků : podrobný popis	KTE	I-98	TDA7000	přijímač FM mono : aplikace-VKX přijímač	SK	IV-98
L4974	regulátor spínaného zdroje 3A : popis, aplikace	KTE	I-98	PT2253A	potenciometr elektronický stereo : aplikace	AR A	V-98
U2407B	AKU regulátor nabíjení NiCd a NiNH : aplikace	PE	I-98	PT2399	IO pro vytváření dozvuuku + aplikace	AR A	V-98
MAX660	měnič DC/DC pro nízká výstupní napětí : aplikace	ST	I-98	KESTRX01	přijímač radiového povelové systému	KE	V-98
ADP3301 ADP3302	stabilizátor U _{ss} , precizní, mikropřikonový	KE	II-98	KESTX01 KESTX02	povelové vysílače pro pásmo 290 až 460 MHz	KE	V-98
ICL7664	stabilizátor U _{ss} do 50 mA nastavitelný, úbytek U od 0,4V	KE	II-98	MAX454	multiplexor videosignálu : aplikace	KE	V-98
LM2936	stabilizátor U _{ss} s úbytkem napětí od 200 mV	KE	II-98	NE602	směšovač dvojité vyvážený a oscilátor : aplikace	KE	V-98
LM2990	stabilizátor U _{ss} do 1A nastavitelný, s úbytkem od 0,5V	KE	II-98	NE614	demodulátor AM s log.charakteristikou : aplikace	KE	V-98
LM2990	stabilizátor U _{ss} do 1A, s úbytkem napětí od 0,6V	KE	II-98	AT89C2051	mikropočítač : aplikace	KTE	V-98
LM3420	AKU regulátor nabíjení lithiových baterií	KE	II-98	MAX619	měnič DC/DC : aplikace	KTE	V-98
LP2950 LP2952	stabilizátor U _{ss} do 100 mA s nízkým vlastním příkonem	KE	II-98	MAX761	regulátor napětí DC/DC : aplikace	KTE	V-98
LP2980 LP2981	stabilizátory SMD s nastavitelným výst. U _{ss}	KE	II-98	MAX767	regulátor napětí DC/DC : aplikace	KTE	V-98
LT1020	stabilizátor U _{ss} s výstupem s otevřeným kolektorem	KE	II-98	MAX774	regulátor napětí DC/DC : aplikace	KTE	V-98
LT1121	stabilizátor U _{ss} do 150 mA s vlastním příkonem 30uA	KE	II-98	MAX845	měnič DC/DC pulsní : aplikace	KTE	V-98
LT1123	zdroj ref. Napětí pro stabilizátory DC	KE	II-98	MAX849	regulátor napětí DC/DC : aplikace	KTE	V-98
LT1175	stabilizátor U _{ss} do 0,5A nastavitelný U _{úbytek} 0,4 V	KE	II-98	MAX863	regulátor napětí DC/DC : aplikace	KTE	V-98
LT1185	stabilizátor U _{ss} do 3A s úbytkem od 0,75V	KE	II-98	PIC12C509 - PIC16C58	mikrořadič : popis, vlastnosti	KTE	V-98
LT1510	AKU regulátor nabíjení lithiových, NiCd, NiMH AKU	KE	II-98	TL7705	měnič DC/DC : aplikace	KTE	V-98
LT1511	AKU regulátor nabíjení - vylepšený LT1510	KE	II-98	LT1166	IO pro kontrolu zbytkového proudu tranzistorů	PE	V-98
MAX2003 MAX2003A	AKU regulátor nabíjení NiCd a NiMH	KE	II-98	MAR6	zesilovač v _t , do 1 GHz	PE	V-98
MAX664	stabilizátor U _{ss} do 40 mA nastavitelný, úbytek 0,35V	KE	II-98	MAX724	měnič DC/DC pulsní : aplikace	PE	V-98
MAX846	AKU regulátor nabíjení Li-Ion, NiCd	KE	II-98	PCF8583	generátor reálného času : aplikace	PE	V-98
MC33264	stabilizátor U _{ss} do 100 mA nízkopřikonový	KE	II-98	PIC16C57HS/P	mikroprocesor : aplikace pro síťový spínací systém	PE	V-98
MC33340	AKU regulátor nabíjení NiCd a NiMH	KE	II-98	TDA7318	procesor NF signálů + aplikace	PE	V-98
MC33344 MC33345	AKU regulátor nabíjení i vybíjení lithiových AKU	KE	II-98	TDA7343	procesor NF signálů	PE	V-98
MC33346	AKU regulátor nabíjení i vybíjení lithiových AKU	KE	II-98	TEA6330T	procesor NFsignálů + aplikace	PE	V-98
MC33347 MC33348	AKU obvod pro ochranu lithiové baterie	KE	II-98	LM567	PLL : aplikace - detektor přiblížení	SK	V-98
ICM7226	čítač s budičem pro 8 znaků : aplikace	KTE	II-98	MAX471	zesilovač citlivý na proud, přesný : aplikace	ST	V-98
ST662A	měnič DC/DC 5 na 12 V : aplikace	KTE	II-98	MAX931	komparátor napětí s nízkým příkonem : aplikace	ST	V-98
TDA2030	zesilovač výkonu NF 14W : aplikace	KTE	II-98	MC92308	demodulátor QFDM pro digitální TV : aplikace	ST	V-98
MT8870	DTMF přijímač - aplikace pro blokování tlf. hovorů	PE	II-98	AT89C2051	mikropočítač : aplikace-otáčkoměr	KE	VI-98
PIC16C56	mikroprocesor : aplikace pro blokování tlf. hovorů	PE	II-98	LM7224	čítač : aplikace pro otáčkoměr	KE	VI-98
LM1830	čidlo kapalin : aplikace - hlídač přetečení pračky	SK	II-98	89C51	mikrořadič : aplikace	KTE	VI-98
LT1307	měnič DC/DC : aplikace -měnič 3 až 5 V na 5V/0,1A	SK	II-98	AT89C2051	mikropočítač : aplikace	KTE	VI-98
MAX455	multiplexor 8 videosignálů : aplikace - videopřepínač	SK	II-98	PIC16C5x	mikrořadič : popis, vlastnosti	KTE	VI-98
TDA1013B	zesilovač NF výkonový 2x1,2 W : aplikace	SK	II-98	AD9850	převodník D/A do 125 MHz : parametry, aplikace	PE	VI-98
ADSP21xx	procesor signálový : popis, aplikace	ST	II-98	PIC16C54	mikrořadič : aplikace pro imobilizér	PE	VI-98
CS4238B	kodek sigma delta modulační do 50 kHz	ST	II-98	PIC16C56	mikroprocesor : aplikace pro wobler	PE	VI-98
LM3886T	zesilovač výkonu NF + aplikace	AR A	III-98	PIC16C5x	mikrořadič : aplikace pro generaci subtonů	PE	VI-98
PT2254 PT2255	potenciometry elektronické pro audiotechniku	AR A	III-98	TDA1514A	zesilovač výkonu NF 50W aplikace pro mŕskový zesil.	PE	VI-98
8749HD	mikroprocesor : aplikace - palubní počítac	AR A	III-98	TDA1524A	zesilovač stereo korekční : aplikace	PE	VI-98
AT89C2051	mikropočítač : aplikace pro servo pro RC soupravy	KE	III-98	TDA7317	equalizér pro NF techniku	PE	VI-98
B654D	regulátor serva pro RC soupravy	KE	III-98	LM3914	budič LED : aplikace-otáčkoměr	SK	VI-98
M51660L	regulátor serva s elektromotorem : aplikace	KE	III-98	TDA8560Q	zesilovač výkonu NF 2 x 40 W : aplikace-uzesilovač	SK	VI-98
SAK100	regulátor serva pro RC soupravy : aplikace	KE	III-98	U210B	regulátor + aplikace reg.otáččák motoru 220V	SK	VI-98
WDC011	regulátor servomotorů - hybridní IO	KE	III-98	ADXLxx	čidlo zrychlení Analog Devices : přehled typů	ST	VI-98
ADP1148	regulátor DC/DC měničů : aplikace	KTE	III-98	HD44780	řadič displejů : podrobný popis	KTE	VII-98

PIC16C5x	mikrořadič : popis,instr.kód	KTE	VII-98	MC1496	modulátor a demodulátor - symetrický	SK	I-99
TDA2050	zesilovač výkonu NF 28W : aplikace	KTE	VII-98	NE604	zesilovač MF: aplikace pro měřič úrovně s log.stupnicí	SK	I-99
AD9850	syntezátor a převodník D/A : aplikoe	PE	VII-98	TIL5942	regulátor spínaných zdrojů : popis	ST	I-99
AT89C55	mikropočítač : aplikace pro KV tranciever	PE	VII-98	CA3080	OZ transkonduktanční	KE	II-99
ICL7807	převodník A/D 3,5 dekády : aplikace	PE	VII-98	KA2181	dálkové ovládání - předzesilovač IČ přijímače	KE	II-99
KIA8127F	přijímač AM/FM + aplikace	PE	VII-98	LM1036	potenciometr elektronický čtyřnásobný : aplikace	KE	II-99
MAX232	rozhraní R232 : aplikace	PE	VII-98	LM3900	OZ - Nortonův	KE	II-99
PIC16C54	mikrořadič : aplikace pro dálkové spínání po síti	PE	VII-98	NE5044	kodér pro RC soupravy programovatelný, 7 kanálů	KE	II-99
PIC16C56	mikroprocesor : aplikace pro imobilizér	PE	VII-98	NE602	směšovač dvojité vyvážený a oscilátor	KE	II-99
TA2003P	přijímač AM/FM + aplikace	PE	VII-98	NE604	zesilovač mezifrekvenční s malým příkonem	KE	II-99
PIC16C54	mikrořadič : aplikace	KTE	VIII-98	SA41027	IO pro řízení krokových motorů	KE	II-99
RX-DYNACODER	dálkové ovládání - kodér a dekodér : aplikace	KTE	VIII-98	SAB0529	časovač digitální, programovatelný	KE	II-99
ICL7106	převodník A/D 3,5 dek. : aplikace	KTE	IX-98	SAB3208	dálkové ovládání - kodér vysílače	KE	II-99
PIC16C71	mikrořadič	KTE	IX-98	SAB3209	dálkového ovládání - dekodér	KE	II-99
RX-DYNACODER	dálkové ovládání - kodér a dekodér : aplikace	KTE	IX-98	SAB3210	dálkové ovládání - IČ	KE	II-99
AT89C2051	mikroprocesor : aplikace pro převod kódu Dallas	PE	IX-98	SL1640	modulátor dvojité vyvážený	KE	II-99
DS1990	mikroprocesor :základní údaje	PE	IX-98	TDA1029	přepínač 4 stereo signálů : aplikace	KE	II-99
TDA1514A	zesilovač výkonu NF : aplikace .	PE	IX-98	TDA1514A	zesilovač výkonu NF : aplikace .	KE	II-99
TDA4292	regulátor hlasitosti, zabarvení a stereováhy : aplikace	PE	IX-98	TL497	regulátor spínací DC/DC	KE	II-99
MM53200	dálkové ovládání - kodér a dekodér : aplikace	KTE	X-98	ZN414E ZN415E ZN416E	přijímač AM	KE	II-99
AT89C2051	mikropočítač : aplikace pro počítadlo tlf. Impulsů	PE	X-98	AT89C2051	mikropočítač : aplikace-zařízení pro styk s RS232	PE	II-99
AT89C2051	mikropočítač : aplikace- vysílače a přijímač imobilizéru	PE	X-98	MN3001 MN3004	registry posuvné analogové : aplikace	SK	II-99
LM3915	budič řádky 10 LED : indikace hlasitosti NF zesilovače	PE	X-98	TL497	regulátor spínací DC/DC : aplikace pro výkonový měnič	SK	II-99
AD1855	převodník D/A stereo-audio : popis,data	ST	X-98	U2400B	AKU regulátor nabíjení NiCd : aplikace	SK	II-99
X9V103	potenciometr elektronický : aplikace	ST	X-98	78K/0	mikroprocesor s 32kB Flash pamětí a A/D převodníkem	ST	II-99
SSM2000	IO pro potlašení šumu	AR A	XI-98	KA2107	zesilovač NF korekční	KE	III-99
555 B555D NE555	časovač : aplikace	KTE	XI-98	LM3875	zesilovač výkonu NF 56W : aplikace	KE	III-99
556 NE556	časovač dvojtyp : aplikace	KTE	XI-98	LM3915	budič řádky 10 LED : aplikace	KE	III-99
TL431	zesilovač malých nf signálů : aplikace pro mikrofon	KTE	XI-98	STK4191	zesilovač výkonu NF 50 W : aplikace	KE	III-99
PIC16C56	mikroprocesor : aplikace pro elektronickou ladičku	PE	XI-98	TDA1029	přepínač 4 stereo signálů : aplikace	KE	III-99
TDA1040T	dekodér stereo : aplikace	PE	XI-98	AT89C2051	mikropočítač : aplikace	KTE	III-99
TDA7088T	přijímač FM : aplikace	PE	XI-98	LM3909	generátor pulsů + aplikace	KTE	III-99
U2400B	AKU regulátor nabíjení NiCd : aplikace	PE	XI-98	PIC16F84	mikrořadič	KTE	III-99
LM1036	potenciometr elektronický čtyřnásobný : aplikace	ST	XI-98	AT89C51	mikropočítač : aplikace -čítač do 1300 MHz	PE	III-99
X9241	potenciometr elektronický : aplikace	ST	XI-98	LTC1098	převodník A/D dvojtyp se sériovým výstupem + aplikace	PE	III-99
LM3886T	zesilovač výkonu NF : aplikace	PE	XI-98	TDA7384	zesilovač výkonu 25W -čtveřice : aplikace	PE	III-99
TDA1516	zesilovač výkonu NF: aplikace pro 2x20W	PE	XII-98	UCB/PIC-2SX	mikropočítač s vestavěným jazykem PBASIC	PE	III-99
TDA7000	přijímač FM mono : aplikace pro CB	PE	XII-98	SAE0800	generátor tří různých zvuků : aplikace pro elektr. gong	SK	III-99
UC3843N	regulátor spínaných zdrojů : aplikace	PE	XII-98	TDA1524A	zesilovač stereo korekční : aplikace pro předzesilovač	SK	III-99
X9314	potenciometr elektronický logaritmický : aplikace	ST	XII-98	AT89C2051	mikropočítač : aplikace-řízení píchaček	AR A	IV-99
ADM690 až ADM695	IO pro monitorování sítě a řízení záloh. napájení	KE	I-99	AT89C2051	mikropočítač : aplikace-tarifkátor tlf hovorů	AR A	IV-99
ICL7665	detektor podpětí a přepětí CMOS - dvojtyp	KE	I-99	AT89C51	mikropočítač : aplikace -počítač pro motoristy	AR A	IV-99
MAX8211	detektor podpětí	KE	I-99	AT89C52	mikropočítač : aplikace -programátor pamětí	AR A	IV-99
MAX8212	detektor přepětí	KE	I-99	ICM7555	časovač	KE	IV-99
MAX8215	IO pro monitorování +/-5 a +/-12 V	KE	I-99	NE604	zesilovač MF: aplikace pro širokopásmový měřič úrovně	KE	IV-99
MAX8216	IO pro monitorování +/-5 a +/-15 V	KE	I-99	PIC16C54	mikrořadič : aplikace: přijímač dálk.ovládání termostatu	KE	IV-99
MAX834	IO pro monitorování napětí nízkopříkonový s pamětí	KE	I-99	PIC16C55	mikrořadič : aplikace pro vysíláč povelových signálů	KE	IV-99
MAX835	IO pro monitorování napětí nízkopříkonový s pamětí	KE	I-99	DAC08	převodník A/D 8 bit aplikace	KTE	IV-99
MAX836	IO pro monitorování napětí s otevřeným kolektorem	KE	I-99	LM3911	čidlo a regulátor teploty	KTE	IV-99
MAX837	IO pro monitorování napětí	KE	I-99	PIC16F84	mikrořadič	KTE	IV-99
MC33128	IO pro řízení napájení v zařízeních s mikroprocesorem	KE	I-99	AT89C2051	mikropočítač : aplikace - přijímač faksimile	PE	IV-99
MC33341	regulátor s měřením a vyhodnocením I a U na vstupu	KE	I-99	MB506	dělič kmitočtu 64/256 do 2,6 GHz : aplikace	PE	IV-99
MC33464	detektor a signalizace malého napětí	KE	I-99	NE602 NE612	směšovač dvojité vyvážený : aplikace	PE	IV-99
MC34160	monitorovací obvod zdroje s regulátorem SV pro počítáč	KE	I-99	PIC16C54	mikrořadič : aplikace pro infraovladač	PE	IV-99
MC34161	IO pro monitorování napětí univerzální	KE	I-99	PIC16F84	mikrořadič : aplikace pro časový spínač1 až 100 s	PE	IV-99
MC34164	detektor a signalizace malého napětí	KE	I-99	SA41057	syntezátor rozhlasových přijímačů : aplikace	PE	IV-99
MC3423	IO pro monitorování napětí a ochranu před přepětím	KE	I-99	U834BS	dělič kmitočtu 1:4 do 3,5 GHz : aplikace	PE	IV-99
MC3425	IO pro monitorování napětí s nastavitel.zpožděním	KE	I-99	LTC1062	spínaná dolní propust 5.řádu : aplikace-horní propust	SK	IV-99
SA91xx	IO pro měření jedno/třífázového výkonu a energie	KE	I-99	XTR106	budič proudové linky : aplikace	ST	IV-99
TLCT7135	převodník A/D pro DVM 4 1/2 místné + aplikace	KE	I-99	LM3886T	zesilovač výkonu NF : aplikace	KE	V-99
MAA436	IO pro řízení triků : aplikace pro řízení ventilátoru	KTE	I-99	LM3914	budič LED	KTE	V-99
TA7343AP	dekodér stereo signálu : aplikace	PE	I-99	AT89C2051	mikropočítač : aplikace - programátor AT89C51	PE	V-99
TDA1596	zesilovač MF signálu + aplikace	PE	I-99	AT89C2051	mikropočítač : aplikace -ovládání vrat	PE	V-99
AD22100 AD22103	čidlo teploty napěťová	PE př.	I-99	AT89C2051	mikropočítač : driver CDR0M pro snímání zvuku	PE	V-99
AD22105	regulátor teploty : termostat	PE př.	I-99	MAX232	rozhraní R232 : aplikace	PE	V-99
AD590	čidlo teploty lineární zdroj proudu	PE př.	I-99	MAX724	měníč DC/DC pulsni : aplikace	PE	V-99
AD592	čidlo teploty - převodník teplota - proud	PE př.	I-99	PIC16C56	mikroprocesor : aplikace pro TV gerátor PAL	PE	V-99
AT89C2051	mikropočítač : aplikace-syntezátor kmitočtu	PE př.	I-99	UM3758	dálkové ovládání - dekodér : aplikace	PE	V-99
DS1302	generátor reálného času	PE př.	I-99	PA44	OZ vysokonapěťový : aplikace zesil. do 90 Veff	ST	V-99
ICL7107	převodník A/D 3,5 dek. : aplikace	PE př.	I-99	MAX038	generátor tvarových kmitů : aplikace	KE	VI-99
LM1036	zesilovač stereo, korekční : aplikce	PE př.	I-99	NE612	přijímač FM : aplikace	KE	VI-99
LM135 LM235 LM335	čidlo teploty přesné	PE př.	I-99	UAA180	budič řádky 12 x LED : aplikace	KE	VI-99
LM34 LM35 LM45	čidlo teploty	PE př.	I-99	LM3914 15 16	budič LED	KTE	VI-99
LM50 LM60	čidlo teploty	PE př.	I-99	AT89C2051	mikropočítač : aplikace pro čtečku tlf.karet	PE	VI-99
LM56	čidlo teploty: vnitřní schéma +aplikace	PE př.	I-99	STK4048	zesilovač výkonu NF hybridní 150 W : aplikace	PE	VI-99
LM75	čidlo teploty+A/D převodník, číslisový výstup	PE př.	I-99	TBA120S	zesilovač MF: aplikace pro FM rádio	PE	VI-99
LM78	čidlo teploty, otáček ventilátoru a ss.napětí v PC	PE př.	I-99	DS87C550	mikroprocesor Dallas Semic. : základní informace	ST	VI-99
TCA5550	zesilovač stereo, korekční : aplikace	PE př.	I-99	LM3916	budič řádky 10 LED	KTE	VII-99
TDA1029	přepínač 4 stereo signálů : schéma + zákl.parametry	PE př.	I-99	ADMC328	regulátor otáček el.motorů	ST	VII-99
TDA1514A	zesilovač výkonu NF: vnitřní schéma + aplikace	PE př.	I-99	DS1820	čidlo teploty digitální fy Dallas : aplikace	ST	VII-99
TDA1524A	zesilovač stereo korekční : aplikace	PE př.	I-99	LM1036	potenciometr elektronický čtyřnásobný : aplikace	KTE	VII-99
TDA8425	procesor NF signálů : vnitřní schéma a zákl.parametry	PE př.	I-99	LM1894	omezovač šumu dynamický : aplikace	KTE	VII-99
TMP01	regulátor teploty s komparátory mezi teploty	PE př.	I-99	LTC1062	spínaná dolní propust 5.řádu	KTE	VIII-99
TMP35, 36, 37	čidlo teploty + aplikace	PE př.	I-99	PIC16F84	mikrořadič : aplikace	KTE	VIII-99
UMA1014	syntezátor kmitočtu: základní informace + aplikace	PE př.	I-99	AD232	rozhraní RS 232 : aplikace pro interface	PE	VIII-99
LF398	vzorkovací obvod „sample and hold“	SK	I-99	AT89C2051	mikropočítač : aplik.-modem Manchester 2,4kb/s	PE	VIII-99
LM565	PLL : aplikace	SK	I-99	AT89C51	mikropočítač : aplikace -interface	PE	VIII-99
MAX630	měníč DC/DC se spínanou indukčností : aplikace	SK	I-99	L4960	měníč, stabilizátor Uss, spínací 15W : aplikace	PE	VIII-99
MC1350	zesilovač video : aplikace	SK	I-99	MX1659	stabilizátor Uss do 350 mA, úbytek 0,5V + aplikace	PE	VIII-99

PIC16C54	mikrořadič : aplikace - videodekodér	PE	VIII-99	TLE2425 TLE2426	IO pro vytvoření virtuálního středu ss zdroje	KE	I-00
PIC16C45HS/P	mikrořadič : aplikace - regenerátor synchronizační směsi	PE	VIII-99	TMC3637	dálkové ovládání - programovatelný enkodér/dekodér	KE	I-00
M48T36	paměť SRAM s gener. času a baterií : zákl.informace	ST	VIII-99	TRC1300 TRC1315	dálkové ovládání - enkodér a dekodér	KE	I-00
AT89C51	mikropočítač : aplikace - převodník sběrnice DMX	AR A	IX-99	UAA1016B	IO pro řízení spínání triaků při průchodu nulou	KE	I-00
MAX127	převodník A/D s 8 vstupy, 8 bitový + aplikace	AR A	IX-99	UAA2016B	regulátor s řízením st. proudu	KE	I-00
LM3915	budič řádky 10 LED : aplikace	KTE	IX-99	UC39432	zdroj ref.napětí+2xOZ+výk.transistor: vnitřní schéma	KE	I-00
ST5Rxx	měníč Uss - zvyšující	KTE	IX-99	AT89C2051	mikropočítač : aplikace - čítač do 1 MHz	KTE	I-00
XR2206	generátor tvarových kmitů	KTE	IX-99	LNPB20CR	regulátor napětí pro satelitní přijímače	KTE	I-00
DS1302	generátor reálného času : aplikace pro časovač	PE	IX-99	RC4152	převodník U/f	KTE	I-00
MAX232	rozhraní RS232 : aplikace	PE	IX-99	VIPer20	měníč DC/DC s MOSFET : aplikace	KTE	I-00
MC33340	AKU - regulátor nabíjení : aplikace	PE	IX-99	XR2206	generátor tvarových kmitů : aplikace	KTE	I-00
MC34063A	regulátor napětí DC spínaný : aplikace	PE	IX-99	AT89C2051	mikropočítač : aplikace - zabezpeč.zařizení automobilu	PE	I-00
PIC16C55RC	mikrořadič : aplikace pro časovač	PE	IX-99	AT90S1200	mikropočítač RISC : aplikace pro kmitočtovou syntézu	PE	I-00
AD855x	OZ s nap. nesymetrií 1uV : zákl.informace	ST	IX-99	HT12D	kodeř-dekodeř 8 bit adresy na 4 bitové slovo : aplikace	PE	I-00
AT89C51	mikropočítač : aplikace - tester kabelů	AR A	X-99	KTY8x	čidlo teploty : popisy, tabulky dat+aplikace	PE	I-00
ICL8038	generátor tvarových kmitů do 200 kHz	KTE	X-99	LM7001	syntezátor kmitočtu do 150 MHz po 25 kHz : aplikace	PE	I-00
PIC16F84	mikrořadič : aplikace	KTE	X-99	MC33502	OZ dvojitý s napájením od 1 V	PE	I-00
AT89C2051	mikropočítač : aplikace - digitální paměť NF signálu	PE	X-99	PIC16C56	mikroprocesor : aplikace:regulátor teploty mrazničky	PE	I-00
MAX713	AKU regulátor nabíjení : aplikace	PE	X-99	AT89C55	mikropočítač : aplikace - multifunkční karta PC	PE př.	I-00
PIC16C58A	mikroprocesor : aplikace pro hodiny řízené DCF77	PE	X-99	CA3060	OZ transkonduktanční + aplikace - násobička	PE př.	I-00
LM3914	budič LED : aplikace	ST	X-99	LT1170	měníč DC/DC spínaný : aplikace	PE př.	I-00
AT89C2051	mikropočítač : aplikace-tester kabelů	AR A	XI-99	LTC1392	IO pro sběr dat + aplikace	PE př.	I-00
TDA7294	zesilovač výkonu NF 70W : aplikace	AR A	XI-99	MDAC565J	převodník D/A 12 bitový : aplikace	PE př.	I-00
ACS402 ACS108	spínače (4) polovodičové st. proudu	KTE	XI-99	NDAC08	převodník D/A 8 bit : aplikace	PE př.	I-00
MAX038	generátor tvarových kmitů	KTE	XI-99	PIC16F84	mikrořadič : aplikace - zabezpečovací zařízení	PE př.	I-00
AT89C2051	mikropočítač : aplikace - kódový zámek	PE	XI-99	TDA1185A	regulátor otáček st. motorů + aplikace	PE př.	I-00
MAX809 MAX810	generátor reset signálu	PE	XI-99	UAA2016	regulátor s řízením st. proudu+aplik.pro regulátor teploty	PE př.	I-00
ADuC812	mikroprocesor s 12 b. A/D převodníkem	AR A	XII-99	AT89C2051	mikropočítač : apl.-řídící jednotka 7 segmentovek	SK	I-00
AT89C2051	mikropočítač : aplikace - DO po telefonu	AR A	XII-99	AT89C55	mikropočítač : aplikace - řízení matových zobrazovačů	SK	I-00
AT89C2051	mikropočítač : aplikace - generátor impulsů	AR A	XII-99	AD8361	detektor efektivní hodnoty do 2,5 GHz	ST	I-00
OP275	OZ dvojitý audio s bipolárními/JFET vstupem	AR A	XII-99	MB3771	watchdog pro monitorování poklesu napáj.napětí	ST	I-00
KAQxxxx	MOS tranzistor buzení LED (opton)	KTE	XII-99	MB3773	watchdog klasický+monitorování napáj. napětí	ST	I-00
KLHxxxx	MOS tranzistor buzení LED (opton) -SMD	KTE	XII-99	MB3793	monitorování dvou propojených procesorů-dtto MB3771	ST	I-00
NE566	oscilátor řízený napětím	KTE	XII-99	MAX807	monitorovací obvod chodu mikroprocesoru	AR A	II-00
AT89C2051	mikropočítač : aplikace - měřič převodník	PE	XII-99	SA1501	AKU - monitor stavu + aplikace	AR A	II-00
AT89C51	mikropočítač : aplikace - zabezpečovací zařízení	PE	XII-99	SSM2000	IO pro potlašení šumu : aplikace-omezovač šumu	AR A	II-00
TMP01	regulátor teploty + aplikace	PE	XII-99	TDA1562Q	zesilovač výkonový NF můstkový 70W pro auta	AR A	II-00
AD73422	převodník A/D,D/A 12b dvojitý+sig.procesor : zákl.informace	ST	XII-99	AT89C2051	mikropočítač : aplikace - časový spínač	KTE	II-00
AD7755	IO pro elektroněry : základní informace	ST	XII-99	STB0050	IO pro konverzi vř do digitálního satel.přijímače	KTE	II-00
AD7814	čidlo teploty s čísl.výstupem 10bit : základní informace	ST	XII-99	TSH690.TSH.1.TSH.3	zesilovač vř 40MHz až 1 GHz	KTE	II-00
AD9203	převodník A/D 10b. 40Ms/s, 300MHz,74 mW : zákl.inf.	ST	XII-99	PIC16C54	mikrořadič : aplikace - odpuzovač hlodavců	PE	II-00
AD9432	převodník A/D 12b molitický 105Ms/s : základní inf.	ST	XII-99	68HC805PV8	mikropočítač : aplikace pro řízení ss motorů	ST	II-00
AVS08 až AVS12	IO pro automatickou volbu síťového napětí	KE	I-00	AD98xx	syntezátor kmitočtu digitální 25-300MHz	ST	II-00
LTC1155	budič tranzistorů MOSFET dvojitý	KE	I-00	mA858CSA	měníč DC/DC : aplikace	ST	II-00
LTC1477 LTC1478	spínač zátěže s tranzistory MOSFET	KE	I-00	DS1302	generátor reálného času : aplikace pro hodiny	PE	III-00
MAX471 MAX472	zesilovač citlivý na proud, citlivý, přesnější	KE	I-00	MC33490	vysílač UHF pro 314 nebo 434 MHz (Tango) + aplikace	PE	III-00
MC1450xx	dálkové ovládání - enkodéry a dekodéry	KE	I-00	PIC16C54	mikrořadič : aplikace - čtyřmístný čítač	PE	III-00
MC34163	regulátor napětí DC spínaný	KE	I-00	PIC16F84	mikrořadič : aplikace - hodiny s datem a buzením	PE	III-00
RS7225	IO pro kódový zámek	KE	I-00	SSM2000	IO pro potlašení šumu + aplikace	PE	III-00
SN77701	dálkové ovládání - dekodér	KE	I-00	TL494	spínaný měnič : aplikace - měnič 12/20V 2,2A	PE	III-00
SN77702	dálkové ovládání - enkodér	KE	I-00				

[Závěr seznamu. V elektronické podobě jej získáte u autora, případně na našem redakčním webu.]

Senzor proudu s galvanickým oddělením

Popsaný senzor proudu umožňuje měřit galvanicky odděleně proudy až do 10 A s přesností okolo 2 % v širokém kmitočtovém rozsahu od 0 do 500 kHz. Optoelektrický vazební člen zajišťuje mezi vstupem (bočnickem) a výstupem izolaci 3000 V a potlačení souhlasného napětí 50 dB.

Tranzistory T1 a T2 jsou v klíčovém stavu, kdy bočnickem R_S neprotéká proud, proudově vyvážené. Proud protékající bočnickem způsobí rozvážení tranzistorů T1 a T2, které do znovu vyváženého stavu nastaví tranzistor T3. Vstupní diodou optoelektrického obvodu OP1 a OP2 pak prochází stejný proud jako ten, který znovu vyváží tranzistory T1 a T2, proud který je úměrný měřenému proudu. Galvanické oddělení vstupního a výstupního obvodu zajišťuje obvod OP2, který vyžaduje galvanicky oddělené napájení. Proudové zesílení zapojení je dáno poměrem odporů R1 a R_S a vyvolává úměrný napěťový signál na výstupu. Pro správnou a přesnou funkci obvodu je zapotřebí, aby

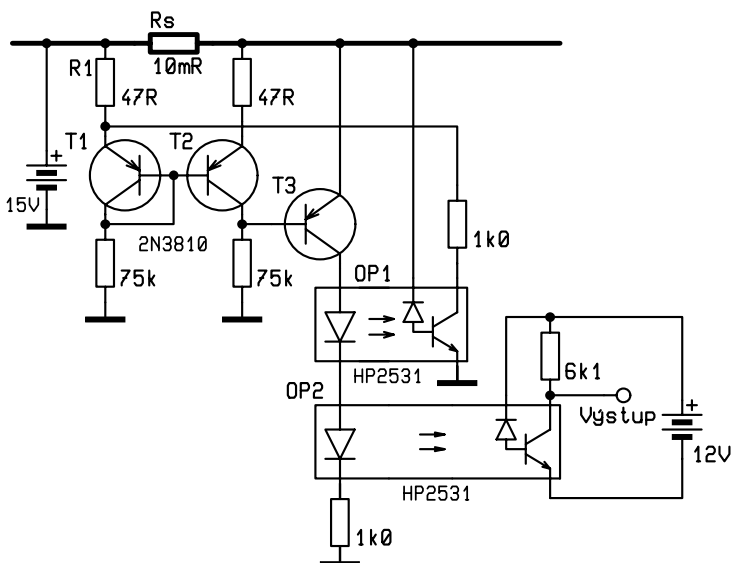
vstupní dvojice tranzistorů T1 a T2 byla na společném substrátu. Také optoelektrický vazební člen je důležité použít dvojitý, aby vlastnosti obou obvodů byly totožné.

Pro měření proudu v uzemněné větvi se zapojení obmění tak, že se tranzistory

T1 a T2 použijí typu NPN. Zvýšením napájecího napětí obvodu OP2 se dosáhne většího výstupního signálu.

[1] Carraso J. A: Simple Current Sensor Features Galvanic Isolation, *Electronic Design* 1998, July 20, str. 110.

— HAV —



Opravdu rychlá kamera

Rychle pohyblivá kamera pro zabezpečovací systém

Společnost GM Electronic nám představila velmi zajímavý bezpečnostní systém, jemuž vévodí speciální kamera s rychlým pohybem umístěná v kopuli (pouzdru) pod stropem. Jedná se o nový kompaktní kamerový systém, který má oproti jiným systémům výhodu v naprosté volnosti otáčení (plynule dokola bez přerušení). Systém také automaticky zajistí plynulé sledování např. osoby procházející přímo pod kamerou, aniž by byl obraz po průchodu osoby "vzhůru nohama" nebo nastalo přerušení. Kamera sama je velmi kvalitní. Kromě naprosté volnosti pohybu má velmi dobrou světelnost optiky a disponuje vhodným transfokátorem. A uvážíme-li rozumnou prodejní cenu, za kterou je nabízena, pak lze systém označit za téměř ideální řešení pro jakékoli i náročné zabezpečovací systémy. Ostatně, posuďte sami z našeho stručného představení.

Systém "rychlé kopule" obsahuje zdokonalenou barevnou DSP kameru nové generace s optickým transfokátorem 1:16 a s digitálním zvětšením 1:8, což umožňuje pomocí celkového maximálního zvětšení 128x zobrazit i ty nejmenší detaily. Plynulé automatické zaostřování, kompenzace protisvětla a automaticky ovládaná clona uspokojí potřeby i náročného uživatele. Velká rychlost naklánění kamery, možnost nepřetržitého otáčení



o 360° bez dorazu a funkce automatické změny polohy předurčuje použití této kopule ve většině náročných aplikací. Dálkové ovládání pracuje v normě RS-485. Předem lze naprogramovat 128 míst, kde je třeba se zaměřit na prostory vyžadující zvýšenou pozornost. Také je možné definovat řadu křížujících sekvencí, jež pak probíhají automaticky.

Vlastnosti

1. 5" (127 mm) kompaktní nízkoprofilová barevná kamera, namontovaná v kopuli
2. optický transfokátor 1:16 a digitální zvětšení až 1:8;
3. nepřetržitá možnost otáčení o 360°;
4. plynulé automatické zaostřování, nebo "Push-Auto";
5. minimální požadované osvětlení: méně, než 1 Lux (30IRE), automatické řízení zesílení zapnuto;
6. zdokonalená kamera DSP (s digitálním zpracováním signálu) nabízí:

- automatické vyvažování bílé barvy
- kompenzaci protisvětla
- automaticky řízenou clonu
- elektronickou závěrku od 1/50 (nebo 1/60) až do 1/10.000 sekundy;
- 7. rychlost vodorovného otáčení až 360°/s;
- 8. rychlost naklánění až 300°/s;
- 9. rychlost otáčení i náklonu, úměrná poměru zvětšení (transfokace);
- 10. 128 předem naprogramovaných poloh;
- 11. funkce "Auto-Flip" umožňuje okamžité otočení kamery o 180 stupňů, jakmile se pohybující se subjekt ocitne pod kopulí;
- 12. dálkové ovládání, v normě RS-485;
- 13. vestavěné 4 konektory pro vstup poplachu;
- 14. zobrazení údajů na obrazovce pro usnadnění ovládání kamery;
- 15. dodávají se modely se stejnosměrným 12 V, nebo se střídavým napájením 24 V;
- 16. u modelu se střídavým napájením 24 V je možná synchronizace síťovým kmitočtem;
- 17. otočné uvolnění ze západek usnadňuje snadnou instalaci i údržbu.

Kamera používá uživatelské úvodní nastavení, zobrazované na displeji (OSD). To obsahuje různá další podřízená menu a vše je ovládáno pomocí multifunkční klávesnice pro ovládání uzavřeného televizního okruhu (CCTV).

Základní technická data

Vlastnosti kamery

Účinný počet obrazových bodů:

- NTSC – 768 × 508
- PAL – 752 × 582

Snímaná oblast: 1/4 "barevný prvek "interline transfer super HAD CCD"

Systém snímání: PAL, NTSC, 2:1, prokládaný

Synchronizace: vnitřní, nebo vnější (případně síť)

Výstup video: 1,0 V mv / 75 Ω, konektor BNC

Vodorovné rozlišení: více než 450 řádků

Odstup signálu od šumu: lepší než 46 dB

Minimální osvětlení: méně než 1 Lux (30 IRE), při zapnuté automatice zesílení (AGC)

Ohnisková vzdálenost: 3,9 až 63 mm

Transfokátor: optický 1 : 16

Digitální zvětšení: 2 až 8 ×

Rychlost transfokace: 3 s / 6 s

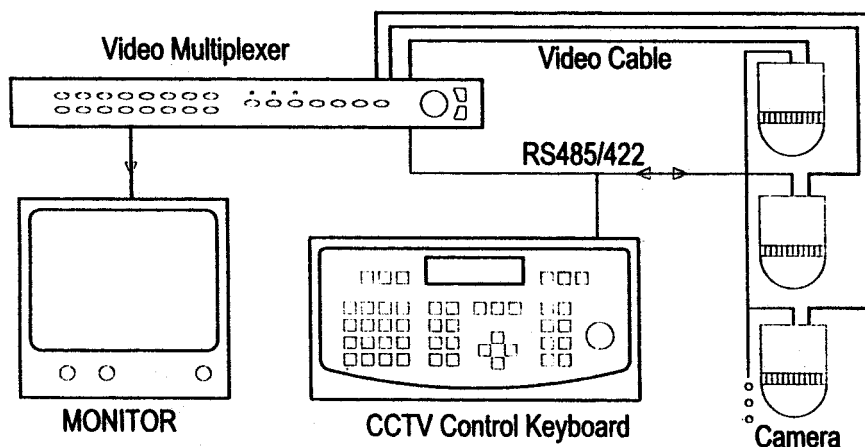
Režim zaostřování: automatika/ ruční / vnucená automatika

Vyvážení bílé barvy: automatické/speciální/umělé osvětlení/venkovní osvětlení/ruční nastavení

Ovládání clony: automatické/ruční (clonu otvírat/zavírat)

Elektronická závěrka: 1/60 až 1/10 000 s (NTSC); 1/50 až 1/10 000 s (PAL)

Řízení zesílení (AGC): automatické/ruční (8 dB – 38 dB)



Obr. 1 - Architektura systému

Potlačení blikání:

- zap./ vyp. (1/100 s NTSC)
- zap./ vyp. (1/120 s PAL)

Kompenzace protisvětla: Vyp./ Zap.

Negativní/ Pozitivní obraz: Volitelné

Architektura systému

(viz obr. 1)

CCTV = uzavřený televizní okruh

Video Matrix = maticový přepojovač obrazového signálu

Main Monitor = hlavní monitor

Control Keyboard = řídicí klávesnice

Alarm/Access Control or CCTV systém = poplachový, přístupový, nebo uzavřený televizní systém

Vícefunkční klávesnice pro ovládání uzavřeného televizního okruhu (CCTV)

Řídicí klávesnice (viz obr. 2 a 3) je plně integrovanou částí naší komplexní řady uzavřených televizních okruhů, jakož i jiných výrobků, které jsou slučitelné s naším vícefunkčním vnitřním protokolem. Tato technicky vyspělá klávesnice, vytvářející vysoce promyšlené řídicí a nastavovací příkazy dokáže nejen značně zvýšit účinnost celého uzavřeného televizního okruhu, ale umožňuje v náročných aplikacích ovládat i náš trojitý multiplexer, rychle pohyblivou kameru v kopuli a maticový přepojovač obrazového signálu. Zcela vylučuje konfliktní situace mezi jednotlivými prvky systému, tvořeného několika zdroji a poskytuje snadno ovladatelné a ekonomické aplikace CCTV špičkových vlastností.

Klávesnice využívá nejnovější telekomunikační protokol a dokáže automaticky identifikovat typ a model periferního zařízení. Spolu s vysokým stupněm integrace a uživatelsky příjemné konstrukce nabízí provozní prostředí pro sledování a ovládání funkcí dohledových systémů s větším počtem prvků v reálném čase.

Čelní panel

1. Dvouřádkový displej LCD: zobrazuje stav systému a dialog při jeho nastavování. Tato klávesnice je vybavena funkcí šetření energií. V šetřícím režimu je zadání osvětlení displeje LCD dočasně vypnuto (50% úspora). Dotykem kterékoliv klávesy se šetřící režim ukončí.
2. Aktivační klávesa režimu ovládání obrazového multiplexeru.
3. Aktivační klávesa režimu ovládání kamery.
4. Aktivační klávesa režimu ovládání maticového přepojovače obrazu.
5. Číselné klávesy.
6. Klávesy pomocných funkcí.
7. Klávesy volby režimu zobrazení obrazovky multiplexeru.

8. Vícefunkční klávesy ("SET", "ESC" a "ENTER").
9. Klávesy funkcí multiplexeru.
10. Směrové klávesy (se šipkami směru).
11. Klávesy funkcí kamery.
12. Klávesy seřízení objektivu.
13. Páčkový ovladač (joystick).

Ovládání a nastavení kamery

V jakémkoli režimu je možno stisknout klávesu přímého přístupu "Camera", pak zadat číslo kamery a stisknout "ENTER" (je-li kamer více, pak "Enter Camera NO:"). Zadaná kamera je automaticky připojena a na displeji se objeví její typ. Poté je možno kameru jednoduše dálkově ovládat. V našem stručném představení není možno zacházet do větších podrobností, ovšem některé funkce bychom na tomto místě rádi zmínili: automatický obrat (Auto Flip), nastavení rychlosti transfokátoru (zoomu), nastavení činitele digi-

v tomto režimu je možno po stisknutí klávesy "SET" nastavit počáteční bod, koncový bod a rychlost snímání, ovládání transfokátoru (širokoúhlý objektiv až teleobjektiv), zaostření objektivu, uzavírání a otevírání clony a zapnutí režimu automatického zaostřování a automatického clonění, ovládání a nastavení maticového přepojovače obrazu (v jakémkoli režimu je možno stisknutím klávesy přímého přístupu "Matrix" přejít k přímému ovládání maticového přepojovače obrazu; řídicí režim OSD lze zadat stisknutím klávesy "ENTER" ... atp.

Technická data

Kamera:

- všechny funkce rychlé kamery v kopuli
- všechny funkce kamery OSD
- všechny funkce objektivu s transfokátorem

Obrazový multiplexer:

- všechny funkce

Maticový přepojovač obrazu:

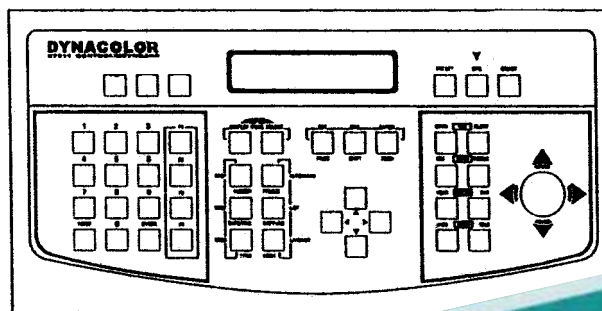
- všechny funkce

Počet přípojek:

- až 255 zařízení (Max., bez RS-232)

Protokol:

- RS485 (poloduplex), nebo RS422 (duplex), RS232



Obr. 2 a 3 - Vícefunkční klávesnice pro ovládání uzavřeného televizního okruhu

tálního zvětšení, nastavení poplachu, páčkový ovladač (Joystick), jímž je možno ovládat pohyby kamery umístěné v kopuli (otáčení – až 360°, náklon – 90°, zkratka zcela volně s ní manipulovat v celé polokouli kopule, aby bylo možno zachytit požadovaný záběr; páčkový ovladač je vybaven i spínačem, jenž mění rychlost otáčení i náklonu), programování přednastavených záběrů je možno pozorovat, nebo programovat přednastavený záběr kamery; v tomto režimu je možno stisknout klávesu "SET" a uložit do paměti nové přednastavení; jakmile je pomocí páčkového ovladače a transfokátoru, jakož i zaostření objektivu, nastaven požadovaný záběr, je nutno zadat "NO"; nastavení je nutno potvrdit stisknutím "ENTER", stiskem "ESC" se režim ukončí), zobrazení a nastavení sekvence záběrů, reprodukce a nastavení "křížování" a automatického sektorového snímání (stisknutím klávesy "CRUISE", "křížování", zahájí daná kamera automaticky reprodukci s "křížováním", nebo s automatickým sektorovým snímáním podle funkce "Auto-Pan" ("Play Cruise");



Napájení:

- konektorem typu "Jack", RS-485 (2x), RJ-11 (6P6C), RS-232, 9-pólový konektor "D-sub" s kolíky
- napájecí napětí 12 V stejnosměrné (-15 +50 %)
- příkon 5 W
- bezpečnostní oprávnění TBD

Rozměry: 300 x 48 x 150 mm

Hmotnost: 0,8 kg

Okolní prostředí:

- provozní teplota 0 až 50 oC
- vlhkost 10 až 90 % relativní vlhkosti, bez kondenzace

**Kameru a ovládací pult
dodává firma GM Electronic.
Cena je 97 177 Kč bez DPH.**

Malá škola praktické elektroniky

(43. část)

Dnes poznáme tyristor a triak

Klíčová slova: tyristor, triak, spínání

Tyristor

V elektronicky regulovaném zdroji k páječce v minulém čísle jsme poznali **tyristor**. Na rozdíl od elektromechanických spínačů – relé, stykače, apod nemá mechanické kontakty, je to bezkontaktní spínač. Jako spínací prvek sice funguje i tranzistor, ale opravdovým spínačem se stal až tyristor a vývojově mladší triak.

Schématická značka (viz obr. 1a) je podobná diodě, má A – anodu, K – katodu a navíc G – řídicí elektrodu. Místo dlouhého vysvětlování si uděláme pokus.

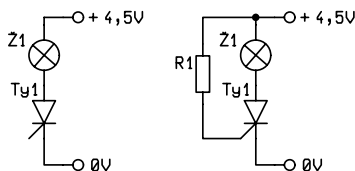
Pokus 1

Podobně jako jsme to v začátcích naší školičky zkoušeli s tranzistorem, si do obvodu (viz obr. 2) zařadíme tyristor. Žárovka nesvítí.

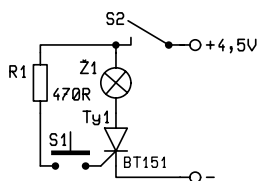
Na řídicí elektrodu přes rezistor přivedeme napětí. Tyristor se otevře a vede, žárovka nebo LED svítí.

Napětí z řídicí elektrody odpojíme a ejhle... tyristor stále vede!! Je sepnuto. Když se dost vynadivíme, jak nám to pěkně funguje, začneme přemýšlet, jak ho "zhasnout". Jednoduše. Rozpojíme obvod. Jakmile tyristorem přestane téci proud, nevede.

Využití? Snad příliš primitivní, ale jedním tlačítkem můžete obvod zapnout a druhým vypnout. Ono by se už nějaké využití našlo, stačí trocha fantazie.



Obr. 2 a - Tyristor se spíná proudem do řídicí elektrody



Obr. 2 b - Pokus se žárovkou a baterií z baterky

Pokus 2

Jak má být velký odpor? Přece nebudete stále slepě opisovat ze schémat. V katalogu si všimnete, že u tyristoru jsou různé údaje o dovoleném napětí a proudu a mimo jiné tam je i proud I_G , což je proud tekoucí řídicí elektrodou, potřebný pro sepnutí tyristoru.

U tranzistorů jste si hodnotu rezistoru stanovovali oklikou podle zesilovacího činitele tranzistoru, který byl také pokaždé jiný. Tady se vám v katalogu přímo nabízí hodnota. Zkusíme si tento proud



Obr. 1a - Tyristor



Obr. 1b - Triak

změřit. Do zapojení (viz obr. 4) použijeme potenciometr (lineární), ve škole by učitel použil posuvný odpor, nebo odporovou dekádu či jiné poklady, vám stačí to, co máte. Zpočátku nastavíme maximální odpor, postupně ho snižujeme, měříme proud tekoucí do řídicí elektrody a sledujeme, kdy se tyristor sepne – rozsvítí se LED. Proud si poznamenejme. Tentýž pokus můžeme zopakovat při různých napětích. Jenom nesmíme překročit maximální napětí U_{DRM} uváděné v katalogu. Tentýž pokus můžeme zopakovat s různými typy tyristorů, které máme po ruce.

Různé typy tyristorů mají v katalogu uváděné různé proudy I_{GT} , mají různou citlivost. Na tento pokus si vzpomeňte, až vám nějaké zapojení podle nějakého časopisu nebude správně fungovat jen proto, že jste použili jiný typ tyristoru.

Pokus 3

Když už jsme u řídicí elektrody, vidíte podobnost s tranzistorem. Také jsme měřili proud bázi, ale více jsme si všimli napětí mezi bází a emitorem U_{BE} , podle kterého se pozná, že tranzistor vede nebo nevede. U křemíkového tranzistoru je U_{BE} asi 0,6 až 0,7 a tak si ho můžeme změřit i u tyristoru (viz obr. 3). Podobně jako u tranzistoru si můžete říci, že k sepnutí tyristoru stačí poměrně malé napětí mezi řídicí elektrodou G a katodou K.

Toto napětí se v katalogu někdy uvádí také, je to dobré vědět spíš pro představu, jak se tyristor řídí. Když je na G napětí U_{GT} , může být tyristor sepnut.

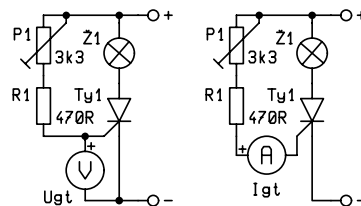
Pokus 4

Přece nebudeme pořád tyristor sami nějakým tlačítkem rozpojovat. To zařídí stejnosměrné napětí, které vždy po chvílích přestane. Není to nic neobvyklého, je to střídavé, usměrněné napětí, ale pozor – nevyfiltrované. Musí tepat. V rytmu síťového kmitočtu.

POZOR: podle stupně naší kvalifikace nesmíme sami pracovat se síťovým napětím! Smíme použít nejvýše bezpečné napětí z bezpečně provedeného zdroje – transformátoru, kde není možný dotyk živých částí pod napětím.

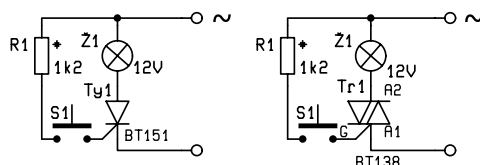
Pro náš pokus můžeme použít například bezpečně provedený transformátor pro halogenové osvětlení 12 V se zalitým – izolovaným – přívodem síťového napětí, nebo jiný bezpečný zdroj střídavého napětí a ještě raději pod dozorem osoby s patřičnou kvalifikací. Ochotně se vás ujmou učitelé odborných předmětů. Žárovku zvolíme podle použitého zdroje. Pro 12V transformátor např. žárovku 12 V "do auta", např. malou 1W nebo 5W. Obvod zapojíme podle obr. 5. Bez zapojené řídicí elektrody žárovka nesvítí. Na řídicí elektrodu připojíme napětí – svítí. Odpojíme – zhasne. Znovu připojíme, rozsvítí se. Odpojíme – zhasne. Tyristor se tedy zapíná i vypíná napětím na řídicí elektrodě. To nám nemusí připadat jako moc zvláštní. To zvládne jakýkoli páčkový vypínač nebo relé, na to nemusí být tyristor. Jenomže takhle můžete ovládat různé spotřebiče napájené ze sítě. Rozsvěcet a zhasínat světla, spouštět motory, topení, páječku atd.

Pamatuj: při trvale přivedeném napětí na řídicí elektrodu se zdá, že tyristor stále vede. Ne. Při skončení každé půlvlny, když



Obr. 3 - Měření napětí U_G

Obr. 4 - Měření proudu I_G



Obr. 5 - Tyristor a triak napájené střídavým napětím

napětí klesne k nule, se rozpojí, nevede. Ale pokud je na řídící elektrodě napětí U_{GT} , znovu se při další půlvlně sepne a tak se to rychlostí 50 Hz opakuje a naše oko to ani nestačí vnímat jako přerušování a vidíme, že žárovka trvale svítí.

Pokus 5

Totéž se vyzkoušíme i s triakem. Výměna tyristoru za triak je na nepájivém kontaktním poli dílem okamžiku. Žárovka při použitím tyristoru svítí méně než s triakem. Čím to?

Triak

Triak je mladší bratříček tyristoru. Už jeho schématické značka (viz obr. 1b) napovídá, že se bude chovat asi jako dva tyristory zapojené proti sobě. A opravdu. Propouští obě půlvlny. Jeho elektrody se označují A1 – první anodu, A2 – druhou anodu a opět G – řídící elektrodu. Řídící napětí se obvykle přivádí mezi jednu z anod, je to A1 a řídící elektrodu G. Opět si můžete provést tatáž měření jako u tyristoru. (V zahraniční literatuře najdete místo A1 a A2 zkratky MT1 a MT2).

Pokus 6

Tyristor se v sepnutém stavu chová jako dioda. Propouští proud v jednom směru, ve druhém směru proud nepropouští. To znamená, že ze síťového napětí propouští vždy jenom kladné půlvlny, záporné půlvlny nepropouští. Podívejte se na schéma v minulém čísle. Napětí pro topné tělísko, spínané tyristorem, bylo usměrněno dvojcestným usměrňovačem v Graetzově zapojení, takže se využívají obě půlvlny. V jednocestném usměrnění bylo využití maximálně na 50 %. Naše zapojení si tedy doplníme o usměrňovač. Je jas žárovky vyšší?

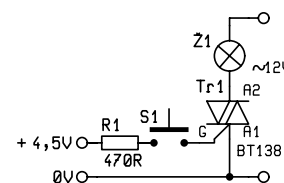
Pokus 7

Zkusíme si to co nejjednodušeji. Přímo na výstup transformátoru připojíme žárovku (viz obr. 6). Svítí.

Do obvodu vřadíme diodu – žárovka svítí méně, protože dioda propouští pouze půlvlny, které přicházejí v propustném směru. Do obvodu zapojíme dvoucestný usměrňovač (viz obr. 7) – žárovka svítí zase jako dřív, jsou využity obě půlvlny.

Pokus 8

Správně vám došlo, že když proud do řídící elektrody odvozuje od napětí na tyristoru, také nám pulzuje v rytmu síťového kmitočtu. Sepne se až v okamžiku, kdy řídící elektrodou teče takový proud, aby se tyristor sepnul. Tak co kdybychom, podobně jako v elektronicky regulované páječce, řídící elektrodu řídili stejnosměrným napětím? Zapojíme si obvod podle obr. 8. Použijeme stejnosměrné napětí z prvního pokusu – z ploché baterie, ze zdroje atd. Když na řídící elektrodě ponecháme trvale stejnosměrné napětí U_{GT} , do řídící elektrody G trvale poteče proud I_G a jakmile se znovu na tyristoru objeví do-



Obr. 8 - Triakem prochází střídavý proud, ale je řízen stejnosměrným proudem I_G

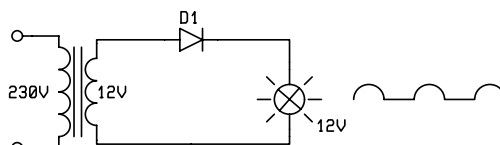
podobné parametry, odlišuje je však to, že tyristor propouští jednu půlvlnu a triak obě (viz. tab. 1). Na vyzkoušení těchto součástek lze použít jednoduchou zkoušečku.

Součástky použité k pokusům

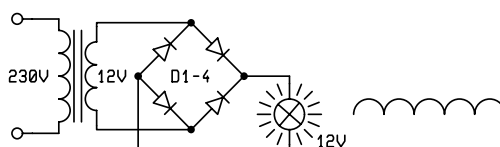
- BAT plochá baterie
- TR transformátor (230V/12V, nebo "zvonkový")
- Ty1 tyristory viz text
- Tr1 triaky viz text
- D1 dioda usměrňovací např. 2N4009, KY701, KY130/80 atd
- D1–D4 diodový můstek B250C1500
- Ž žárovka 3,5V/0,3A ("do baterky"), 12 V (do auta – max 5 W)
- R1 rezistor 470
- R2 rezistor 1k2
- P potenciometr 3k3
- nepájivé kontaktní pole
- univerzální měřicí přístroj

Domácí úkol:

Tranzistory umíme vyzkoušet ohmmetrem nebo zkoušečkou jako diody. Jak se chová při podobném zkoušení tyristor a triak?



Obr. 6 - Dioda propouští pouze kladné půlvlny, žárovka svítí méně



Obr. 7 - Žárovka za dvojcestným usměrňovačem svítí naplno, využívá obě půlvlny

statečné napětí, je proudem I_G sepnut a vede až do okamžiku, kdy napětí zase poklesne na konci půlvlny k nule. Zvídaví čtenáři si mohou zkusit změřit, při jakém napětí na tyristoru začne vést (to se měří při stejnosměrném napětí).

Vzhled tyristorů a triaků

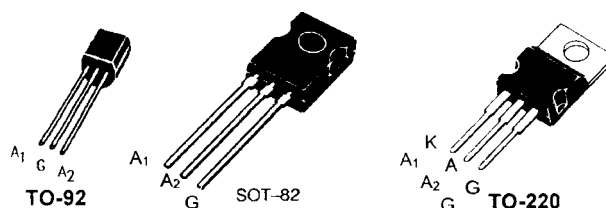
je na první pohled stejný jako u tranzistorů (viz obr. 9). Pouzdra tyristorů a triaků jsou stejná jako pro tranzistory. Výborná učebnice je katalog. Pokud ho nemáte, kupte si ho "za vysvědčení" nebo prostě pro radost a poučení. V katalogu můžete najít tyristory a triaky, které mají

Slovníček (angličtina)

SCR – silicon controlled regulator – tyristor
thyristor – tyristor
triak – triak

Literatura k tématu:

Katalog GM Electronic 1995, str. 40
Katalog GM Electronic 1998, str. 45
Katalog GM Electronic 1999, str. 65
Katalog GM Electronic 2000, str. 75
RS catalogue 1997 str. 845, 848
Holub, Zíka, Praktické zapojení polovodičových diod a tyristorů, SNTL 1971
Konstrukční katalog TESLA Rožnov – vícevrtvé spínací součástky, 1987
atd... vyučoval – Hvl –



Obr. 9 - BTA, BT, T, N. Ilustrace pouzder z katalogu GM Electronic 1995; jen u pouzdra TO92 je řídící elektroda triaku uprostřed, u ostatních na obrázku vpravo

Nová rodina mikrokontrolérů MICROCHIP PIC16F87X

Microchip rozšiřuje rodinu 8bitových mikrokontrolérů (mikrořadičů) pro větší flexibilitu návrhů.

Základní parametry:

- Rozsah napájecího napětí od 2,0 do 5,5 V
- Flash paměť programu o velikosti 2K × 14 bitů
- EEPROM paměť dat o velikosti 64 byte
- Výpočetní výkon až 5 MIPS při systémovém taktu 20 MHz
- Široké spektrum periférií přímo na čipu včetně 5ti nebo 8mi kanálového 10bitového A/D převodníku

Společným rysem 8mi bitových mikrokontrolérů PIC16F87X je programová paměť Flash o velikosti 2K × 14 bitů a 64bytová EEPROM paměť dat. Mikrokontroléry mohou dosáhnout výpočetního výkonu až 5 MIPS (milionů instrukcí za sekundu) při systémovém taktu 20 MHz a to v širokém rozsahu napájecího napětí od 2,0 do 5,5 V. Tyto mikrokontroléry mají na čipu integrovány periferie (funkce, obvody) pro detekci krátkodobých poklesů napájecího napětí, jeden 16tubitový a dva 8mibitové čítače a univerzální sériový synchronní/asynchronní port s podporou tzv. "multidrop" protokolu na sběrnici RS-485. Další periferií integrovanou čipu je 10tubitový A/D převodník, který u typu PIC16F870 je 5tikanálový, zatímco typ PIC16F871 má 8mikanálový a navíc ještě paralelní (slave) port.

Mikrokontrolér PIC16F870 je v pouzdru s 28 vývody (piny), pouzdro mikrokontroléru PIC16F871 má buď 40 nebo 44 pinů.



I u této nové rodiny mikrokontrolérů je možné zvolit si typ paměti mezi Flash, OTP a ROM dle potřeb návrháře, přičemž stejné typy s různým typem paměti jsou plně kompatibilní (záměnné).

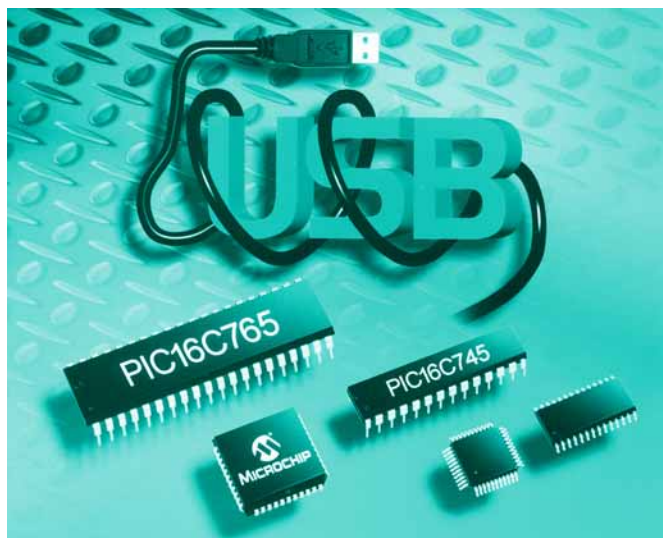
Rodina PIC mikrokontrolérů s rozhraním USB

Základní vlastnosti:

- 8mibitové mikrokontrolery s implementovaným rozhraním USB
- široký rozsah napájecích napětí od 2,5 do 5,5 V
- 8K × 14 programové paměti
- 256 byte datové paměti
- obsahuje unikátní možnost softwarového odpojení od sběrnice
- mnoho dalších integrovaných funkcí včetně až 8mikanálového 8mibitového převodníku

Nová rodina jednou programovatelných (OTP) 8mibitových mikrokontrolérů podporujících sběrnici USB 1.1 (nižší rychlost). Tyto mikrokontrolery disponují unikátní softwarovou technologií pro odpojení od sběrnice USB. Tato vlastnost umožňuje softwarové odpojení zařízení od sběrnice a přitom vlastní hardwarové připojení lze ponechat. Tato vlastnost je vhodná např. ve fázi ladění, kdy potřebujeme vyvíjené zařízení často rekonfigurovat. Při využití této technologie nemusíme kabel fyzicky odpojovat, což je velká výhoda.

První dva zástupci této rodiny, PIC16C745 a PIC16C765, disponují 8K × 14 OTP programové paměti a 256 byte datové paměti. Typ PIC16C745 je zapouzdřen v 28mivývodovém pouzdru a poskytuje celkem 22 vstupně/výstupních portů včetně 5tikanálového 8mibitového A/D převodníku. Typ PIC16V765 je zapouzdřen ve 40tipinovém pouzdru a poskytuje celkem 33 vstupně/výstupních pinů včetně osmikanálového osmibitového převodníku.



Z dalších periférií, které obsahují oba zástupci jmenujme napěťovou referenci typu "band-gap", detektor krátkodobých poklesů napájecího napětí ("brown-out detection"), Capture/Compare jednotku, jednotku pro PWM, univerzální synchronní/asynchronní sériový interface, jeden 16tubitový časovač, dva 8mibitové časovače, obvod Watch-dog.

Stykový obvod MCP2510 pro CAN sběrnici

Základní vlastnosti:

- SPI sériové rozhraní
- přerušení
- filtrace / maskování zpráv
- podpora všech mikrokontrolérů PIC – tedy kompatibilní se všemi typy
- ideální pro aplikace v zarušeném prostředí (s vysokým EMI)

MCP2510 je výkonný, samostatný (stand-alone) mikrokontroler podporující CAN specifikaci ve verzi 2.0. Pro jednoduchý styk s aplikací (s řídicím procesorem) je vybaven SPI sériovým rozhraním.

MCP2510 zajišťuje přímou podporu CAN sběrnice pro více než 100 člennou rodinu procesorů PIC a tím umožňuje bezproblémové využití této sběrnice v mnoho aplikacích. Do existujících aplikací je možné jednoduše implementovat (přidat) rozhraní CAN, neboť styk s řídicím procesorem aplikace se děje přes seriové rozhraní SPI. To, že celé rozhraní CAN je implementováno do MCP2510, umožňuje systémovým návrhářům použití širokého spektra mikrokontrolérů, neboť vlastní rozhraní CAN nemusí být již implementováno ve vlastním řídicím procesoru. Vlastní specifikace CAN sběrnice podporující vysokou integritu dat spolu s komunikačním protokolem, který podporuje aplikace v reálném čase, je ideální sběrnici pro řízení a komunikaci v elektricky silně zarušeném prostředí.



MCP2510 podporuje práci s přerušením, umožňuje filtraci, maskování zpráv, přiřazení priorit zprávám, obsahuje více funkcí vstupně/výstupní piny a buffery pro příjem a vysílání, které redukuje výpočetní zátěž mikrokontroléru při komunikaci se sběrnici CAN.

Knihovna “Technology Library 2000” na CD-ROM

CD obsahuje kompletní technické informace o:

- mikrokontrolérech PIC
- vývojových prostředcích pro tyto procesory
- analogových obvodech
- stykových obvodech
- produktech KEELOQ
- non-volatilních pamětech
- periferních obvodech vč. obvodů pro bezdrátovou identifikaci

Toto CD je kopií www stránek firmy Microchip (www.microchip.com) a lze ho využívat pomocí standardního HTML prohlížeče – stejně jako www stránky. CD poskytuje rozsáhlé informace o produktech, aplikační zprávy (poznámky) případně včetně zdrojových kódů, vývojových prostředcích, podpůrných programů pro řídicí aplikace a mnoho dalších informací. Toto CD obsahuje též nejnovější verzi vývojového prostředí MPLAB a zkušební (beta) verzi MPLAB-C18 kompilátoru.



Distributoři Microchip:

GM Electronic – 02/24812606

Insight/MES Praha – 02/4026178

The Microchip name, logo, PIC, PICmicro and The Embedded Control Solutions Company are registered trademarks and Migratable Memory and In-Circuit Serial Programming are trademarks of Microchip Technology Inc. in the USA and other countries.
©1999 Microchip Technology Inc. All rights reserved.


MICROCHIP
The Embedded Control Solutions Company[®]

Explore the Universe of Embedded Control at www.microchip.com