

V TOMTO SEŠITĚ

Elektra 98201

ELEKTRONIKA NEJEN PRO MODELÁŘE

(dokončení z KE č. 3/98)

Otáčkoměry	203
Měření vzdálenosti a rychlosti	207
Měřiče rychlosti větru	210
Hlukoměry a detektory vibrací	212
Vyvažovačka	212
Výškoměry a variometry	213
Registrační a telemetrická zařízení	214
Žhavicí zdroje svíček	215
Řízení modelářských turbin	218
Indikátory množství paliva	218
Stopky, časovače, intervalové spínače	219
Velkoplošný displej	220
Indikátor vniknutí vody do modelu	222
Zvuková zařízení	223
Programy pro modeláře	225
Akumulátory	227
Elektronika na autodráze	230
Modelová železnice	233
Literatura	235

KONSTRUKČNÍ ELEKTRONIKA A RADIO

Vydavatel: AMARO spol. s r. o.

Redakce: Radlická 2, 150 00 Praha 5,
tel.: (02) 57 31 73 11, tel./fax: (02) 57 31 73 10.
Šéfredaktor ing. Josef Kellner, sekretářka
redakce Eva Kelárková, tel. 543 825, l. 268.

Ročně vychází 6 čísel. Cena výtisku 25 Kč.
Pololetní předplatné 75 Kč, celoroční před-
platné 150 Kč.

Rozšiřuje PNS a. s., Transpress s. s. r. o.,
Mediaprint a Kapa, soukromí distributoři, in-
formace o předplatném podá a objednávky
přijímá Amaro s. s. r. o., Radlická 2, 150 00
Praha 5, tel./fax (02) 57 31 73 13, PNS,
pošta, doručovatel.

Objednávky a předplatné v Slovenskej re-
publike vybavuje MAGNET-PRESS Slovakia
s. r. o., P. O. BOX 169, 830 00 Bratislava, tel./
fax (07) 44454559 - předplatné, (07) 44454628 -
administrativa. Předplatné na rok 165,- SK.
Podávání novinových zásilek povolila Česká
pošta s. p., OZ Praha (č. nov 6028/96 ze dne
1. 2. 1996).

Inzerce přijímá redakce ARadio, Radlická 2,
150 00 Praha 5, tel.: (02) 57 31 73 11, tel./fax:
57 31 73 10.

Inzerce v SR vyřizuje MAGNET-PRESS Slo-
vakia s. r. o., Teslova 12, 821 02 Bratislava,
tel./fax (07) 44450693.

Za původnost a správnost příspěvků odpovídá
autor. Nevyžádané rukopisy nevracíme.

E-mail: a-radio@login.cz

Internet: http://www.spinnet.cz/aradio

ISSN 1211-3557

© AMARO spol. s r. o.

ELEKTRA '98

Veletrh průmyslové elektrotechniky a spotřební elektroniky s tímto ná-
zvem se v Olomouci konal již po třinácté, ve dnech 13.-15. 10. 1998. Pořada-
telem byla firma OMNIS ve spolupráci s okresní hospodářskou komorou
v Olomouci. Veletrhu se účastní firmy nabízející produkty ze zmíněných oborů
- zatímco dříve převažovala spíše spotřební elektronika, nyní stále více při-
tahuje pozornost vystavovatelů a zájemců z oblasti průmyslové elektroniky.

Na veletrhu se setkáme s výrobky
z oblasti zájmu většiny našich čtenářů
jen okrajově, přesto však některé zají-
mavé exponáty stojí za komentář nebo
alespoň za zmínku. Pomiňme všechny
vystavované elektroinstalační prvky - od
kabelů přes rozvodné skříně, elektro-
měry, nejrůznější typy jističů, zásuvek,
vypínačů, stmívačů... - v tomto výčtu by-
chom mohli pokračovat ještě dlouho.

Potěšitelné je, že se na trh sice ne-
směle, ale přece jen protlačují drobní
domácí výrobci, což je pro zvrát nepří-
znivé hospodářské bilance státu velmi
důležité. Trend nákupu domácích vý-
robků je však dosud velmi málo prosa-
zován; v Anglii např. před léty stačila
výzva k obyvatelům, aby dávali před-
nost domácím výrobkům a obchodní bi-
lance se rázem obrátila.

Jedním z největších vystavovatelů
byl zásobovací sklad AŽD, kam se dří-
ve jezdilo prosit o každý metr speci-
álních kabelů. Dnes u něj můžete zís-
kat více než 25 000 položek za výhodné
ceny.

Rozšiřuje se počet firem nabízejících
moderní úspornou osvětlovací techni-
ku - tentokrát to byla firma WETRA, kte-
rá úspěšně konkuruje známějším (a
dražším) výrobcům sortimentem, kva-
litou i cenou.

Blíží se Vánoce připomněly výrob-
ky osvětlovacích, dekoračních i reklam-
ních systémů DECOLIGHT, které jsou
sice cenově ve vyšší kategorii, než je
nabídka většiny stánkových prodejců,
ovšem tyto výrobky jsou spolehlivé, ne-
srovnatelně efektivnější a hlavně bezpeč-
né, s příslušnými certifikáty.

Každého majitele venkovní antény,
ať již televizní či vysílací jistě zajímají
otázky související s ochranou proti bles-
ku, přepětí a rušení. Přepětiových
ochran je na trhu mnoho typů a nemá
smysl se jimi zde zabývat. Několik fi-
rem na veletrhu ovšem nabízelo výro-
bek, jehož efekt je na první pohled dis-
kutabilní a stál by jistě za odborné
zhodnocení a porovnání - doufejme, že
se nejedná pouze o reklamní trik. Jde
o tzv. aktivní jimač s názvem PRE-
VECTRON 2, jehož (cituji z prospektu)
„... princip činnosti spočívá v předstihu,
se kterým reaguje na přítomnost sestu-
pové větve bleskového výboje. Elektro-
nické zařízení ukryté uvnitř hlavice
emituje na horních elektrodách těsně
před úderem blesku sérii pulsů, která
ionizuje okolí hrotu ..., což způsobí emi-
si vstřícného trsového výboje..." atd.
Údajně zvětšuje ochranný prostor oproti
klasickému hromosvodu. To vše za bra-

tru 40 až 60 tisíc Kč podle velikosti a
provedení, počítadlo úderu blesků (!) za
dalších 15 000 Kč navíc. Když k tomu
připočtete DPH a srovnáte s cenou kla-
sického jimače (včetně držáku asi 200
Kč), tak zisk pro výrobce je fantastický
a přitom se rozhodně 200x ochranný
prostor nezvětší!

Do oboru patří určitě nabídka rozhla-
sových ústředěn pro ozvučení velkých
prostor stavebnicového provedení s vý-
konem 400, 800, 1200 W a jejich ná-
sobky v cenách od 40 000 Kč výše nebo
zesilovače SA5120 s pěti mixovatelný-
mi vstupy a výkonem 180 W (95 W při
napájení z baterie 24 V) za pouhých
6900 Kč. Těmito cenami jsou přístup-
né jak pro školy, tak obchodní centra a
vyhoví jak pro malé obce, tak i větší
městské celky. Dodává firma ELMIK
z Valašského Meziříčí, spolupracující
s bývalou TESLA Vráble, dnes TESAU-
DIO.

Z měřicí techniky stojí za zmínku
dvoukanálový digitální paměťový osci-
loskop M221, který nabízí známá firma
FANDA, v provedení zásuvného modu-
lu do počítačů PC (min. 386 DX) za vel-
mi přístupnou cenu 11 500 Kč, který je
již v provozu na více než 2000 praco-
vištích od laboratorů výzkumných ústa-
vů a vysokých škol až po amatérské
dílny, pro než je pracovní rozsah do 100
MHz více než dostatečný. Stejná firma
nabízí i dvoukanálový generátor funk-
cí. Zajímavý byl též detektor střídavé-
ho napětí ve vodičích ve formě tužko-
vé sondy (Blue Panther), který působí
bezkontaktně a jehož funkce byla pů-
sobivě demonstrována.

METRA Blansko a. s., která již na
svou produkci obdržela certifikát TÜV,
osvědčující špičkovou kvalitu výrobků,
nabízela nový přístroj PU187 k měření
izolačních odporů do 2 GΩ s měřicím
napětím 100, 250, 500 a 1000 V řízený
mikroprocesorem, který má osvědčení
CE a odpovídá i požadavkům na elek-
tromagnetickou kompatibilitu, a novou
řadu klešťových ampérmetrů. Tato fir-
ma pokračuje dále ve výrobě známých
panelových a rozvaděčových přístrojů
řad MP., FP., a dalších, včetně speci-
álních přístrojů, jako jsou wattmetry,
kmitoměry, elektronické tachografy a
vyrábí i elektronický informační systém
EMIS pro městskou hromadnou dopra-
vu, železnici a metro.

Firma BKE z Hrušovan u Brna vy-
stavovala paletu různých modulů spí-
naných zdroji, odolných proti krátkodo-
bým zkratům na výstupu v provedení
jak vestavných desek s plošnými spoji,



tak i „adaptérového“ pro nejrůznější přístroje (<http://www.bke.cz>).

Několik firem nabízí nejrůznější software využitelný k projektování a kalkulaci v oboru elektroinstalací; zajímavý byl od firmy CEMO s. r. o. ze Vsetína modulární systém pro monitorování a řízení energetického hospodářství GRAMS pro počítače v prostředí Windows, který je schopen podat okamžité informace o průběhu spotřeby a porovnává je s odběrovými diagramy. Návrh investice je údajně do jednoho roku.

Nakonec je třeba se zmínit o potěšitelné skutečnosti, že veletrhu přikládá velký význam i firmy vydávající literaturu z elektrotechnického oboru včetně doporučení a předpisů ESČ. Firma IN-EL informovala, že na Internetu zřídila informační službu pro elektrotechniky, jejíž obsah má být průběžně doplňován. Informace budou řazeny do

tematických skupin, jako je normalizace, odborná způsobilost, značky a jejich význam, bezpečnost a spolehlivost, adresář firem, zásady pro zřizování instalací, zkoušky elektrických přístrojů atd. Zatím si můžete dostupné informace prohlédnout na adrese <http://www.in-el.cz>.

Svůj stánek na výstavě měla dokonce i tak významná instituce, jakou je Elektrotechnický zkušební ústav, což je nezávislá organizace oprávněná udělovat certifikáty ESČ a některé další, jako ENEC, KEYMARK21, EMEDCA apod., což je ovšem téma pro samostatný článek. Značka ESČ se uděluje již od roku 1926 a značí především bezpečnost výrobku proti úrazu uživatele elektrickým proudem.

Ve stánku fy GALVEOS, která mj. vydává i známý elektrotechnický inzertní časopis EI, jste se mohli dozvědět, že časopis přechází na elektronickou for-

mu - www.ei.cz bude zřejmě velmi vyhledávanou adresou na Internetu a není vyloučeno, že tištěná forma časopisu postupně zanikne - konečně vydavatel o tom již uvažoval.

Výstavy obdobného druhu na regionální úrovni mají velký význam hlavně pro seznamování menších firem a dílen se současným stavem v elektrotechnickém sortimentu a legislativě, kterým se návštěva pražské výstavy AMPER nevyplácí.

Bohužel naše výrobní podniky zatím ve srovnání se zahraničními pokulhávají, i v prezentaci a reklamě je zřetelný nedostatek zkušeností a hlavně finančních prostředků. V příštím roce (1999) bude uspořádána olomoucká ELEKTRA '99 na větší výstavní ploše v pavilónu Flory. Dlužno podotknout, že se výstava stejného zaměření a názvu pořádá i v Plzni.

QX

Satelitní monitorovací systém RAMON

Poslední desetiletí je mj. charakteristické i nejrůznějšími formami globální komunikace. Konečně - rozvoj na té nejnižší úrovni můžete sami sledovat na rozšiřující se síti mobilních telefonů GSM.

Většina rozsáhlejších systémů využívá k přenosu signálů i satelitních transpondérů. Desítky geostacionárních družic (GEO) „visí“ ve výšce kolem 36 000 km, jsou doplněny dalšími, které krouží ve výškách kolem 10 tisíc km (MEO - medium earth orbiting) a v poslední době roste význam družic s nízkou drahou, ve výšce kolem 1000 km nad zemí (LEO).

Každý komunikační systém lze pochopitelně i zneužít a může se také v některé své části porouchat. Proto musí být provoz satelitních transpondérů sledován a monitorován a pro satelity LEO byl vyvinut systém RAMON. Ten dokáže monitorovat prakticky celé rádiové spektrum včetně detekce a identifikace satelitních signálů, kontrolovat určitý vybraný úsek spektra, přesně zaměřit a sledovat polohu satelitu, měřit a dokumentovat vysílané signály, kon-

trolovat, zda vysílače satelitů neinterferují, a detekovat eventuální zneužití satelitních transpondérů.

Tento monitorovací systém ovšem potřebuje svůj speciální anténní systém, který dokáže při různých orbitách automaticky sledovat monitorovaný satelit. Pro zmíněný RAMON byla např. vyvinuta anténa AS809 s kmitočtovým rozsahem 1 až 18 GHz, její reflektor může mít průměr 8 až 11 m. Zajímavé jsou např. údaje o schopnostech mechanického natáčení tohoto kolosu: elevaci je schopen měnit s rychlostí do 7,5 °/s a azimut do 15 °/s. Pohonné jednotky mají výkon 60 kVA. Na obr. 1 je ovládací pracoviště monitorovacího systému RAMON.

Podle R&S News 154 - QX

Komunikace pager - počítač

Společnost Radiokontakt OPERATOR a. s. uvádí na trh soupravu pro bezdrátové ovládání technologických zařízení. Jejím základem je malý přijímač textových nebo numerických zpráv (pager), který se přes dodávaný interface připojí k počítači nebo jinému za-

řízení. Jednoduchými vzkazy, zaslanými na pager, tak lze ovládat spotřebiče i v místech, kde nejsou k dispozici jiné komunikační systémy.

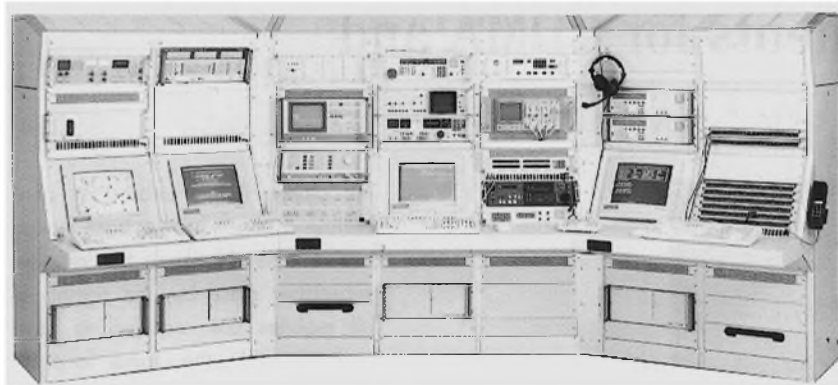
Výhodou pagingu jsou malé pořizovací i provozní náklady, dlouhá životnost baterie v přijímači a velká spolehlivost příjmu (i v budovách). Paging navíc umožňuje skupinové rozeslání zprávy, kdy je určitý vzkaz předán najednou na několik přijímačů.

V případě propojení pageru s počítačem jsou došlé vzkazy ihned předávány na sériový port. Odtud jsou čteny například programem Hyperterminal, který je součástí Windows 95/NT a mohou být dále libovolným způsobem zpracovány. Při použití skupinového rozeslání lze tímto způsobem doručit během jediné minuty důležitou informaci i na desítky počítačů v různých lokalitách.

Společnost Radiokontakt OPERATOR a. s. provozuje v České republice paging již od roku 1992 ve starším systému RDS, který v současné době pokrývá 99 % naší populace. V prosinci 1997 získala jednu ze dvou licencí na panevropský standard ERMES, které udělil Český telekomunikační úřad. Licenční podmínky zavazují provozovatele dosáhnout do konce tohoto roku 80 % pokrytí české populace. V současné době je pokryto přes 50 % populace.

● V Japonsku si nyní můžete zakoupit „Wave Wall Hyper 30“, což je zařízení, které znemožňuje používání mobilních telefonů asi v okruhu 30 m od místa, kde se tento přístroj zapojí. Používá se hlavně v divadlech, koncertních sálech, hotelích, v nemocnicích - prostě všude tam, kde je telefonování z mobilních telefonů nežádoucí. Pracuje spolehlivě na všech rozsazích, kde jsou mobilní telefony používány (450, 900, 1800 MHz). Že by se u nás objevil nějaký i ve sněmovně?

QX



Obr. 1. Ovládací pracoviště monitorovacího systému RAMON

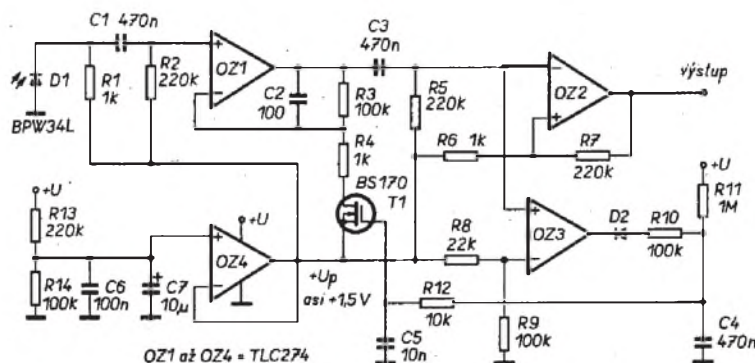
ELEKTRONIKA (nejen) PRO MODELÁŘE

Ing. Michal Černý

(Dokončení z KE č. 3/98)

Otáčkoměry

Zařízení, které může podstatně zlepšit výsledek optického snímání otáček, je předzesilovač a komparátor, který mění své nastavení sám podle úrovně okolního osvětlení. Použitelné zapojení vyšlo například v [70] a je na obr. 98.



Obr. 98. Předzesilovač k otáčkoměru pro optické snímání otáček

Zcela jsem pominul možnost použít fotorezistory. Jde to samozřejmě také, i když mají větší setrvačnost a tím menší mezní kmitočet snímáných světelných impulsů. Jejich nevýhodou je i fakt, že fotorezistory mají podstatně větší aktivní plochu a k zaostření paprsku je více potřebná čočka. Výhodou je naopak citlivost ve viditelné části spektra a snadná dostupnost.

Při cejchování nesmíme zapomenout, že vrtule přeruší na každou otáčku světelný paprsek dvakrát (nebo třikrát u vrtule třílisté). Zajistit si pro nastavování rozsahu motor otáčející se přesně danými otáčkami je možné (dají se použít synchronní elektromotory na síťové napětí se znalostí jejich jmenovitých otáček), bývá však jednodušší zaměřit čidlo otáčkoměru na žárovku napájenou síťovým napětím, která „bliká“ kmitočtem 100 Hz. I když blikání je okem téměř nepostřehnutelné, čidlo by ho mělo zaregistrovat a otáčkoměr cejchovaný pro dvoulistou vrtuli by měl ukázat 3000 ot/min.

Samostatným a dosti složitým problémem je snímání velmi vysokých otáček modelářských turbín (30 až 200 tisíc ot/min). Kontaktní

snímání je prakticky nemožné a optické je komplikováno tím, že kolo kompresoru (všude jinde uvnitř motoru je vysoká teplota) je opatřeno mnoha lopatkami. Sledovat opticky odraz od každé z nich je nespolehlivé a tak je nutné jednu opatřit kouskem odrazné fólie, což zase narušuje přesné vyvážení ...

Druhý princip se používá při realizaci otáčkoměru číslicovými obvody a čítá vstupní impulsy po určité době. Tato doba je asi 0,5 až 5 s, takže otáčkoměr nereaguje dostatečně rychle na změny rychlosti otáčení. Díky (většinou krystalovému) časovému normálu je digitální otáčkoměr stabilní teplotně i časově a může být velmi přesný. Při jednoduchém řešení standardními číslicovými obvody však měření malých rychlostí otáčení přesnost ztrácí pro příliš malý počet načítaných impulsů za zvolený čas.

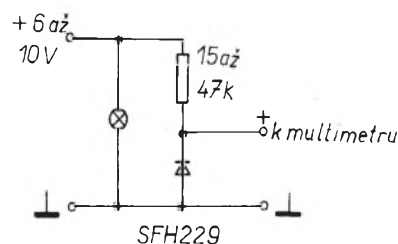
Třímístný otáčkoměr, pracující na tomto principu, byl zveřejněn např. v [71]. Jeho schéma tentokrát neuvádím, je příliš velké. Otáčkoměr sám nepoužívá ani krystalem řízený časový normál, jen zapojení astabilního klopného obvodu s IO 555, lze ho označit za jednoduchý ve smyslu průhlednosti funkce a možností, rozhodně však není jednoduchý co do počtu součástek - obsahuje třináct integrovaných obvodů. Jeho konstrukce je samozřejmě poplatná době, ve které vznikl.

Kvalitativně zcela jinak fungují otáčkoměry řízené mikroprocesorem. Slabým místem každého otáčkoměru je optické snímání, které může být

kromě už uvedených vlivů rušeno třeba i odlesky od vrtule. Mikroprocesor může do značné míry tyto nežádoucí impulsy odfiltrovat, zajistit automatickou změnu rozsahu otáčkoměru a pro nízké otáčky automatický přechod z měření počtu vstupních impulsů za jednotku času (měření kmitočtu) na měření periody a následný přepočít na údaj v ot/min. Jaksi mimochodem procesor řídí i zobrazování displeje. Přitom cena procesoru je nižší, než cena standardních IO v předchozím zmiňovaném zařízení.

Měření otáček multimetrem

Máte-li k dispozici elektronický multimetr s rozsahem pro měření kmitočtu (frekvence), můžete ho použít jako jednoduchý otáčkoměr. Stačí si zhotovit sondu s fotodiodou podle obr. 99, napájenou napětím třeba z akumulátoru vysílače. Na konkrétním napětí je nejvíce závislá právě volba žárovky, proto její typ není uveden. Zapojení je vyzkoušené s fotodiodou SFH229. Desku s plošnými spoji není třeba vyrábět, není na ní stejně skoro co osadit.



Obr. 99. Sonda k multimetru

Přípravek otestujeme nejlépe tak, že nasměrujeme sondu na střídavým proudem napájenou žárovku. Měli bychom naměřit 100 Hz. Jednoduchost konstrukce je na druhé straně vyvážená nutností přepočítávat naměřené údaje z kmitočtu na otáčky za minutu. Pro dvoulisté vrtule násobíme údaj číslem 30, pro třílisté číslem 20.

Pokud potřebujeme měřit třeba otáčky na hřídeli lodního šroubu, musíme na něj připevnit kruhovou clonku z průsvitného materiálu a její jednu polovinu zaslepit např. černou lepicí páskou. Prosvícením clonky a vynásobením údaje číslem 60 získáme přímo otáčky. Někdy je problematické

právě připevnění clonky. Potom najdeme na hřídeli místo s průměrem alespoň 5 mm (úchyt kardanu, spojka s motorem apod.), na nějž nalepíme kousek lesklé „zrcadlové“ samolepicí fólie. Zbylou část natřeme na černo nebo polepíme matnou černou fólií. Osvícením odrazné plošky při rotaci získáme záblesky, které fotodiody snadno detekuje. Na rozdíl od clonky montované jen pro účely měření může zůstat odrazná ploška v modelu natrvalo pro případné další měření.

Otáčkoměr z cyklocomputeru

Asi nejjednodušší možností jak získat miniaturní digitální otáčkoměr je sestavit jej z cyklocomputeru a přípravku podle schématu na obr. 100. Jako snímač byla použita opět dioda

spojí (obr. 101) jsou jeho vstupy ošetřeny tak, aby nemohl kmitat. Protože cyklocomputer je schopen zpracovat pouze signály nízkých kmitočtů, je signál z výstupu IO1 dělen obvodem IO2, 4020. Dva z jeho výstupů s dělicím poměrem 64 a 128 jsou vyvedeny na přepínač, vytvořený propojkovým polem. V poloze propojky blíže k okraji desky bude zobrazován přímo měřený kmitočet, v druhé poloze otáčky snímané z dvoulisté vrtule.

Vstupní vodiče cyklocomputeru jsou spínány tranzistorem T1. Zapojení bylo odzkoušeno s cyklocomputerem Sigma. Pro tento výrobek je třeba nastavit konstantu, vyjadřující původně průměr kola, na číslo 524, s ním jsou na displeji při měření zobrazovány stovky otáček za minutu. Minimální měřitelná rychlost otáčení je asi

zpožděním asi 1s. Vstup s uvedenou fotodiodou má velkou citlivost a tak jedinou nevýhodou, vedle nutnosti použít k napájení přípravku samostatný zdroj napětí 4 až 10 V, je malá přesnost zobrazování - jen na stovky ot/min. Pokud to nevadí, je tento otáčkoměr velmi dobře použitelný.

Seznam součástek

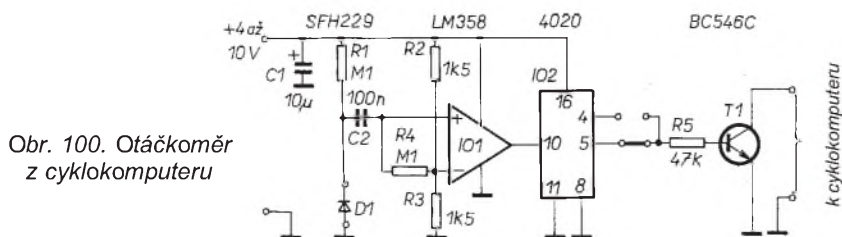
IO1	LM358
IO2	4020
T1	BC546C
D1	SFH229
R1, R4	100 kΩ
R2, R3	1,5 kΩ
R5	47 kΩ
C1	10 μF, elektrolyt. mini
C2	100 nF, keramický

Otáčkoměr s mikroprocesorem

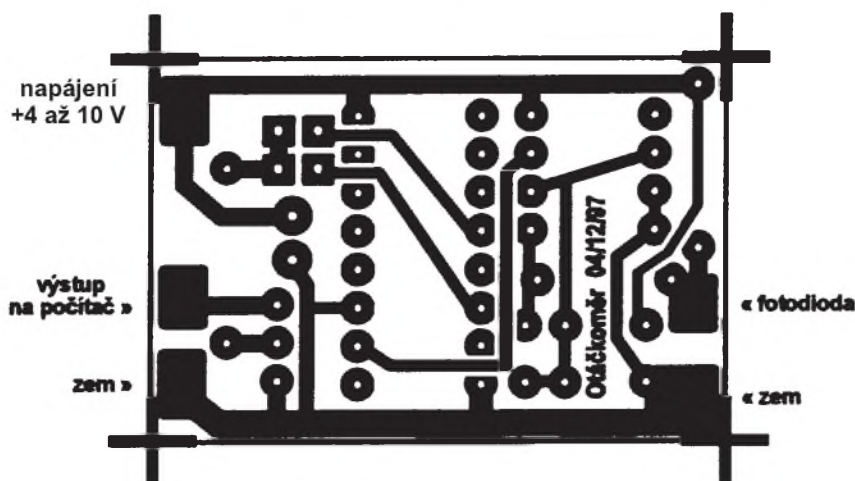
Poslední konstrukcí tohoto tématu je čtyřmístný digitální otáčkoměr, vybavený komfortními funkcemi, postavený s procesorem ATME1 89C2051. Jeho schéma je na obr. 102. Otáčkoměr má dva vstupy, z nichž se pro běžná měření používá pouze první. Ve schématu není zakreslena fotocitlivá součástka, je na uživateli, jakou sežene a jaké mechanické provedení sondy zvolí. Bez potíží lze použít fotodiodu SFH229 stejně jako na obr. 100, je však také možné připojit sondu s Hallovým detektorem magnetického pole nebo jazýčkové relé a na měřený objekt připevnit magnet. Otáčkoměr má vlastní stabilizátor napětí 5 V, lze ho napájet ze zdroje 5,5 až 15 V - třeba ze startovacího akumulátoru nebo z právě nepoužívané akumulátorové sady elektrolytu. Odběr je silně závislý na zobrazeném čísle a nepřevyšuje 100 mA.

Vstupní signál je stejnosměrně oddělen kondenzátorem C3 a přiveden na neinvertující vstup OZ, který pracuje jako komparátor a porovnává vstupní signál s napětím, vytvořeným děličem R1, R2. Stejně je pomocí rezistoru R3 neinvertující vstup „držen“ v těsné blízkosti téhož napětí z děliče R1, R2. Spolehlivého vyhodnocení impulsů tak dosáhneme již při jejich amplitudě kolem 50 až 70 mV, což je mnohonásobně méně, než poskytuje správně nastavená sonda. Signál by měl by mít pokud možno ostré hrany, jinak by bylo nutné zvětšit kapacitu kondenzátorů C4 a C4. Z výstupu OZ přichází signál přímo na vstup interruptu procesoru a aktivuje ho svou sestupnou hranou.

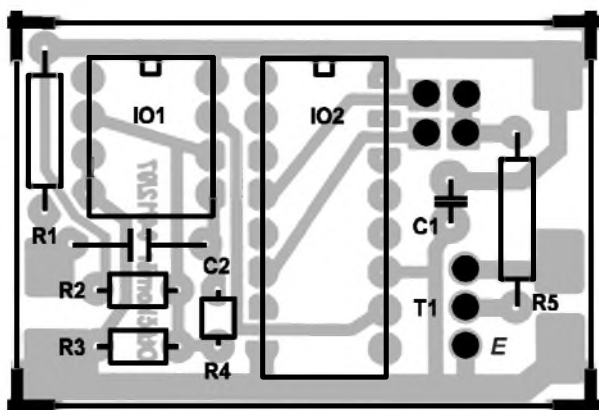
Displej otáčkoměru je sestaven ze čtyř sedmissegmentovek HDSP5501 nebo jejich ekvivalentů. Pracuje v multiplexním režimu. Jednotlivé segmenty a desetinná tečka jsou buzeny osmi vývody portu 1 procesoru, tranzistory T1 až T4 spínají jednotlivé sedmissegmentovky. K ovládání programu



Obr. 100. Otáčkoměr z cyklocomputeru

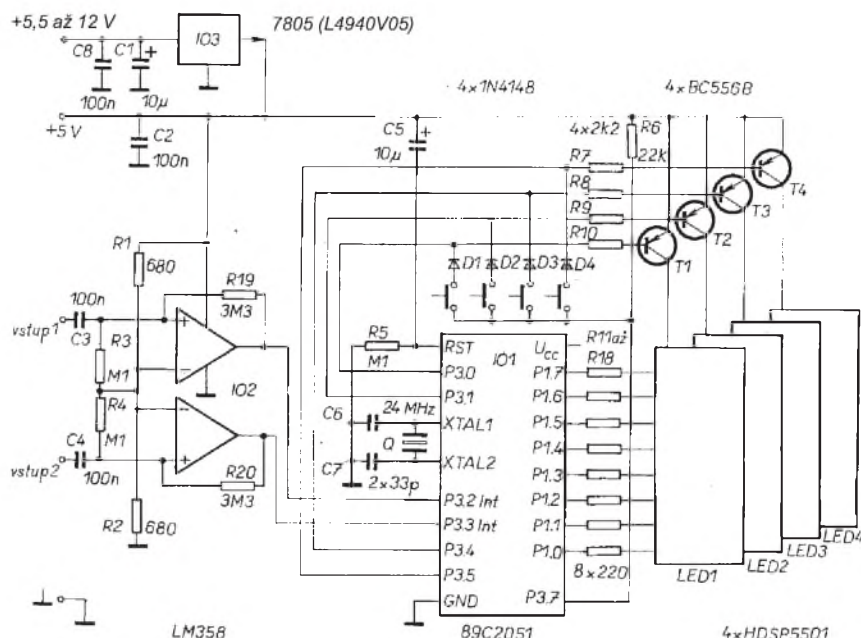


Obr. 101. Deska s plošnými spoji a její osazení součástkami (zvětšeno na dvojnásobnou velikost, tj. 2:1)



SFH229. Signál získaný na fotodiodě je stejnosměrně oddělen a zpracován komparátorem z jednoho operačního zesilovače IO1. Druhý OZ v pouzdře není použit a na desce s plošnými

300 ot/min, maximální hodně přes 20000 ot/min. Vzhledem k tomu, že cyklocomputer je přizpůsoben k velmi podobné úloze, údaj na jeho displeji je stabilní a klidný, změny se projevují se



Obr. 102. Otáčkoměr s mikroprocesorem (tlačítka zleva do prava T1 až T14)

slouží čtyři tlačítka v sérii s diodami D1 až D4. Po stisku tlačítka se na vstupu P3.7 objeví impuls L v době, kdy je aktivní příslušný vodič multiplexeru, tlačítka jsou tedy obsluhována synchronně s ovládáním displeje s kmitočtem několik set Hz. Reset procesoru je odvozen od zapnutí napájení pomocí C5 a R5. Kondenzátory C6 a C7 jsou součástí krystalového oscilátoru, kmitajícího na kmitočtu 24 MHz. Drobnou změnou jejich kapacity lze případně v malých mezích doladit oscilátor, pro účely měření otáček to však určitě nebude třeba.

Zapojení otáčkoměru neosahuje mnoho součástek a je v podstatě jednoduché. To nejdůležitější, jeho možnosti, je určeno programem v procesoru. Aby bylo zapojení a procesor lépe využit, slučuje zařízení kromě funkce otáčkoměru ještě rychloměr a počítadlo ujetých kol pro dvě dráhy, jejichž funkce bude popsána v příslušných kapitolách.

Po zapnutí napájení se rozblíká displej, zobrazí se symboly nabídky funkcí (obr. 103a). Potřebnou funkci

zvolíme stiskem tlačítka pod příslušným symbolem, které mají zleva doprava význam: otáčkoměr, počítadlo okruhů, rychloměr a rychloměr s opakováním. Tato nabídka se zobrazí jen jednou po zapnutí napájení, funkci lze tedy změnit pouze po vypnutí a opětovném zapnutí přístroje.

Vybereme-li funkci „otáčkoměr“, dostaneme se do další nabídky (obr. 103b). Písmeno „P“ symbolizuje volbu programu a tlačítko pod ním slouží k přechodu do cyklické nabídky změny parametrů. Následuje možnost bezprostředně spustit měření otáček se zobrazením okamžité velikosti měřeného údaje, měřit s hledáním minima nebo měřit s hledáním maxima otáček. Nepřicházejí-li okamžitě po začátku měření ze sondy impulsy, zobrazí se na displeji čtyři pomlčky. Stejně tak je indikován i stav, kdy po odložení sondy impulsy ustanou.

Údaj na displeji se obnovuje asi po jedné polovině sekundy a stále sleduje měřené otáčky, funguje tedy v podstatě tak, jako otáčkoměr bez procesoru. Zde ovšem také podobnost končí. Otáčkoměr například automaticky upravuje rozsah zobrazených čísel tak, aby byla využita všechna platná místa.

HOLD - Kdykoli v průběhu měření můžete stisknout právě ze čtyř ovládacích tlačítek a tím spustit funkci HOLD tj. podržení naposledy změřeného údaje na displeji libovolně dlouhou dobu. Aby bylo jasné vidět, že zobrazený údaj nijak nesouvisí s tím, co právě snímá sonda, bliká displej střídáním plného jasu a polojasu. Po dobu trvání HOLD měření neprobíhá. Opětovným stiskem téhož tlačítka pokračujeme v měření.

BAZE - Stiskem druhého tlačítka zprava v průběhu měření nebo při funkci HOLD displej blikne, zobrazený údaj se запиše do paměti a veškeré další měření je vztaženo k tomuto

údaji v paměti, zobrazuje se rozdíl aktuální hodnoty a hodnoty v paměti (+ znaménko, je-li větší měřená hodnota). Pokud tedy seřídíme např. otáčky motoru ve vodorovné poloze modelu, nastavíme je jako bázi a potom zkusíme různé sklony modelu, čteme přímo změnu otáček v závislosti na poloze modelu. Ukončení režimu BAZE dosáhnete stiskem druhého tlačítka zleva (vlastně se nastaví báze = 0).

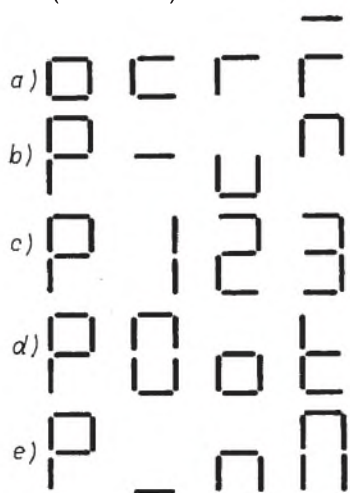
Stiskem levého ze čtveřice tlačítek přejdeme do režimu nastavování parametrů. V průběhu nastavování se neměří.

Průběžné měření / Minimum / Maximum - Do této volby se dostaneme vždy po prvním stisku levého tlačítka stejně jako na začátku. Chceme-li tedy např. znát minimum otáček, přepneme se do volby režimu, začneme sondou snímat a teprve když je vše připraveno pro měření, stiskneme příslušné tlačítko. Pokud bychom ho stiskli příliš brzo v době, kdy sonda nesnímá točící se vrtuli, zaregistrovalo by se jako minimum 0 otáček.

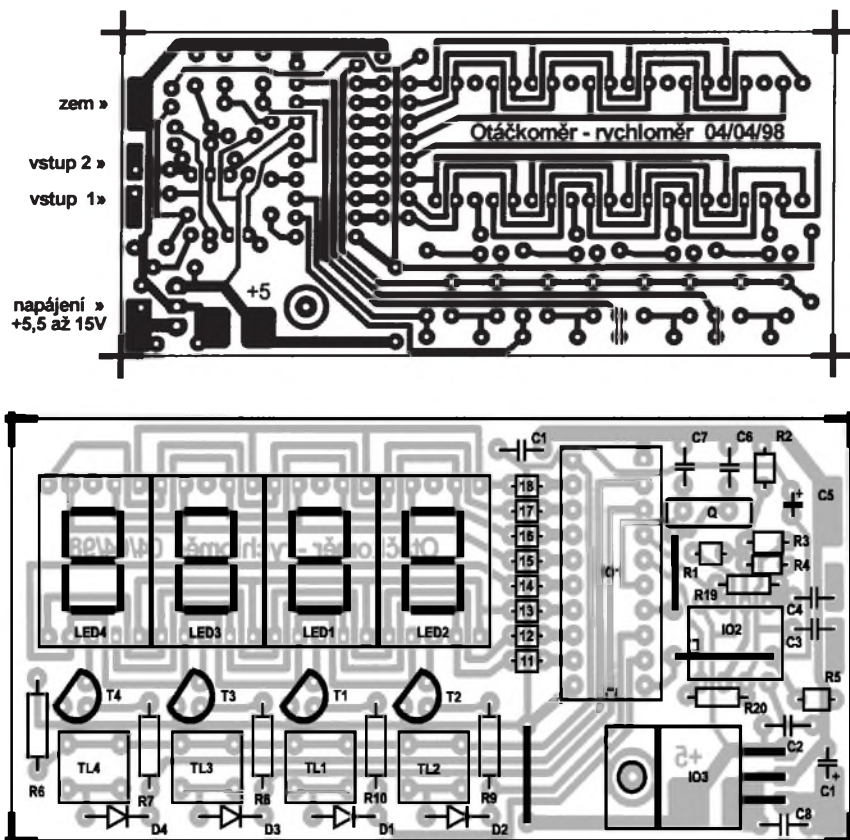
Počet listů vrtule - Druhým stiskem levého tlačítka se dostaneme k nastavení počtu listů vrtule. Zobrazí se nápověda podle obr. 103c. Tlačítko pod číslicí 1 zvolíme tehdy, když chceme měřit sondou odražené záblesky od jedné lesklé plošky, nalepené na hřídeli (viz měření otáček multimetrem). Význam číslic 2 a 3 je snad jasný. Nastavení platné v předchozí době je označeno svítící desetinnou tečkou. Po volbě je třeba opětovně stisknout levé tlačítko a projít i dalšími možnostmi voleb. Jediným výstupem z módu nastavování je předchozí režim.

Měření otáček/min. / kmitočtu / času (periody) - Na displeji se ukáže nápověda podle obr. 103d. Druhé tlačítko zleva odpovídá zobrazení v tisících ot/min., třetí zleva v ot/s (Hz) a poslední měření periody otáčení v milisekundách. Pokračujeme opět levým tlačítkem.

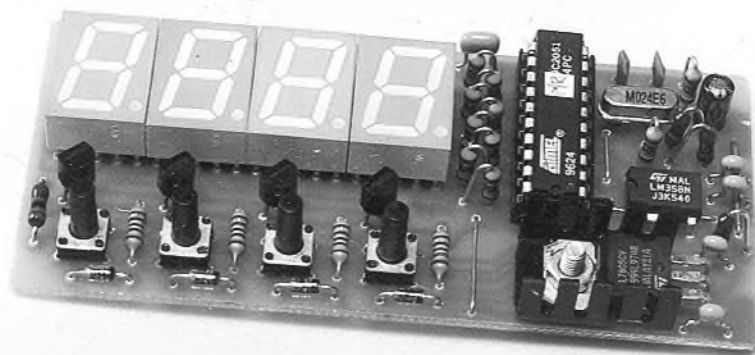
Úroveň filtrace - Průběžné matematické zpracování měřených údajů dovoluje odstranit jednu z největších nevýhod digitálních otáčkoměrů, známé „poskakování“ údaje na displeji. Zobrazenou nápovědu je možné vnímat jako histogram (obr. 103e) a vybrat si jeden ze tří stupňů vyhlazení zobrazeného údaje. První stupeň odpovídá zobrazení s nízkou mírou vyhlazení, stav displeje sice velmi rychle sleduje měřené otáčky, ale může se ještě projevovat nestálost zobrazeného údaje. Střední stupeň je volen tak, aby se snažil vyhovět běžnému měření a optimálně zklidnil zobrazení. Pokud je sonda zaměřena mimo vrtuli (ukazuje se - - -) a poté začneme měřit, měl by se údaj na displeji zklidnit asi za dvě až tři sekundy. Nejvyšší míra vyhlazení je určena pro měření motorů, jejichž chod je vysloveně nepravidelný. Změřený údaj je třeba považovat za průměrné otáčky a bude



Obr. 103. Symboly nabídky funkcí na displeji



Obr. 104. Deska s plošnými spoji v měřítku 1:1 a její osazení součástkami



stabilizován asi až po 15 s. Opětovným stiskem levého tlačítka se cyklicky vrátíme k nastavení „průběžné měření / minimum / maximum“.

Na obr. 104 je náčrt jednostranné desky s plošnými spoji a rozmístění součástek. Při osazování zapájejte sedmisedimentovky LED s mezerou asi 0,8 mm od dorazu a dbejte, aby jejich vrchní strany byly v jedné rovině. Potom vyjdou součástky tak, že sedmisedimentovky jsou v rovině chladiče stabilizátoru a hmatníky tlačítek je převyšují asi o 3 mm, ostatní součástky včetně rezistorů pájených nastojato nebudou překážet při umístění modulu za čelní panel startboxu nebo do samostatné krabičky.

Jako stabilizátor napětí IO3 můžete použít běžný a levný obvod 7805 v pouzdře TO220, potom je však nutné zajistit napájecí napětí nejméně 7 V. Toto řešení je vhodné zejména

při připojení na startovací olověný kumulátor 12 V. Chcete-li mít možnost napájet zařízení i menším napětím, použijte stabilizátor s úbytkem 0,4 V např. L4940V05. Při napětích větších než 8 V je vhodné doplnit stabilizátor alespoň malým hliníkovým chladičem (např. DO01a), na desce je na to namatováno a v těsné blízkosti pouzdra IO3 je volno.

Oživení modulu je velmi jednoduché, zapojení neobsahuje žádné nastavovací prvky. Po zapnutí napájení procesor zkontroluje neporušenost obsahu své paměti a zjistí-li chybu, vypíše na displeji „Err“. Jestliže je vše v pořádku, zobrazí se po zapnutí nabídka volby funkce, jak už bylo popsáno.

Ve schématu není zakresleno zapojení sondy (popř. sond) a je na konstruktéru, jaké provedení snímače zvolí. V nejjednodušším případě je možné použít zapojení s SFH229

z obr. 100. Uvedená fotodioda je dost směrová a citlivá, vstupy otáčkoměru také, takže pro měření stačí přiblížit sondu k vrtuli na několik cm. Na světlo žárovky 60 W napájené střídavým proudem reaguje otáčkoměr v šeru na vzdálenost až deseti metrů zobrazením kmitočtu sítě, nemusíte ani sondu na zdroj světla přesně zamířit. Stejně tak, ale pochopitelně z malé vzdálenosti, reaguje otáčkoměr na světlo od televizní obrazovky apod. Při měření se tedy snažte vyvarovat všech blikajících světelných zdrojů v okolí. Pro některé účely je vhodnější snímání pomocí mechanických mikrospínačů nebo magnetu a tělíska kontaktů jazyčkového relé.

Modul otáčkoměru je určen k vestavbě do startboxu nebo do samostatné krabičky vyrobené z laminátu, ohnuté z plechu apod. Konkrétní provedení krytu záleží na možnostech každého modeláře. Pro měření agregátů s elektromotorem není bezpodmínečně nutné modul umísťovat do krytu (krabičky), pokud ho však chcete používat k měření spalovacích motorů, rozhodně kryt vyrobte a zajistěte, aby byl účinnou ochranou proti spalínům a palivu, které by mohly proniknout k desce otáčkoměru a zejména mezi kontakty objímky mikroprocesoru. K uchycení desky s plošnými spoji mohou posloužit její rohy, součástky nejsou osazeny až k nim.

Existuje i odvozená verze tohoto otáčkoměru s upraveným programem pro měření chodu modelářského proudového motoru s rozsahem do 300 000 ot/min a optickým snímáním z dvanáctilopatkového kompresoru. Stejně zapojení s nepatrnou úpravou avšak se zcela jiným programem v procesoru poslouží pro sledování času při soutěžích elektroletů, počítačích bodů a akustickou signalizaci v pravidelných intervalech před „maximem“.

Seznam součástek

IO1	AT89C2051-24PC na-programovaný
IO2	LM358
IO3	7805 (L4940V05)
T1 až T4	BC556B
D1 až D4	1N4148
LED1 až LED4	HDSP5501
R1, R2	680 Ω
R3, R4, R5	100 kΩ
R6	22 kΩ
R7 až R10	2,2 kΩ
R11 až R18	220 Ω
R19, R20	3,3 MΩ
C1, C5	10 μF, elektrolyt. mini
C2 až C4, C8	100 nF, keramický
C6, C7	33 pF, keramický
Q	24,000 MHz - základní kmitočet, mini
tlačítka	P-B1720C
objímka DIL20	obyčejná
chladič DO01a	

Cenové srovnání je v tomto případě poněkud složitější, protože podobný kombinovaný přístroj jsem v nabídkách zahraničních firem zkrátka nenašel. Samostatný jednoduchý mikroprocesorový otáčkoměr s rozsahem do 20 000 ot/min přijde asi na 1500 až 2500 Kč, měřič rychlosti kolem 4500 Kč, počítačidla kol použitelná i mimo pokojovou autodráhu nikde nebyla. Uvedený modul lze postavit s materiálovými náklady kolem 650 Kč nebo koupit za méně než 1000 Kč.

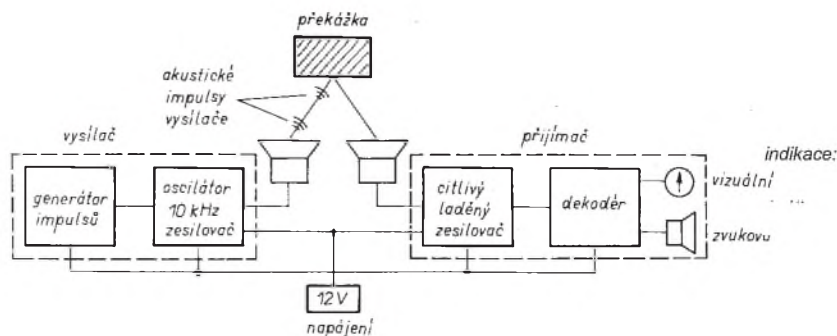
Měření vzdálenosti a rychlosti

Měření délek je asi nejčastějším měřením, které modelář při své činnosti používá. Většinou se však jedná o měření např. mikrometrem, posuvným měřítkem, obyčejným pravítkem nebo i pásmem, tedy zařízeními zcela neelektronickými.

Pro vytyčení přistávací plochy, změření vzdálenosti bodu přistání od středu kruhu apod. lze použít místo pásma přístroj, jehož výhody oceňují třeba policisté při měření brzdných drah vozů při nehodě. Jedná se v principu o kolečko, umístěné na držadle a vybavené počítačem otáček. Jeho předností vyniknou zejména tehdy, potřebujeme-li změřit vzdálenost po křivce - třeba délku závodní dráhy pro automobily.

Jeden z mála článků popisujících prakticky použitelné měřidlo na tomto principu najdete v [72]. Jedná se o snímač otáčení kolečka, v němž jsou vyvrtány díry, propouštějící světlo z LED na fotodiodu. Elektrické impulsy jsou tvarovány a jako jejich čítač je použita kapesní kalkulačka v režimu přičítání konstanty. Schéma zapojení je velmi jednoduché, což můžete posoudit sami na obr. 105. Zapojení lze bez jakékoli úpravy připojit k cyklocomputeru, nastavenému do režimu počítání otáček. Nevýhodou je nutnost použít kolečko a přesněm a známém obvodu (průměru), aby počet otáček bez složitého přepočtu vyjadřoval měřenou vzdálenost.

Zatím uvažované měřiče délek vyžadovaly dotek s měřeným předmětem, lze je tedy označit za kontaktní. Jinou metodou je využití ultrazvuku pro měření vzdálenosti od překážky.



Obr. 106. Blokové schéma lokátoru

Samotný fakt, že nemůžeme měřit třeba na rovné ploše louky nebo pole, ale vždy jen od předmětu tak velkého a „hustého“, že se od něj ultrazvukové vlny odrážejí, omezuje použitelnost této metody. Vhodný rozsah vzdáleností pro měření ultrazvukem je od 0,5 do několika desítek metrů, čím delší má být měřená vzdálenost, tím větší (a současně hladký) musí být i předmět, na který ultrazvukový dálkoměr zaměřujeme. Přesnost měření není příliš velká, 1 až 5 % je slušný výsledek i při konstantní teplotě a vlhkosti vzduchu, které měření podstatně ovlivňují (například zvýšení teploty o 20 °C způsobí odchylku asi o 3,5 %).

Zajímavé zapojení zvukového lokátoru vyšlo v [73] a jeho blokové schéma je na obr. 106, schéma zapojení je dosti složité. Bylo určeno pro skutečné automobily nebo lodě jako indikátor překážek v mlze. V článku se uvádí, že citlivost zařízení umožňuje detekovat na vzdálenost 30 m psa, člověka nebo vpředu jedoucí vozidlo a citlivost je možné dále zvětšit. Pokud je to pravda, je to výsledek na amatérský výrobek velmi dobrý. Použité součástky odpovídají době vzniku, nejedná se dokonce o ultrazvukový, ale impulsní zvukový lokátor na kmitočtu 10 kHz, místo měniče a mikrofonu se využívaly tehdy dostupné reproduktory ARV088 a ARZ097 a velikost opravdu odpovídá určení, tj. montáži do auta. Přestože toto zapojení nebude už dnes asi chtít nikdo reprodukovat, považují jeho podrobné prostudování za velmi vhodné pro všechny, kdo by měli zájem o podobné konstrukce.

Jednoduché modulové schéma zapojení už modernějšího ultrazvukového dálkoměru na kmitočtu 40 kHz najdete v [74]. Je postaven zejména s obvody CMOS a jako čítače pro mě-

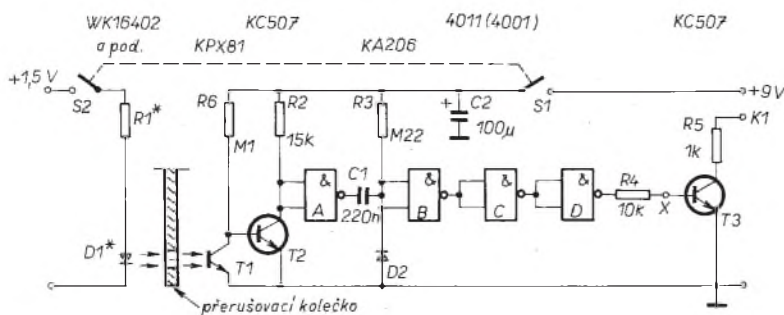
ření vzdálenosti a řízení displeje LCD má obvod ICL7224. Pro vyzařování impulsů používá už piezoměr a pro příjem detektor ultrazvuku. Tyto součástky jsou dnes naprosto běžně dostupné a nejsou ani drahé, spíše jen leží stranou zájmu amatérských elektroniků.

Asi nejúplnější zapojení s dobrým popisem vyšlo v [75]. Umožňuje měřit vzdálenosti od 25 cm do 6 m s přesností kolem 1 % za konstantních podmínek. Této přesnosti je samozřejmě možné dosáhnout pouze tehdy, je-li překážka odrážející paprsek ultrazvuku hladká, tvrdá a kolmá na směr paprsku. Schéma zapojení je sice rozměrné, ale jako příklad ho uvádím na obr. 107 (str. 208). I v tomto případě je jako čítač použit obvod ICL7224, zajímavější je ale projít si podrobně podle původního článku ostatní části vtipné konstrukce.

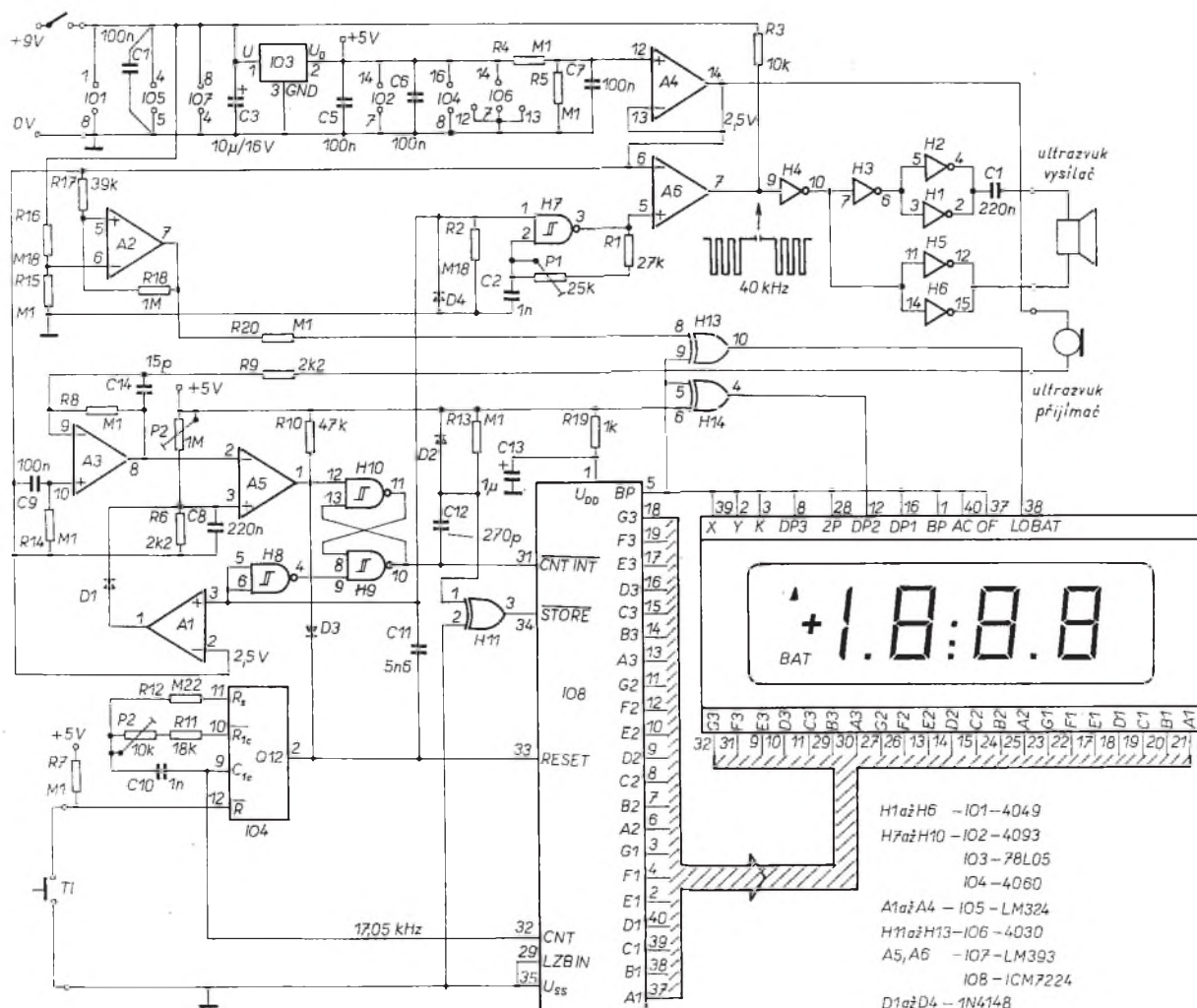
Po stisku tlačítka jsou asi dvakrát za sekundu (IO4) vysílány bloky ultrazvukových kmitů na 40 kHz (oscilátor H7, zesilovač z hradel IO1), vždy kolem 12 period. Po dobu vysílání je předzesilovač přijímače A3 zahlcen přeslechem z vysílače, ale A1 uzavře komparátor přijímače A5 a po doznění impulsu plynule nabíhá komparační úroveň (časová konstanta R6C8) na ustálený stav, čímž se plynule mění citlivost přijímače jako celku. Celé zařízení má spotřebu kolem 5 až 10 mA a lze je postavit dosti malé.

Využití ultrazvukového dálkoměru k přímému měření polohy modelů ze země nebo ze břehu je značně znesnadněno malou odrazovou plochou modelu, přesto však využití najít může.

Nevím o tom, že by někdo vyvinul a v modelech používal něco podobného, ale jeví se mi jako reálné dosažitelný cíl postavit zařízení tak malé, že nemusí být problémem jeho vestavění do modelu letadla ve funkci přístroje, měřícího výšku nad terénem. Zobrazení v modelu je zbytečné, místo čítače by šel nasadit jednočipový procesor k vyhodnocení reálné výšky a vstupních impulsů z přijímače (požadované výšky), jejich porovnání a v závislosti na tom k vytvoření korekce pro motor a výškovku tak, aby let modelu kopíroval terén v dané výšce. Ve spolupráci s takovým optickým stabilizačním systémem, jako je už exis-



Obr. 105. Přípravek pro měření vzdálenosti



Obr. 107. Ultrazvukový měřič vzdálenosti

tující HAL2100 nebo podobné výrobky, by byl vytvořen systém, který by se už zcela právem mohl nazývat autopi-
lotem. Samozřejmě, bylo by nutné vyřešit problémy s detekcí a vyhodno-
cováním „rozmazaného“ signálu při přeletu nad stromy nebo křovinami, ale v první fázi - počítající s rovným povrchem letiště bez porostu - by to fungovat mělo.

Pokud přeženu úvahy v tomto směru ad absurdum, je už dnes možné nasazením systému GPS dát modelu letadla informace o poloze kdekoli na planetě s dostatečnou přesností a naprogramovat jeho let předem tak, aby prakticky nepotřeboval řízení. Všechny potřebné části pro sestavení takového systému, který má ovšem svými vlastnostmi mnohem blíže k automaticky řízenému nosiči bojové hlavičky než k modelu, jsou už však i na našem trhu dostupné a jejich cena není ve srovnání s cenou špičkového soutěžního speciálu nijak vysoká. Bylo by jistě možné diskutovat o smysluplnosti vytvoření takového modelu a hledat meze, za nimiž by se z modelářství stal pouze hon za zvládnutím dalších a dalších technických problémů a výroba funkčně dokonalých, ale bezduchých automatů. Zajímavost jednotlivých technických řešení je však nesporná.

Další možnou oblastí aplikací ultrazvuku jsou sonary pro funkční modely

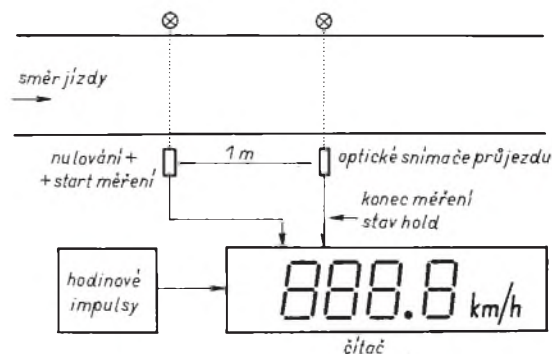
ponorek, u nichž se hodí jak ke kontrole dostatečné vzdálenosti od dna, tak k měření hloubky ponoru odrazem od hladiny.

Ruční ultrazvukový dálkoměr lze zakoupit v několika provedeních a v cenové relaci od jednoho do dvou tisíc korun. Pro bezkontaktní měření se kromě ultrazvuku používají i radiolokační nebo laserové dálkoměry. Jde o zařízení vhodná pro větší vzdálenosti a natolik nákladná, že se s nimi v modelářské praxi hned tak nesetkáme.

Měření rychlosti modelů můžeme rozdělit na takové, kdy je měřící aparatura mimo model, a takové, kdy je součástí modelu. Blokové schéma zařízení instalovaného na dráze pro RC automobily, autodráže nebo na plošnou plošinu pro měření u lodních modelů je na obr. 108. Model při prů-

jezdu přeruší paprsek prvního čidla, čímž vynuluje údaj na čítači a spustí čítání hodinových impulsů. Při přerušení druhého paprsku se čítání zastaví. Volbou kmitočtu hodinových impulsů a vzdálenosti obou paprsků dosáhneme toho, že se načítá převrácená hodnota rychlosti v m/s nebo km/h a pokud může být výsledek před zobrazením zpracován, ukazuje se přímo rychlost. Metoda se dá uplatnit pochopitelně jen tehdy, je-li zaručeno, že model projede měřeným úsekem sám a ne ve skupině modelů dalších. Zařízení pracující na uvedeném principu se dá zakoupit např. u záslukové služby Conrad electronic, jehož cena vyjde v přepočtu na více než 4500 Kč, postavit se určitě dá za pětinu této ceny. Tato metoda je teoreticky použitelná i pro modely letadel, technicky bude však činit velké problémy vyhod-

Obr. 108. Blokové schéma pro měření rychlosti modelů aut nebo lodí



notit přesně průlet modelu snímanou rovinou.

Konkrétní stavební návod na měřič rychlosti pro modelovou železnici vyšel v [76], jeho konstrukce je zcela výjimečná a není na železnici natolik vázána, aby ji nebylo možno použít i v jiných odbornostech. Zajímavostí je, že zobrazuje přímo modelovou rychlost přepočítanou podle měřítka. Uvedené řešení vycházelo čistě ze součástek dostupných na vnitřním trhu kolem roku 1985 a jako takové je dnes zcela zastaralé, jeho myšlenka však nikoli. Novější návod jsem nenalezl, přestože dodržení modelové rychlosti je jedním z důležitých prvků pro realistický vzhled funkčních maket všech modelů, leteckých, lodních i pozemních. Údaje o rychlosti patří mezi standardní a zcela základní u všech skutečných pohybujících se technických zařízení. Přesto je spíše neobvyklé, když nalezneme v konstrukčním popisu modelu alespoň zmínku o jeho modelové rychlosti a jen naprosto výjimečně se rychlost modelů měří a přepočítává (prosím nezaměňujte s měřením rychlosti při závodech, tam nejde o realističnost, ale o co největší rychlost bez ohledu na ni).

Měření rychlosti přímo v modelu lze snadno převést na jinou úlohu. U modelů aut dochází ke styku kol s podkladem, použije se tedy měření rychlosti otáček kola. Kvůli prokluzu hnacích kol a zkreslení naměřených údajů je lépe měřit otáčky kola na nepoháněné nápravě.

U letadel nepřipadá podobná kontaktní metoda v úvahu. Lze však použít (a bylo to v praxi vyzkoušeno) stejný princip jako u elektronického anemometru (viz dále v textu), tedy ochlazování podžhaveného vlákna žárovky proudícím vzduchem a měření potřebného kompenzačního proudu, který je úměrný rychlosti proudění kolem čidla. U modelů s pohonem turbinou se používají čidla rychloměrů, pracující obdobně jako u skutečných letadel na principu snímání tlaku. Pro získání alespoň nějakých údajů o rychlosti byly v zahraničí používány pistolové radarové rychloměry, vypůjčené od dopravní policie. Naměřené orientační rychlosti převzaté z [77] jsou shrnuty v tabulce.

Lodní modely se pohybují na rozhraní plynného a kapalného prostředí a ke snímání rychlosti pohybu (vůči

vodě) lze v zásadě použít podobně jako u letadel metodu s ochlazováním v závislosti na rychlosti proudění, technické řešení se však bude podstatně od anemometru lišit s ohledem na rozdílné (teplotní, vodivostní) vlastnosti vzduchu a vody. Lze použít i sondy s volně běžícím lodním šroubem, jehož otáčky jsou opticky snímány. Konkrétní řešení nebo nabízený výrobek se mi však nepodařilo nalézt.

Jinou metodu lze použít u modelů poháněných elektromotorem za předpokladu, že otáčky motoru jsou pevně svázány s pohybem modelu. Při použití impulsního regulátoru otáček funguje motor jako pohon pouze v části periody, kdy je napájen plným napětím. Ve zbylé době je motor setrvačností modelu hnán, přechází do funkce dynamu a generuje napětí úměrné rychlosti modelu (resp. otáček pohonu). Tento jev lze využít k měření a případně i stabilizaci rychlosti.

Pokud se dokážete nadchnout pro amatérskou výrobu radarové techniky, ani to není úplně nemožné. Výchozím článkem může být popis mikrovlnného detektoru pohybu v [78].

Měřič rychlosti modelů aut a lodí s mikroprocesorem

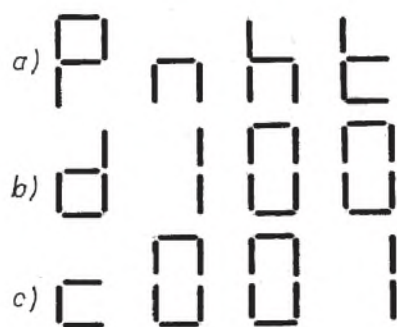
Pokud vás zajímá skutečná nebo modelová rychlost, s jakou se pohybuje váš model, můžete si postavit digitální rychloměr. Podmínkou je, aby se model mohl pohybovat přímočaře ustálenou rychlostí po jisté dráze, na jejíž koncích lze umístit optická nebo jiná čidla průjezdu modelu. K měření využijeme otáčkoměr s mikroprocesorem (obr. 102), k němuž tentokrát připojíme dvě identické (optické) sondy. První, připojená na vstup 1, musí být na konci sledované dráhy, druhá, připojená na vstup 2, na jejím začátku. Model musí projet dráhu v určeném směru, jinak se nic neměří.

Po zapnutí napájení a zvolení režimu měření rychlosti „r“ se zobrazí na levé číslicovce znak „P“ a vedle něj výběr (obr. 109a) pro zobrazení rychlosti v m/s, km/hod nebo měření doby průjezdu vymezenou drahou v tisících sekund. Volbou jedné z možností se dostaneme do režimu měření a čeká se na průjezd modelu počát-

kem sledované dráhy (čidlo 2), při čekání na displeji svítí GO - - . Jakmile model protne paprsek čidla, změní se zobrazení na - - GO. Když model projede koncovým bodem, zobrazí se rychlost ve zvolených jednotkách nebo čas průjezdu a měření se zablokuje. Pro další měření je třeba tento režim levým tlačítkem opustit a navolit znovu jednotky.

Protože by uvedený způsob měření nebyl výhodný u modelů jezdících okruhy na dráze, můžeme si vybrat i režim měření rychlosti s opakováním. Je prakticky shodný s předchozím, jen po průjezdu koncovým bodem měřené úseku a zobrazení rychlosti začne procesor okamžitě znovu sledovat začátek úseku, při průjezdu sám začne nový cyklus měření - ale až do okamžiku průjezdu koncem úseku zobrazuje předchozí naměřený údaj. Zní to složitě, ve skutečnosti je to však jednoduché. Dáme-li například obě čidla na téměř stejné místo u autodráhy, bude na displeji vždy zobrazena průměrná rychlost (nebo čas) posledního dokončeného okruhu.

Stiskem levého tlačítka se dostaneme k cyklickému zadávání parametrů. Prvním je vzdálenost mezi sondami na počátku a konci sledovaného úseku dráhy v centimetrech. Nejprve se zobrazí výběr podle obr. 109b, symbolizující sledovaný úsek v délce jednoho metru. K nastavení čísla se používají tlačítka pod jednotlivými číslicemi, kterými se příslušné místo dá cyklicky měnit. Zvolená vzdálenost může být v intervalu 1 až 999 cm, jako optimální se jeví 100 až 200 cm. Při nastavení příliš malé vzdálenosti čidel se poněkud zmenší přesnost měření, u příliš velké vzdálenosti může být problém udržet pohyb modelu při konstantní rychlosti. Jestliže jste vzdále-



Obr. 109.

Orientační údaje o rychlosti některých modelů

Model	Rozpětí [mm]	Motor [cm3]	Hmotnost [g]	Rychlost [km/h]					
				start	let	potlačeno	pomalů	střemhlav	přistání
Senior Telemaster (cvičný hornoplošník)	2400	10	4000	35	75	95	20	105	20
Robbe Puma (částečně rychlostní model)	1400	6,5	3000	60	120	130	40	150	40
Rödel Pico (akrobat)	1600	10	3700	50	125	145	30	200	55
Eismann Cosmos (akrobat)	1600	10	3600	60	165	185	30	220	50

nost mezi sondami zadali, lze pokračovat stiskem levého tlačítka.

Na displeji bude zobrazen údaj podle obr. 109c. Písmeno „c“ je indikátorem tohoto režimu pro nastavení modelového měřítka, vedle něj je číslo 001. Toto číslo znamená, že zobrazená rychlost bude skutečná (jedna ku jedné). Obdobným způsobem jako v předchozím případě můžeme konstantu změnit a podle toho se následně přepočítají i všechny naměřené údaje. Nastavení konstanty opustíme opětovným stiskem levého tlačítka.

Zobrazení rychlosti stejně jako u otáčkoměru automaticky volí rozsah měření a využívá všechna platná místa výsledku. Kdykoli v průběhu čekání nebo měření se lze stiskem levého tlačítka dostat do režimu zadávání parametrů.

Vzhledem k tomu, že činnost procesoru je odvozena od krystalem řízeného oscilátoru, je i v tomto případě zaručena velká přesnost měření a stabilita časová i teplotní, odpovídající parametrům krystalu.

Provedení sond záleží na zamýšleném použití, pro autodráhu bude mít zřejmě tvar mostu přes dráhu, který ponese čidla, infračervené diody budou zapuštěny do otvorů v dráze, pro terénní závody zřejmě bude muset být postavena vodorovná světelná závora přes celou šířku dráhy, několik centimetrů nad zemí.

Měřiče rychlosti větru

Rychlost větru je činitelem, který podstatně ovlivňuje provoz všech letajících modelů stejně jako u skutečných letadel. Znalost a objektivní změření intenzity větru jsou důležité

i u modelů lodí, z nichž nejvýraznější závislost na větru mají pochopitelně plachetnice. Mít možnost změřit rychlost a směr větru je tedy pro modeláře užitečné, přitom profesionální anemometry jsou však v praxi k vidění velmi zřídka jistě také pro svou dost vysokou cenu.

Rychlost větru vyjadřujeme obvykle ve třech možných jednotkách, jako ostatní rychlosti v km/h, m/s nebo speciální Beaufortově stupnici. Popis prvních sedmi stupňů této stupnice, které mají význam pro modelářský provoz, je v tabulce. S dalšími stupni se setkáme spíše při zprávách o přírodních katastrofách.

Principů měření rychlosti větru je několik. Nejznámějším z nich je použití rotoru se čtyřmi rameny a na nich připevněnými půlkulovými miskami. Vítr rotorem otáčí a rychlost otáčení je přímo úměrná rychlosti větru.

Základním problémem konstrukce tohoto anemometru je jeho mechanické provedení. Rotor musí mít malou hmotnost, aby měl i malou setrvačnost. Chod všech uchycení a ložisek musí být velmi lehký, jinak měřič nebude schopen uspokojivě pracovat při slabém větru. Jedná-li se o zařízení, které bude venku instalováno jen na krátkou dobu (třeba na soutěži), není odolnost použitých materiálů vůči povětrnostním vlivům příliš důležitá, naopak u anemometrů určených pro stabilní provoz je doba života materiálů a jejich klimatická odolnost rozhodující. Půlkulové misky malých rozměrů se dají získat třeba z pingpongových míčků, sestavit čtyřramenný kříž také není obtížné, problém je s lehkým, přesným a odolným otáčivým uložením.

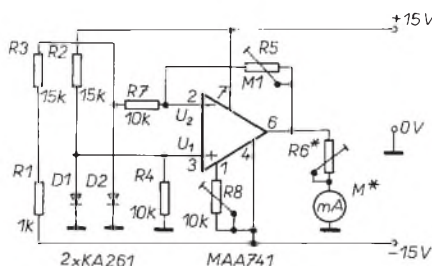
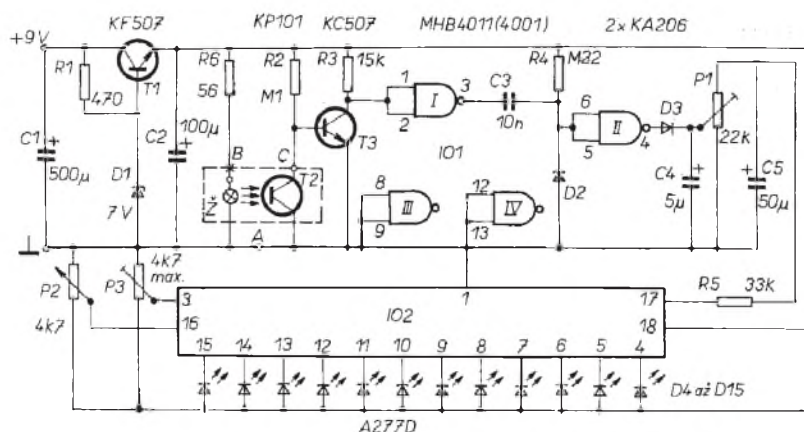
Snímání otáček rotoru musí být v každém případě bezkontaktní. V [79] můžete nalézt konstrukční návod, založený na optickém snímání pohybu rotoru s nasazenou clonkou a se dvěma variantami elektroniky. První z nich je jednoduchým měřičem otáček s obvodem 74121, k indikaci měřeného údaje se používá ručkové měřidlo. Proudový odběr zařízení je asi 50 mA při napětí 9 V, přitom asi 40 mA proudů spotřebuje použitá žárovka pro prosvěcování clonky. Nahradit ji dnes běžnou velmi svítivou LED nebo infračervenou LED je úprava velmi jednoduchá a spotřeba se tím omezí na méně než polovinu.

Druhá varianta elektroniky je z hlediska principu totožná, je však postavena s obvodem CMOS 4011 a detekcí nikoli ručkovým měřidlem, ale dvanácti LED, které jsou řízeny obvodem A277D (obr. 110). Právě v tomto obvodu by byla asi potíž, kdybychom dnes chtěli druhou variantu postavit přesně podle popisu.

Podobný, ale podrobnější návod zajímavý zejména propracovanou konstrukcí mechaniky, najdete v [80]. V této konstrukci je snímání otáček vyřešeno kontaktem jazýčkového relé a na rotoru umístěným magnetem. Princip je stejný jako v obou předchozích případech, totožný s otáčkoměrem, schéma neuvádím. Anemometry s mechanickým snímáním jsou vždy vhodné zejména pro větší rychlosti větru.

Zcela jinak pracuje zapojení podle obr. 111, převzaté z [81], které pracuje jako diferenční teploměr. Dioda D1 spolu s R2 je uzavřena samostatně mimo vliv větru a na ní rozptýlený vý-

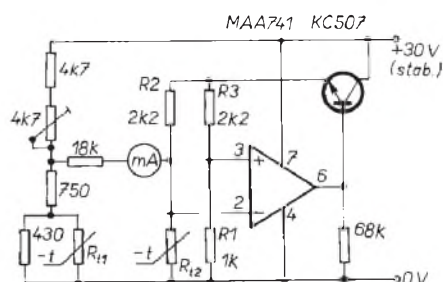
Beaufortův stupeň	Charakteristika	Rychlost [ms]	Rychlost [km/h]
0	bezvětří, dým stoupá téměř kolmo, listy a trávy v klidu, vodní hladina bez vlnek jako zrcadlo	0 až 0,2	0 až 1
1	vánek, kouř stoupá šikmo vzhůru, nahodilé nepatrné pohyby listů a trav, hladina vody se mírně čerří	0,3 až 1,5	1 až 5
2	slabý vítr, kouř z komína stoupá velmi šikmo a je rychle rozptýlen, vítr je cítit ve tváři a lze určit jeho směr, šelest listů a pohyby trávy, vodní hladina s malými vlnkami s hladkými hřbety	1,6 až 3,3	6 až 11
3	mírný vítr, listy stromů i větvičky v pohybu, praporky se napínají, vodní hladina zčeřená, s vlnami s ojedinělými „čepicemi“	3,4 až 5,4	12 až 19
4	dosti čerstvý vítr, zdvihá se prach, pohyb tenkých větví stromů, na vodě středně velké vlny s množstvím bílých hřbetů	5,5 až 7,9	20 až 28
5	čerstvý vítr, keře s listy se ohýbají, na vodě se tvoří vlny se zpěněnými hřbety, trhají se, hlubší vlny ještě zůstávají v celku, tvoří se vodní tříšť	8 až 10,7	29 až 38
6	silný vítr, pohybuje i tlustými větvemi, tenké stromky ohýbá, telefonní dráty a antény sviští, používání deštníků je obtížné, na vodě se všechny vlny tříští, zvedají se spršky vody	10,8 až 13,8	39 až 49
7	prudký vítr, pohybuje velkými stromy, chůze proti větru je obtížná, hladiny vody je rozbouřená, tvoří se vysoké vlny zpěněné i na malých vodních plochách	13,9 až 17,1	50 až 61



Obr. 111. Zapojení na principu
diferenčního teploměru

kon ji zahřeje na určitou teplotu. Tato teplota závisí na teplotě okolí, ale neprojeví se na ní proudění vzduchu. Diody D2, která musí být stejného typu jako D1, je naopak vlivu větru vystavena. Čím silnější proudění vzduchu kolem diody bude, tím větší ochlazovací účinek se projeví. Na teplotě diod je pak závislé napětí na jejich otevřeném polovodičovém přechodu a toto napětí se porovnává pomocí operačního zesilovače, rozdíl se zesílí a způsobí výchylku ručkového měřidla. Vztah mezi rychlostí větru a jeho ochlazovacími účinky je silně nelineární, použité diody budou také vykazovat kus od kusu trochu jiné parametry, každý anemometr bude tedy třeba nastavovat a kalibrovat individuálně. Další nevýhodou je setrvačnost, ustálení měření rychlosti větru se dosáhne asi za 120 sekund. Velkou výhodou uvedeného zapojení je, že neobsahuje žádné pohyblivé díly a je schopno pracovat i v prostředí s vibracemi a ve všech polohách.

Na principu teploměru pracuje i zapojení podle obr. 112 (podle [82]). Termistor R_{12} je procházejícím prou-



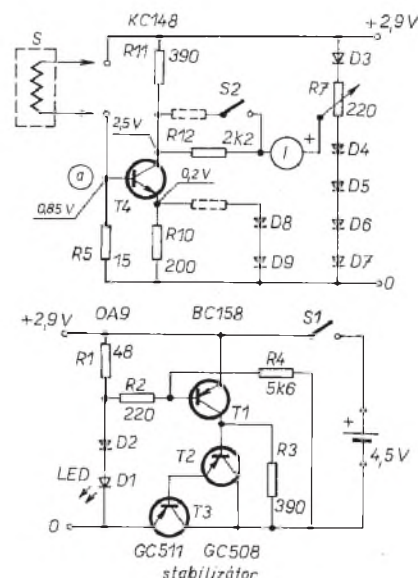
Obr. 112. Další anemometr, pracující na principu teploměru

dem ohříván na značnou teplotu (podle původního článku až 180°C) a je vystaven účinkům větru, druhý termistor kompenzuje teplotní závislost celého zařízení. Prouděním vzduchu se ochlazuje termistor a následně se rozváží můstek, což je ihned kompenzováno zásahem operačního zesilovače, takže snímací termistor pracuje při prakticky konstantní teplotě. Toto zapojení vede k větší citlivosti zejména pro rychlosti do 20 km/h a je údajně velmi citlivé i pro rychlosti větru kolem 3 km/h . Tím může být právě v oblastech malých rychlostí proudění velmi atraktivní pro modeláře, protože mechanické anemometry mají při malých rychlostech větru potíže, způsobené třením, nečistotami atd. Ostatně shodný princip se používá i v průmyslových měřicích rychlosti proudění a průtoků plynů v potrubí.

Podrobný, jednoduchý, velmi levný a citivý anemometr lze postavit podle popisu v [83]. Jako detektor používá žárovku 6 V/50 mA s odstraněnou skleněnou baňkou, takže vlákno žárovky je ochlazováno prouděním vzduchu. Proud procházející vláknem (asi 56 mA) musí být nastaven tak, aby zahřál vlákno těsně pod teplotu, kdy viditelně žhne. To nastává při teplotě kolem 600 °C, takže oproti okolí je vlákno zahřáté více než o 550 °C. To je samo o sobě výborným předpokladem malé teplotní závislosti zapojení a velmi rychlé reakce na změnu proudění.

Schéma zapojení je na obr. 113. Nejsložitější částí je stabilizátor napájecího napětí 2,9 V, který musí být napětově i teplotně nezávislý. Dnes ho lze samozřejmě nahradit integrovaným obvodem např. LM317. Vlastní měřič obsahuje jen jeden běžný tranzistor, jehož zesílení je určeno rezistory R10 a R11. Diody D3 a D4 jsou germaniové (OA9), D5 až D7 křemíkové (KA501). Diody D8 a D9 paralelně k R10 ovlivňují zesílení v závislosti na proudu a při vhodném výběru kompenzují nelinearitu detektoru tak, že stupnice ručkového měřidla bude téměř lineární.

Kuriózní (ale velmi chytré) je nastavování rozsahů měření nikoli elek-



Obr. 113. Jiný elektronický měřič rychlosti větru

tricky, ale omezením rychlosti proudění vzduchu kolem čidla zastíněním hrubší či jemnější sítkou. V původním článku je graf, z něhož vyplývá, že při nezastíněném čidle se vítr o rychlosti 0 až 1 m/s projeví změnou napětí 0 až 200 mV a převod je skoro lineární. Takovou citlivost s mechanickým anemometrem amatérské výroby těžko dosáhnete. Naopak pro vítr silnější než 20 m/s je tento princip měření a zastiňování těžko použitelný.

Teplotní závislost čidla je velmi dobře kompenzována teplotní závislostí elektroniky. Otázkou autorem sice „nanesenou“, ale neřešenou je ovlivnění přesnosti měření vlhkosti vzduchu a rozptýlenými kapénkami (mlhou). Za deště, popř. v prostředí stříkající vody bude zřejmě celý princip nepoužitelný, protože voda ucpe jemnou stínici sítku. Uvedené nevýhody mohou vadit třeba na sportovní jachtě, pro modelářské použití nemusí být překážkou, za mlhy a deště se už jen pro sníženou viditelnost dá RC model řídit jen těžko. Toto zapojení je výjimečné už tím, jakou pozornost věnoval autor linearizaci a teplotní kompenzaci a jakého efektu lze dosáhnout s několika málo součástkami. Doporučuji ho k podrobnému prostudování a případně i odzkoušení už jen pro tyto vlastnosti.

Zapojení pro svou jednoduchost a možné miniaturní rozměry může nalézt ještě jedno uplatnění, a to jako měřič rychlosti letu, vestavěný přímo do modelu letadla a spolupracující s telemetrickým nebo registračním zařízením.

Jednoduchý digitální anemometr v kapesním provedení a rozsahem 0 až 99 km/h lze zakoupit v ceně kolem 2300 Kč.

Nakonec si dovolím malou poznámku. Myslím, že měřiče rychlosti a směru větru jsou mezi modeláři velmi rozšířené. Nevěříte? A co tenká stuž-

ka nebo několik chemlonových vláken vlajících na špičce antén vysílačů? Je to sice řešení neelektronické a nepřesné, ale určitě nejlevnější a pro malé rychlosti větru velmi názorné.

Hlukoměry a detektory vibrací

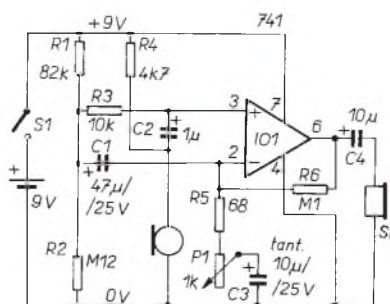
Hluk vznikající při provozu modelu, zejména pokud je model vybaven spalovacím motorem, může být zdrojem potíží a konfliktů modeláře s okolím. Splnění předepsané maximální úrovně hlučnosti, měřené na soutěžích, je podmínkou pro přijetí modelu. Měření hlučnosti je problém dosti široký a komplikovaný, už s ohledem na kmitočtové spektrum toho, co nazýváme hlukem, a proměnlivou citlivost lidského ucha v závislosti na kmitočtu. Pro seriózní měření úrovně hlučnosti budeme asi muset použít profesionální měřicí přístroj - jednoduchý přípravek na měření a porovnávání úrovně hlučnosti lze však sestavit s relativně malými náklady. Mám na mysli zejména použití v situaci, kdy se snažíme nalézt optimální účinnost tlumiče, odhlučnění modelu výplní dutých prostor pružným plastem (molitanem) či vestavbu pružných odhlučňovacích přepážek. Potíž je v tom, že kdyby bylo možné srovnat hluk před a po úpravě v krátkém časovém sledu, postačí srovnání sluchem. Úpravy modelu však většinou trvají několik dní a pak už nelze spolehlivě srovnat úroveň hluku před a po úpravě bez přístroje.

Jedno z jednoduchých zapojení hlukoměru vyšlo v [84], jeho schéma je na obr. 114. Ve funkci mikrofonu je použit malý reproduktor o průměru 65 mm. Přímý vázaný zesilovač, tvořený trojicí tranzistorů, je doplněn o součástky pro kmitočtovou korekci tak, aby spolu s kmitočtovou charakteristikou použitého reproduktoru odpovídal v rámci možností co nejlépe charakteristice „A“, používané v hlukoměrech. S ohledem na to nelze doporučit částečné změny zapojení, které se vzhledem k dnes již zastaralým součástkám přímo nabízejí. Bylo by jistě vhodnější použít operační zesilovač a miniaturní levný elektretový mikrofon, pak by bylo však nutné současně doladit celé zapojení kmitočtovými

korekcemi tak, aby respektovalo změny součástek.

V původním článku se popisuje „kalibrování“ pomocí hovoru snímaného ze vzdálenosti 40 cm, což samozřejmě s vážně míněnou kalibrací nemá nic společného. Předpokládám, že pro nejjednodušší použití není ani kalibrace nutná. Postačí, pokud bude přístroj schopen kvantifikovat intenzitu hluku a při dalším měření srovnat, zda se zmenšila a jak výrazně. Pochopitelně při měření musí být hlukoměr vůči modelu ve stejné vzdálenosti a poloze a též okolí by mělo zůstat stejné (měření ve stejném prostředí).

Technicky i použitím se hlukoměru blíží detektor vibrací popsáný v [85] (obr. 115). Zde je jako snímacího prvku využito sondy vyrobené z elektretového mikrofonu. Vlastní výroba sondy je určitě nejnáročnější částí práce.



Obr. 115. Detektor vibrací

Sonda ve tvaru tyčky musí být lehká, dostatečně dlouhá a musí být spojena s vložkou elektretového mikrofonu tak, aby se na membránu snadno přenášely vibrace ze sondy a co nejméně okolní hluk. Toho dosáhneme například zašroubováním šroubu s větší hlavou na konec sondy. Hlavu šroubu potom přilepíme přímo k elektretovému mikrofonu tak, aby zakryla jeho vstupní otvor a přilepením vznikla uzavřená vzduchová komůrka v mikrofonu.

Elektricky se opět jedná pouze o zesilovač vstupního signálu z mikrofonu. Výstup detektoru vibrací je vyveden na sluchátka obsluhy nebo pro lepší vyhodnocení na vstup osciloskopu či ručkový měřicí přístroj.

Použití detektoru vibrací je snadné. Přiložíme sondu k měřenému místu a odečteme stav na stupnici.

Vzhledem k tomu, že sonda snímá vibrace z daného místa velmi selektivně, je možné přikládáním sondy nalézt konkrétní rezonující část stroje (v našem případě modelu) a těsněním nebo vyztužením ji ztlumit. Jednak se tím podstatně zmenší produkovaný hluk, jednak se odstraní případná příčina mechanického poškození nebo dokonce možnost zničení konstrukce po delším působení rezonančních kmitů.

Přestože měření vibrací je velmi užitečné a detektor může být jednoduchou a levnou elektronickou konstrukcí, v modelářské praxi se téměř nepoužívá, což je jistě škoda.

Ruční digitální zvukoměr (měřič hluku) s 3,5místným displejem a rozsahem 30 až 130 dB lze zakoupit za 4700 Kč. Pokud postačují uvedená jednoduchá zapojení, materiál na jejich stavbu patří do kategorie „šuplíkových zásob“ a bez ručkového měřidla nepřevyšuje 100 Kč. K vlastní konstrukci detektoru vibrací lze použít i zakoupené čidlo vibrací, jeho cena kolem 150 Kč je rozhodně přijatelná, pro svou několikacentimetrovou velikost se však hodí jen při zjišťování vibrací větších dílů modelu.

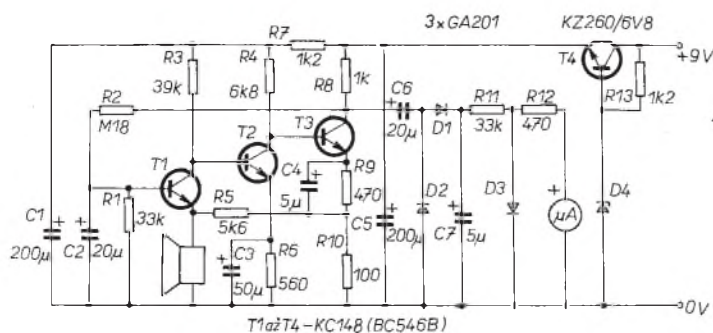
Vyvažovačka

Aby nevznikaly mechanické ztráty a nadměrně se neopotřebovávala ložiska i kluzná uložení, měly by být rotující díly v modelu co nejlépe vyváženy. Týká se to především motorů, dílů převodovek, vrtulových kuželů a vrtulí.

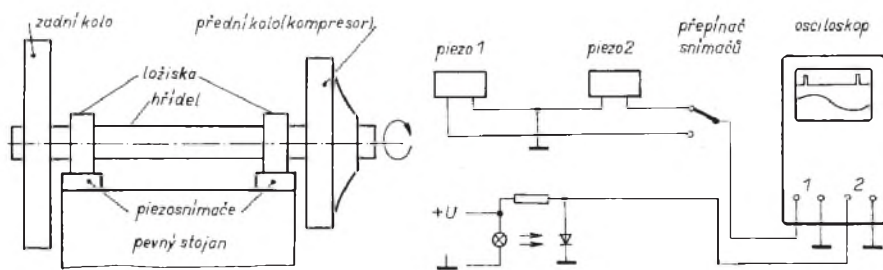
Část modelářů se dodatečným vyvažováním zakoupených dílů nezabývá. Nemáme-li větší nároky na výkony a dobu života modelu, obvykle se tím ani zabývat nemusíme. Pokud se už něco vyvažuje, je to vrtule a její kužel. Obvykle vrtuli upneme do přípravku, umožňujícího její velmi lehké otáčení a zabrušujeme těžší list tak dlouho, až se vrtule v přípravku zastaví v libovolné poloze a žádný z listů nemá snahu klesat. Tento postup statického vyvážení většinou postačuje.

Účinky nevyvážení rostou s druhou mocninou rychlosti otáčení, při zvětšení otáček na dvojnásobek je tedy nutné mít čtyřikrát přesnější vyvážení, aby účinek vibrací zůstal stejný. Velmi markantně se to projevuje u modelářských turbín, které pracují při 100 000 až 150 000 ot/min a ve srovnání s běžnými spalovacími motory provozovanými mezi 10 000 a 20 000 ot/min vyžadují přibližně stokrát (!) lepší vyvážení. To je již zmíněnou jednoduchou metodou nedostupné a musíme vyvažovat dynamicky.

Princip funkce a použití vyvažovačky s piezoelektrickými snímači určené k vyvažování rotorů turbín je na obr. 116 a 117. Tento případ je navíc složitější v tom, že rotor je poměrně dlouhý a je třeba vyvážit samostatně jeho přední i zadní část. Vnější plášť loži-



Obr. 114. Zapojení hlukoměru



Obr. 116, 117. Princip funkce a použití vyvažovačky s piezoelektrickými snímači k vyvažování rotorů turbin

sek nesoucích rotor je přichycen k piezosnímači a ten zase k pevné podložce. Veškeré vibrace vznikající při otáčení jsou tedy přenášeny přes snímače.

Na hřídeli nebo jednom z kol je umístěna opticky snímaná značka, která slouží k orientaci a synchronizaci měření a může současně sloužit i k měření otáček. Přepínačem vybereme část rotoru, kterou budeme vyvažovat a rotor roztočíme na určité stabilní otáčky. Na kanálu 2 osciloskopu se objeví impulsy z optického snímače, těmi osciloskop zasynchronizujeme. Na kanálu 1 je zobrazeno napětí z piezoelektrického snímače, jehož amplituda odpovídá vibracím vzniklým nevyvážením rotoru. Nás však bude zejména zajímat fáze tohoto přibližně

konce s jediným piezoelektrickým snímačem.

Výškoměry a variometry

Výškoměr pracující na principu barometru měří atmosférický tlak vzduchu a z něj odvozuje výšku letu. Protože atmosférický tlak citelně kolísá, je nutné takto pracující výškoměr kalibrovat podle okamžitého počasí nastavením „základního“ tlaku, spočítaného pro výškovou úroveň hladiny moře. U modelů nás však asi nebude zajímat nadmořská výška letu, spíše jen výška nad terénem nebo dokonce přesněji výška vzhledem k úrovni, na které stojí pilot modelu.

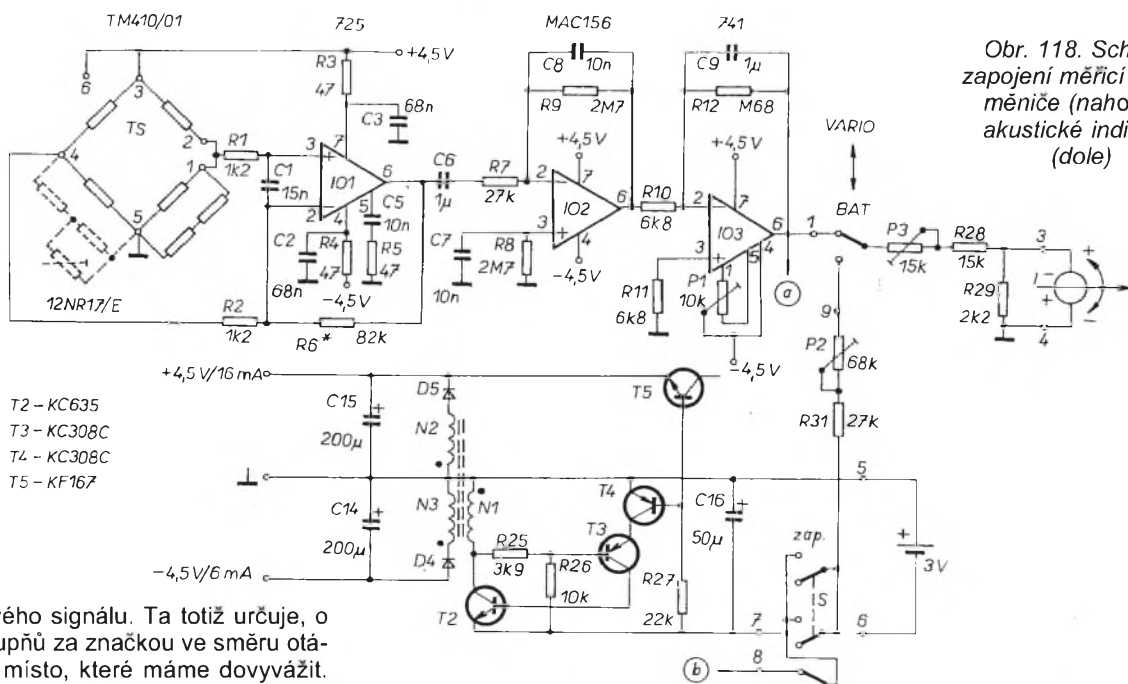
Variometr je obdobné zařízení, indikuje ovšem pouze změnu výšky,

tedy rychlost stoupání a klesání v metrech za sekundu. Jeho údaje jsou důležité zejména při termickém plachtění.

Popis modelářského variometru určeného pro větřoně vyšel v [86]. Jde o zařízení firmy Multiplex, které se skládá ze dvou částí - letové a pozemní - dodávaných v praktickém kufříku (viz foto na obálce). Do modelu se umístí vysílač pracující v pásmu 27 MHz s dosahem kolem 3 km, kombinovaný se snímačem tlaku. Jeho rozměry jsou 38×50×14 mm a hmotnost kolem 38 g, napájí se ze zdroje RC přijímače. Přijímač varia má pilot zavěšený na krku a připojené sluchátko v uchu.

Pokud model stoupá, je slyšet přerušovaný hluboký tón, pokud klesá, nepřerušované pískání. S trochou cviku a při správné volbě rozsahu lze zaregistrovat i slabé stoupavé proudy, které by jinak ušly pozornosti pilota. Zařízení není zrovna levné, stojí kolem 11 000 Kč, jeho použití je však určité přínosem zejména při termickém létání s modely větších rozměrů.

Variometr lze postavit i v amatérských podmínkách, pokud se nám podaří sehnat použitelný snímač tlaku. Konstrukční návod na elektronické vario pro závěsné létání vyšel v [87], nebyl by však problém elektroniku postavit dostatečně miniaturní a připojit ji

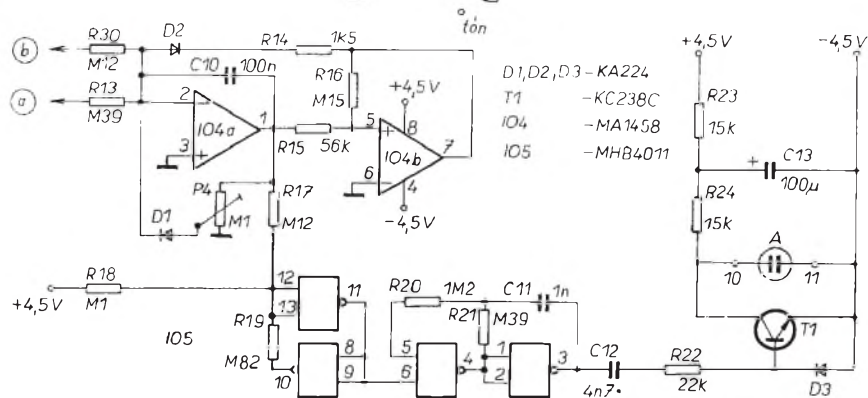


Obr. 118. Schéma zapojení měřicí části a měniče (nahore) a akustické indikace (dole)

sinusového signálu. Ta totiž určuje, o kolik stupňů za značkou ve směru otáčení je místo, které máme dovyvážit. Zda čteme údaj, odpovídající nejtěžšímu nebo nelehčímu místu, to závisí na orientaci piezoelektrických čidel a musíme si to zjistit experimentálně.

Po vyvážení při dalším měření zvýšíme otáčky rotoru řekněme na dvojnásobek a postup opakujeme. Že se jedná o postup relativně pomalý a vyžadující přesnou práci bude snad zřejmé z toho, že nevyváženost rotoru turbíny schopné běhu na plný výkon musí být menší než jeden či dva miligramy.

Obdobným způsobem lze postavit i vyvažovačku na vrtule, vystačíme do-

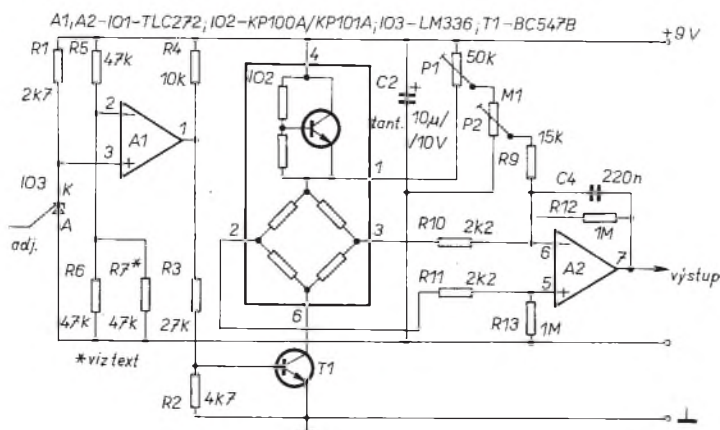


k vysílači stejně, jako je tomu u předchozího výrobku.

Schéma zapojení je na obr. 118. Čidlo poskytuje napětí úměrné tlaku vzduchu, na výstupu IO je tento signál zesílen a jednomu metru výšky odpovídá přibližně 1 mV. IO2 toto napětí derivuje (na výstupu poskytuje napětí úměrné změně výšky za jednotku času) a následně IO3 změnu zesílí. Na jeho výstup může být připojeno ručkové měřidlo. Obvody akustické indikace vytvářejí při stoupání přerušované pípaní s opakovacím kmitočtem úměrným rychlosti stoupání.

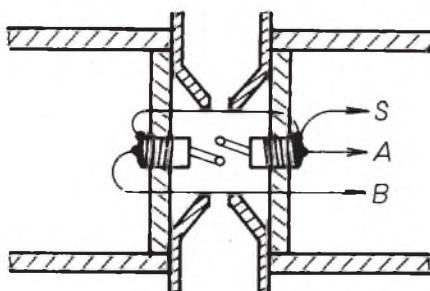
Zapojení je přehledné a vhodné k prostudování, podstatným problémem by bylo asi získat snímače TM 410/01 nebo TM 420 (TESLA), pro které bylo navrženo. Rozměry a hmotnost snímačů také nejsou zrovna příznivé.

Obdobná zapojení, avšak s čidly KP101A nebo KP100A od firmy Valvo najdete v [88], popř. v [89]. Tyto snímače odpovídají tvarem a velikostí pouzdru DIL6 a byly by tedy pro modelářské použití ideální. Výřez schématu na obr. 119 už zahrnuje pouze obvody bezprostředně související s čidlem, na výstupu je napětí úměrné výšce.



Obr. 119. Obvody, navazující na moderní čidla typu KP101A, popř. KP100A

Velmi zajímavý nápad, jak sestavit „variometr“, vyšel v [90]. Používá domácí vyrobené čidlo ze dvou žárovek 6 V/30 mA, opatrně zbavených skleněné baňky. Náčrtek mechanické konstrukce čidla je na obr. 120. Obě žárovky jsou namontovány proti sobě tak, aby jejich odhalená vlákna byla nad sebou ve vzdálenosti menší než jeden milimetr. Trubičky přivádějící



Obr. 120. Způsob mechanické konstrukce

vzduch z horní a spodní části trupu (o průměru kolem 6 mm) by se měly zužovat do dýz ve vzdálenosti asi 2,5 mm od sebe, obě vlákna by měla být mezi nimi.

Princip činnosti je údajně následující. Při stoupání nebo klesání letounu proudí trubičkami vzduch vlivem rozdílného tlaku nad a pod trupem, proud je urychlen dýzou a veden na podžhavaná vlákna žárovek. To vlákno, na které přichází vzduch nejprve, se ochlazuje více, druhé vlákno je už v proudě vzduchu předehřátého je menší.

Elektronické zapojení je na obr. 121. Vlákna žárovek umístěná v můstku jsou žhavana proudem, nastaveným trimrem. Napětí z rozváženého můstku je derivováno a zesíleno operačními zesilovači a na výstupu by se mělo objevit 3,2 V $\pm$ 1,5 V podle rychlosti klesání či stoupání.

I když jsem ho nezkoušel, nepochybuji o tom, že zařízení funguje a zaregistruje i velmi slabé proudění vzduchu. Velmi však pochybuji o tom, že by ho šlo použít jako variometr a mám k tomu hned několik důvodů. Předně proudění vzduchu v kanálku spojujícím vrchní a spodní část trupu

při nalétnutí do termiky bude v prvním okamžiku jeho setrvačnost bránit tomu, aby ihned začal stoupat spolu s okolním vzduchem. To se určitě výrazně projeví na výstupním napětí „variometru“. Při ustáleném kroužení v termice se však čidlo bude chovat stejně jako při klouzavém klesavém letu, přestože model bude stoupat.

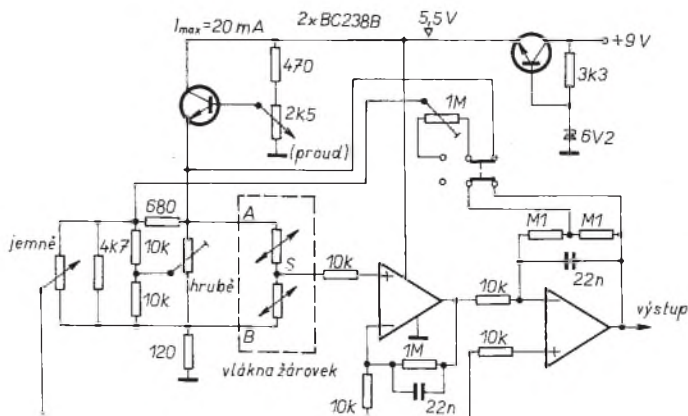
Celé zapojení využívá běžné, dostupné a levné součástky, může být dostatečně malé a lehké a mohlo by se stát východiskem pro amatérské experimentátory. Volil bych pro něj však trochu jiný název - třeba „indikátor termiky“.

Stejnou úlohu jako předchozí zapojení, indikaci výskytu termiky, může plnit i měření změn teploty vzduchu na špičce letadla termistorem s velmi malou tepelnou setrvačností. Vyloučíme-li vliv proměnlivého zahřívání čidla sluncem, pak při nalétnutí do termiky zaregistruje termistor zvýšení teploty o několik desetin stupně až několik stupňů. Zapojení elektroniky může být prakticky shodné s obr. 121.

Registrační a telemetrická zařízení

Při zvětšování výkonů modelu postupujeme obvykle metodou pokusů a omylů, provedeme změnu, od které očekáváme zlepšení a pak za provozu zkusíme její skutečný vliv. Slovo zkusíme by však často mohlo být nahrazeno slovem odhadujeme. Už jen asi nejjednodušší optimalizace elektropohonu letadla nebo lodi by vyžadovala znát nejméně údaje o napětí zdrojů, proudu motorem a otáčkách při všech režimech pohybu modelu. Co obvykle známe, jsou jen údaje měřené staticky, tedy s modelem v klidu. Přitom podmínky, za kterých pracuje pohonný agregát a jeho zatížení, se při pohybu od statických údajů podstatně liší.

Amatérská konstrukce resp. zřízení a provozování telemetrických zařízení je technicky možné, ale je nutné dávat pozor na naše předpisy, které na rozdíl od některých zahraničních neznají spodní limit vyzářeného výkonu, pod nímž nejsou vysílací zařízení



Obr. 121. Zapojení elektroniky

s krátkým dosahem omezována. Vysílač a přijímač získaných údajů není ovšem finančně nejnáročnější a technicky nejsložitější částí telemetrického zařízení. Tu tvoří celá sestava sond a převodníků pro měření fyzikálních veličin. Musí být tak malé, aby se daly v modelu použít.

Možnou cestou při amatérské stavbě telemetrického systému je využití kompaktních zapouzdřených modulů vysílače a přijímače na 433 MHz, jaké vyrábí například firma Radiometrix Ltd. Jsou dokonce u nás dostupné, vztahuje se na ně generální povolení ČTÚ (neověřeno) a pár vysílač/přijímač vyjde kolem 3000 Kč, při nákupu většího množství dokonce pod 2000 Kč. Vysílač je jako stvořený pro modeláře, je malý (32×12×4 mm), lehký (odhadem asi 4 g), napájí se napětím 2,2 až 6 V a výkonem pouze 1 mW dokáže přenášet informace rychlostí až 40 kbit/s na dostatečnou vzdálenost v přímé viditelnosti. Existují i výrobky podstatně levnější a s větším výkonem, problematické však bývá právě schválení pro provoz v ČR.

Kompletní telemetrické přístroje nabízejí spíše firmy vyrábějící průmyslovou elektroniku. Jednu zajímavou modulární stavebnici pro obecné použití jsem našel v nabídce firmy Conrad. Vysílač pracuje na kmitočtu 433 MHz a s výkonem 15 mW má dosah kolem 1000 m. Přijímač je připojitelný k speciálnímu datovému displeji nebo k počítači PC pro záznam a přehledné zobrazení měřených údajů. K centrální jednotce telemetrického systému lze připojit až osm analogových čidel a osm digitálních. Právě čidla jsou podle mého názoru silnou stránkou tohoto systému. Můžete si vybrat např. teplotní čidlo (-50 až +600 °C), rychloměr (14 až 230 km/h), čidlo vlhkosti (10 až 90 %), tlakoměr resp. výškoměr (815 až 1070 hPa), čidlo hluku (50 až 120 dB), otáčkoměr (10 až 60 000 ot/min) a samozřejmě snímače napětí a proudu. Jejich rozměr je univerzálně 48×36×12 mm a hmotnost kolem 20 g. Bylo by jistě příjemné mít něco podobného k dispozici, ceny zmíněné kompletní sestavy však raději neuvádím.

O jedné části sestavy jsem se však zatím nezmiňoval. Je jím paměťový modul s kapacitou až 2340 naměřených údajů. Jeho zapojením místo telemetrického vysílače získáme zařízení pro záznam naměřených údajů a to už žádným předpisům odporovat nemůžeme.

Specializované modelářské zařízení pro měření a registraci palubních údajů vyrábí firma Robbe (viz obálka). Je připojitelné k přijímači a na jeho povel zaznamenává stav až tří současně měřených veličin. Záznam do paměti je možné opakovat pětkrát, na víc její kapacita nestačí. Centrální jednotka se napájí (stejně jako přijímač) napětím 4,8 až 6 V, její spotřeba je kolem 15 mA a hmotnost 30 g. S rozměry

53×28×23 mm se vejde do běžného modelu. Součástí centrální jednotky je i šestimístný displej LCD pro čtení naměřených údajů na zemi. K dispozici jsou připojitelná čidla otáček, napětí, proudu, teploty, rychlosti a výšky.

Stejná čidla je možné připojit i k palubnímu vysílači 433 MHz o rozměrech 62×35×20 mm a váze 45 g. Lze současně pracovat se čtyřmi analogovými a jedním digitálním čidlem. Přijímač systému má anatomický tvar pro držení v ruce, trochu podobný kalkulace. Na vestavěném dvouřádkovém displeji lze číst vysílaná data, znamenat maximum nebo minimum měřených údajů, přeměnit je na akustický signál při překročení nastavených velikostí apod. Vnitřní paměť dovoluje zaznamenávat údaje každou sekundu po dobu asi 25 minut. Přijímač je samozřejmě připojitelný k počítači běžnou sériovou linkou RS232 a výsledky je možné graficky zpracovat nebo uložit do počítače pro pozdější porovnání. Tento, opravdu již plnokrevný telemetrický systém, také něco stojí - v přepočtu kolem 35 000 Kč.

Nejjednodušší pokusy se záznamem letových údajů můžeme uskutečnit opět s cyklocomputerem. Celý problém spočívá v převedení měřené veličiny (například proudu) na impulsy. Funkce registrování maximální, minimální a průměrné rychlosti se tak dá využít pro zapamatování dosažených hodnot za letu. Je-li třeba zapamatovat si hodnoty v určitém okamžiku na povel ze země, jednoduše se mezi výstup převodníku a cyklocomputer zařadí ještě miniaturní RC spínač, který po většinu letu nepropustí signál na vstup. V okamžiku, který můžeme sami ovládat, spínačem uvolníme na několik sekund impulsy, ty projdou a stanou se dosaženým maximem, které se zapamatuje. Možnosti takového zařízení jsou sice dosti omezené, ale na druhé straně je jeho cena nepatrná oproti továrním výrobkům.

Žhavicí zdroje svíček

Modelářské spalovací motory klasické konstrukce (pístové) lze podle principu činnosti rozdělit do tří skupin. První skupinu tvoří motory detonační, v nichž se směs paliva se vzduchem zapaluje prudkým zahřátím při kompresi. Tyto motory jsou při své činnosti zdrojem intenzivních vibrací a obvykle se vyrábějí pouze v menších zdvihových objemech asi do 2,5 cm³.

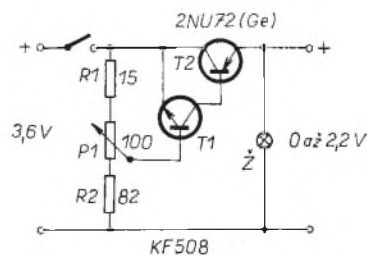
Druhou skupinu tvoří motory svým principem shodné s benzinovými motory automobilovými, tj. motory s jiskřivou svíčkou. Na jejich činnosti se podílí i elektrický obvod s kontaktním či bezkontaktním přerušovačem a s cívkou, která vytváří vysokonapěťové impulsy a jiskry na svíčce. Tento elektrický obvod je součástí motoru. Přestože v současné době u nových

automobilů nenajdete jiné než bezkontaktní zapalování a popisy jeho amatérské stavby pro starší vozy nejsou žádnou vzácností, zatím jsem neviděl konstrukci takového zapalování, určenou speciálně pro modelářský motor.

Třetí, nejpočetnější skupinu modelářských spalovacích motorů tvoří motory se žhavicí svíčkou, která někdy nemusí být provedena jako samostatný díl, ale bývá vestavěna do výměnné hlavy motoru. Svíčka obsahuje platinorodiové vlákno o průměru kolem 0,25 mm, které se při startu motoru nažhaví elektrickým proudem. Po startu motoru se žhavení odpojí a svíčka dále zapaluje směs ve válci teplem akumulovaným do ní při zážehu v předchozím cyklu motoru. Předepsané napětí pro žhavení bývá různé, obvykle se pohybuje mezi 1,5 a 2,4 V, žhavicí proud mezi 1 a 5 A.

Žhavení svíček vyžaduje poměrně tvrdý zdroj napětí, používají se akumulátory NiCd, NiFe nebo olověné větších kapacit. Požadovaná teplota svíčky se nejčastěji určuje nepřímou podle zbarvení žhaveného vlákna - mělo by mít jasně červenou až oranžovou barvu, ale nesmí výrazněji svítit. Nastavení správné teploty je silně závislé na napětí a v nejjednodušší formě se přesně nastavuje délkou kabelu (tedy malým sériovým odporem) mezi svíčkou a akumulátorem. Postupně se vybíjející akumulátory však ztrácejí napětí a tak se postupně snižuje teplota a spouštění motoru se stává obtížnějším. Zkracovat kabel několikrát v průběhu pobytu na letišti asi není nejlepší řešení.

Jednou z možností je použít ke žhavení akumulátor se třemi články NiCd místo dvou, tedy 3,6 V a mezi něj a svíčku vřadit jednoduchý obvod pro ruční řízení proudu podle obr. 122 [91]. Výběr tranzistorů není nijak kritický,

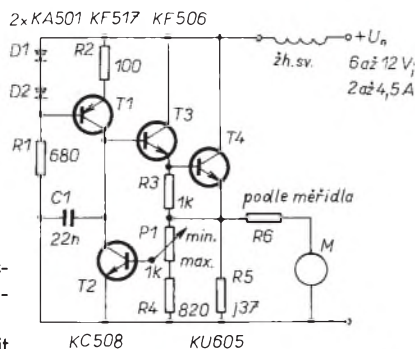


Obr. 122. Obvod pro řízení proudu

ky, T1 musí „vydržet“ proud kolem 500 mA a mít dostatečné zesílení, T2 by měl vydržet proud 4 A a mít výkonovou ztrátu alespoň 10 W - musí být na chladiči. Zapojení je energeticky nevýhodné, hřeje se, proud ani napětí nestabilizuje a není chráněno proti zkratu, je však jednoduché, levné a v historii má své místo.

Další zapojení je určeno pro žhavení z olověného akumulátoru 6 nebo 12 V (obr. 123 podle [92]). Na rozdíl

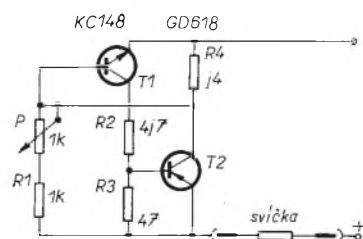
Obr. 123. Regulátor žhavení



od předchozího stabilizuje proud svíčkou ale má ještě podstatně horší účinnost, než předchozí zapojení.

V této souvislosti je třeba se zmínit o tom, že stabilizace napětí a stabilizace proudu pro svíčku mají mezi modeláři zaryté zastánce i odpůrce. Nechci se stavět na žádnou stranu, faktem je, že napájení ze zdroje napětí rychleji vyčistí zaplavenou svíčku (zaplavená = studená svíčka má mnohem menší odpor a tak se její odběr okamžitě výrazně zvětší) a lépe kompenzuje vliv okolní teploty, proti zkratu musí však být zdroj dodatečně jištěn elektronicky nebo nejméně tavnou pojistkou a svíčka je vystavena velmi prudkým změnám teploty (nárazy proudu stejné jako při zapnutí žárovky). Napájení svíčky ze zdroje proudu je vždy zkratuvzdorné, teplota nabíhá pomaleji a svíčka se ovšem pomaleji vyčistí od zaplavení a při výrazné změně teploty okolí se musí potřebný proud nastavovat.

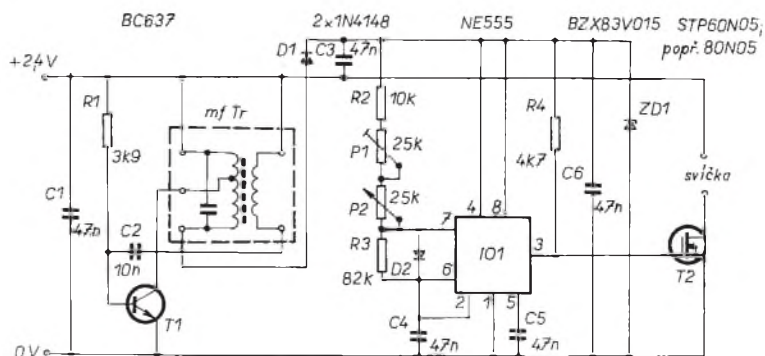
Snaha o omezení výkonových ztrát (nejde ani tak o úsporu energie jako o to, aby se zdroj žhavení nehrál) vede k zapojení pracujícímu v pulsním režimu. Asi nejjednodušší z nich je na obr. 124 [93]. Jde vlastně o multivibrátor pracující s velkým poměrem střídy při kmitočtu stovek Hz. Pulsní proud svíčkou dosahuje asi 10 A, na tento proud musí být tranzistor T2 dimenzován. Potenciometrem lze nastavit požadovanou teplotu vlákna. Zapojení nic nestabilizuje, není zkratuvzdorné ani nekompensuje pokles napětí akumulátoru.



Obr. 124. Zapojení regulátoru v pulsním režimu

Podobných zapojení, lišících se jen provedením multivibrátoru s tranzistory nebo různými integrovanými obvody, lze v literatuře najít mnoho. Jedno z nich, odlišné tím, že je určeno pro napájení pouze ze dvou článků NiCd, vyšlo v [94] (obr. 125). Zapojení se skládá ze dvou částí, měniče napětí ze 2,4 na 9 V, potřebných pro napájení IO, a obvodu 555, který pracuje v astabilním režimu. V měniči je

použit mezifrekvenční transformátor 455 kHz. I tentokrát se teplota svíčky řídí střídou, ta je ale opačně než v předchozích případech s delší fází průchodu proudu svíčkou, protože vstupní napětí je jen o málo větší než potřebné napětí na svíčke.

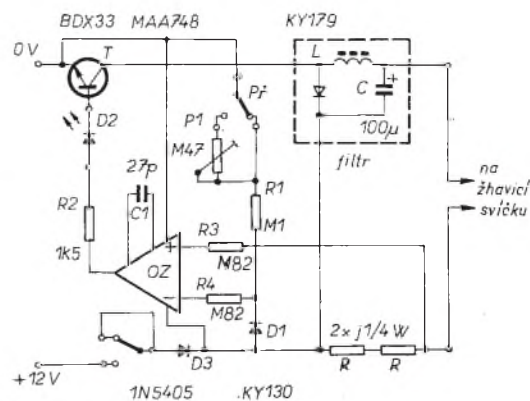


Obr. 125. Zapojení regulátoru pro napájení svíčky ze dvou článků

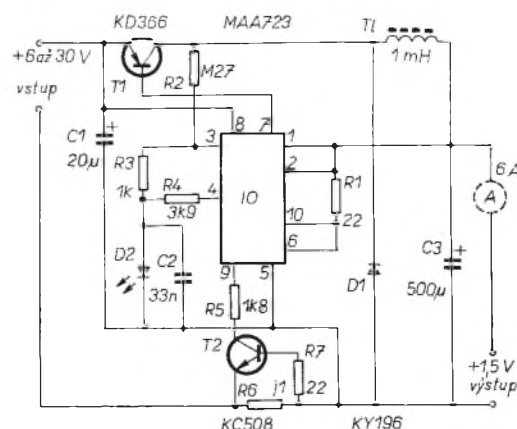
Jiné, už citelně modernější řešení pulsního regulátoru se stabilizací proudu najdete v [95] (obr. 126). Zá-

Příkladem žhavicího zdroje stabilizujícího napětí je konstrukce z [96]. Schéma zapojení (obr. 127) ukazuje,

Obr. 126. Pulsní regulátor se stabilizací proudu (L - feritový hrníček, hmotá H12, $A_L = 5000$, průměr 36 mm, 45 závitů drátu o $\varnothing 1$ mm CuL



Obr. 127. Jiný zdroj žhavicího napětí

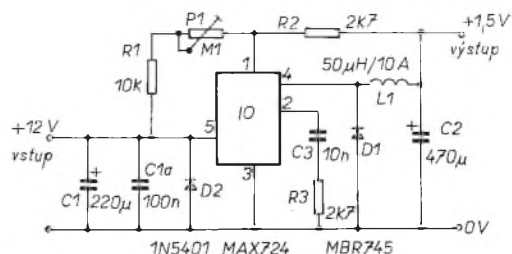


že se jedná o běžný spinaný stabilizátor malého napětí s obvodem 723, s jehož oživením ani funkci nejsou problémy. V této konkrétní aplikaci při napájení menším než 9 V pracuje obvod pod mezí svého nejmenšího napětí, dojde i k vysazení funkce vnitřního referenčního zdroje, což autor elegantně vyřešil nahrazením obvyklého rezistoru svítivou diodou, stabilizující napětí na úrovni 1,5 až 1,8 V (podle jejího výběru). Vstup zesilovače odchylky obsažený v IO sice také pracuje při menším napětí, než je jeho zaručené, přesto však naprostá většina IO funkčně vyhoví. Přestože zapojení bylo publikováno před více než čtrnácti lety, všechny použité součástky nebo jejich ekvivalenty se dodnes běžně prodávají a nejsou drahé. Jedinou potřebnou změnou by bylo nově navrhnout desku s plošnými spoji, dnes dostupné součástky se prodávají přece jen v jiných pouzdrech. To se týká i obvodu 723, dnes rozhodně dostupnějšího v provedení DIL14. Pevně nastavené napětí bez možnosti regulace může být výhodou - není co chybně nastavit - na druhou stranu však nesouhlasím s autorem, že pro všechny svíčky (a žhavicí hlavy) vyhoví napětí 1,5 V. Doplnění regulace o nastavení napětí bylo v původním článku popsáno.

Zastavím se u zapojení poměrně nového a nesporně moderního, které vyšlo v [97] a jeho schéma zapojení je na obr. 128. Na počet součástek jde o zařízení velmi jednoduché, využívající moderní integrovaný obvod firmy Maxim, MAX724, která je známá svým širokým spektrem obvodů pro spínací regulátory a zdroje. Integrovaný obvod obsahuje většinu polovodičů včetně výkonového spínače. Vynikající je rozsah vstupního napětí: nejméně 6 až 16 V, účinnost, klidový odběr 7 mA i omezení proudu na 6 A - tedy zkratuvzdornost. Zapojení stabilizuje napětí pro svíčku a umožňuje jeho regulaci v okolí 1,5 V. Napětí u postaveného vzorku bylo možno velmi jemně nastavit od 0,7 do 2 V. Autor článku je evidentně zastáncem stabilizace napětí a svůj zápal vyjadřuje způsobem, který je místy na hranici způsobilosti respektovaných obvykle v odborném tisku. Pokud od zapojení očekáváte pouze bezchybnou a spolehlivou funkci (a co také chtít víc!), rozhodně nebudete zklamáni a po doplnění odrušovacích součástek na vstupu i výstupu se jedná o nejjednodušší a nejlépe fungující zapojení, které jsem měl v ruce. Bohužel, záznaky v tom duchu, jak je článek napsán, se nedostaví.

Chytrostí uvedeného regulátoru je to, že se napětí na svíčce při zatížení akumulátoru startérem zvětší vlivem vazby přes R1 a P1. Autor uvádí: „sníma se úbytek napětí akumulátoru při zatížení spouštěčem“, což z technického hlediska není pravda. V takovém případě by musel regulátor registrovat

Obr. 128. Moderní regulátor



napětí na akumulátoru, detekovat jeho náhlé zmenšení po zapnutí spouštěče a definovaně zvětšit napětí na svíčce. Nic z toho nedělá. Napětí svíčky je jednoduše tím větší, čím menší je napájecí napětí na vstupu. Údaje naměřené na vzorku jsou uvedeny v tabulce (dole na této stránce).

Při měření byl zdroj seřízen při vstupním napětí 12 V na výstupní napětí 1,60 V. Podle původního článku se napětí startovacího akumulátoru 12 V po zapnutí spouštěče zmenší na 8 až 10 V, úbytek napětí je tedy 2 až 4 V. V tom případě musí však být akumulátor „slabý“, v zanedbaném stavu (sulfátovaný), nebo se jedná o spouštěč s opravdu extrémním odběrem překračujícím 100 A. Za těchto podmínek regulátor při spouštění „přízhaví“ svíčku maximálně o 0,15 až 0,20 V, což je sice poznatelné, ale nikoli výrazné.

Moje (a nejen moje) měření ukazuje na pokles napětí, způsobený zatížením spouštěčem, kolem 0,5, maximálně 1,0 V. V takovém případě je vliv zvětšení výstupního napětí zanedbatelný. Zvětšit citlivost zapojení na pokles napětí není obtížné, ale tím se dostaví jiný a daleko závažnější problém. Napětí právě nabitého kvalitního oloveného akumulátoru je větší než 13,5 V, přípustné je vybití téhož akumulátoru na 10 V. Zařízení má reagovat na pokles napětí na vstupu o 0,5 V, ale současně je vystaveno daleko většímu poklesu napětí až o 3,5 V vlivem obvyčejného postupného vybíjení akumulátoru. Tyto dva vlivy neumí rozeznat. Nastavíme-li tedy správnou funkci zapojení při 12 V, pak s nadsázkou lze říci, že by na nabitý akumulátor nešlo nastartovat, zatímco při téměř vybitém akumulátoru by svíčku regulátor přepálil.

Pro mnohé zájemce bude navíc při nákupu řádným překvapením cena in-

tegrovaného obvodu MAX724 v rozmezí 290 až 400 Kč (podle provedení) i cena potřebné tlumivky 50 mH/10 A na toroidním jádře, která například podle katalogu GM electronic stojí 465 Kč.

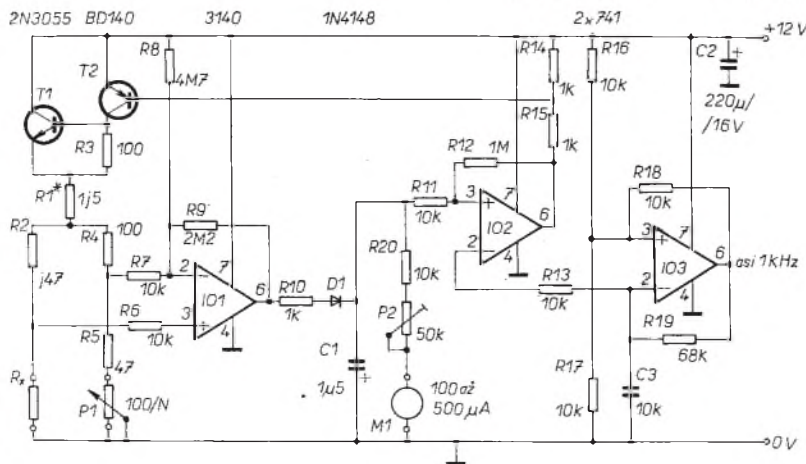
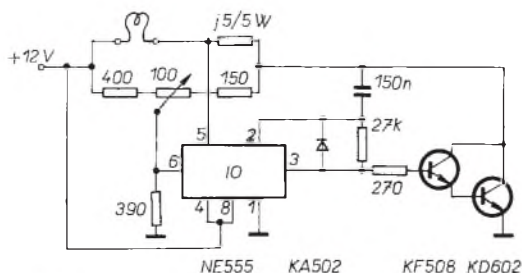
Řešením by bylo stabilizovat napětí na svíčce nezávisle na vstupním napětí, snímat proud startéru procházející zcela jinou větví a při zjištění činnosti startéru nastavit definované větší napětí na svíčce. Rozdíl mezi napětím při startu a mimo něj by mohl být mnohem výraznější a hlavně přesně definovaný. Menší napětí by sloužilo jen k předebrání svíčky před startem a naopak po naskočení motoru a odpojení startéru ke krátkodobé podpoře chodu studeného motoru. Jako snímač činnosti startéru by mohlo posloužit i jednoduché proudové relé s magnetickým jazýčkovým kontaktem.

Závislost odporu vlákna svíčky na teplotě je možné využít pro konstrukci regulátoru, který stabilizuje přímo tuto teplotu. Takové zapojení v jednoduchém provedení s obvodem 555 bylo zveřejněno v [98] a je na obr. 129. Svíčka je zapojena do Wheatstoneova můstku a jeho rozvážení ovlivňuje činnost obvodu. S kmitočtem asi 300 Hz se vzorkována teplota svíčky, pokud se sníží pod určitou úroveň, je svíčka na jednu periodu vzorkování připojena na plné napětí 12 V, srážené jen rezistorem 0,5 Ω. Teplota se zvýší a celý děj se opakuje. Přestože by teoreticky mohl být systém stabilizace teploty nejlepší řešením, toto zapojení se mi nikdy nepodařilo oživit tak, aby fungovalo podle mých představ a kvalitně stabilizovalo teplotu v širokých mezích nezávisle na vstupním napětí.

Principiálně velmi podobné řešení, realizované s operačními zesilovači, je na obr. 130 (podle [99]). IO1 sleduje

Napětí na vstupu [V]	Napětí na výstupu [V]	
	při proudu 100 mA	se svíčkou (kolem 2,55 A)
6,0	1,57	1,41
7,0	1,79	1,60
8,0	1,84	1,78
9,0	1,78	1,74
10,0	1,72	1,69
11,0	1,66	1,65
12,0	1,60	1,60
13,0	1,53	1,55
14,0	1,47	1,50
15,0	1,41	1,46
16,0	1,34	1,41

Obr. 129. Regulátor, stabilizující teplotu vlákna



Obr. 130. Regulátor s operačním zesilovačem

a zesiluje rozvážení můstku, jehož součástí je i svíčka. IO3 generuje pilotní napětí v rozsahu amplitudy 1/3 až 2/3 napájecího napětí o kmitočtu asi 1 kHz. IO2 pak porovnává výstupní signál z IO, vyhlazený kondenzátorem, s napětím pilotního průběhu z IO3 a převádí napětí na střidu impulsů, řídicích tranzistorový výkonový člen. Zapojení se mi jeví jako průhledné a trochu složitě, ale nezkoušel jsem ho.

Posledním příkladem, týkajícím se této problematiky, je RC spínač pro

Řízení modelářských turbín

Je to už kolem půl století, co se začala ve vzduchu objevovat první letadla, poháněná proudovým motorem. Na modelářské zpracování tohoto druhu pohonu bylo však nutné počkat mnohem déle. Makety „tryskáčů“ létaly s vrtulí umístěnou vpředu na modelu nebo v tlačném uspořádání se spalovacím motorem, vystupujícím z trysky „motoru“. V nejlepším případě

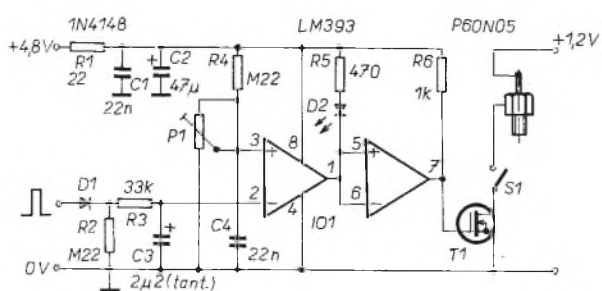
vzhůru a ještě zrychlovat) a co se vůbec popsat nedá, je dokonalá zvuková kulisa doprovázející let.

Ještě většímu rozšíření brání zatím vysoká cena těchto motorů, jeden přijde řádově na několik desítek tisíc korun, některé přes sto tisíc. Maketa čtyřmotorového „dopraváku“ tak může „spolknout“ klidně i půl miliónu a z toho je zřejmé, že se nejedná o zábavu, které by se mohl věnovat každý. Přesto i v této oblasti platí, že „zlaté české ručičky“ si poradit dokážou a první česká amatérsky postavená turbína už funguje a občas i létá. Je až neuvěřitelné, že náklady na materiál přitom nedosahují ani ceny slušného klasického spalovacího motoru v obchodě, ovšem kdyby se měla započítat i práce ...

Nový druh pohonu vyžaduje k optimálnímu využití vlastností a bezpečnému provozu i elektronické řízení. Turbína se ovládá prakticky jen rychlostí přísunu paliva, tedy řízením jejího elektrického palivového čerpadla.

Příkladem může být zařízení AUTOMIX, které měří teplotu výstupních plynů turbíny a podle ní a požadavku na výkon od přijímače upravuje pracovní režim motoru. Letová část připomíná běžný regulátor, při seřizování na zemi se k ní připojí výstupní jednotka s displejem.

Dalším zařízením, o kterém se musím zmínit, je FADEC (Full Authority Digital Engine Control), foto najdete na obálce. Měří a řídí spotřebu turbíny, pomocí infračerveného čidla kontroluje teplotu na výstupu turbíny a vnitřní tlak. Startovací sekvence usnadňuje spouštění motoru a dovozuje zkrátit na minimum čas nutný ke změně tahu turbíny. Na zemi je tak možné dosáhnout plného výkonu už



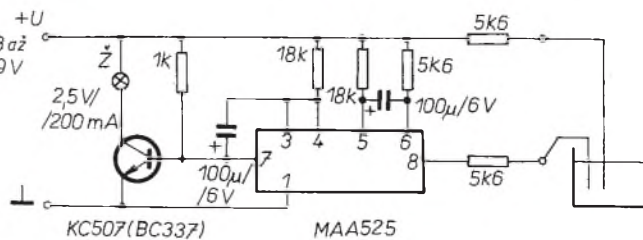
Obr. 131. RC spínač pro přizhřívání svíčky

přizhřívání svíčky motoru při volnoběžných otáčkách [100]. Je vestavěn přímo v modelu a má vlastní akumulátor - jeden článek NiCd.

Spínač se zapojuje paralelně k ovládání serva plynu. Při „stahování“ otáček se postupně začne výkonový tranzistor spínat s kmitočtem řídicích impulsů a při jejich určité délce zůstane sepnut trvale.

Napětí 1,2 V stačí k mírnému přizhřevání a usnadnění chodu motoru.

Schéma zapojení je na obr. 131.



Obr. 132. Indikátor kritického množství paliva

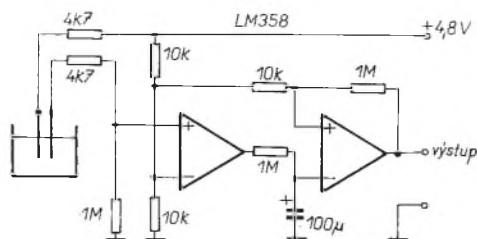
za 3 sekundy, za letu se tato doba může ještě zkrátit.

První verze specializovaného regulátoru pro řízení čerpadla paliva turbíny postupně vznikají souběžně s vývojem české amatérské turbíny a byla už o tom zmínka v kapitole o regulátorech. Jiné informace nebo schémata konstrukcí v této oblasti se mi získat nepodařilo.

Indikátory množství paliva

V některých případech je přežití modelu závislé na nepřetržité funkci jeho spalovacího motoru. Jednou

Obr. 133. Indikace výšky hladiny kapaliny v nádrži s operačním zesilovačem



z nejjednodušších možných příčin vysazení pohonu je nedostatek paliva - tedy prázdná nádrž.

Ke zjištění kritického množství paliva v nádrži může posloužit zapojení na obr. 132 převzaté ze [101]. Do nádrže umístíme blízko sebe dva neizolované vodiče tak, aby jejich spodní konce byly v úrovni hladiny paliva, která zaručí bezpečný návrat modelu. V nádrži by měly být přepážky zabráňující volnému pohybu paliva. Při poklesu hladiny se žárovka rozsvítí. Místo žárovky lze samozřejmě připojit jiné vhodnější zařízení, které by zajistilo dostatečně nápadnou indikaci. Možností je více: hlasitý piezoelektrický klakson, světlo-mety nebo obvod (obdobu fail safe), který se zpožděním odpojí řízení servo podvozku od přijímače a nuceně ho vytáhne. To je poměrně nápadná indikace.

Toto zapojení bude fungovat pouze s kapalinami, které mají určitou elektrickou vodivost. Palivo s velkým obsahem metylalkoholu mezi ně naštěstí patří.

Vzhledem k tomu, že použitý integrovaný obvod je zastaralý, bude asi lepší zapojení modifikovat na dnes běžný dvojité operační zesilovač třeba tak, jak je na obr. 133. První polovina OZ funguje jako komparátor v můstku, jehož jedna z větví je tvořena čidlem v nádrži. Kondenzátor určuje zpoždění reakce na pokles hladiny. Druhý OZ má také funkci komparátoru, tentokrát s hysterezi zavedenou slabou kladnou zpětnou vazbou.

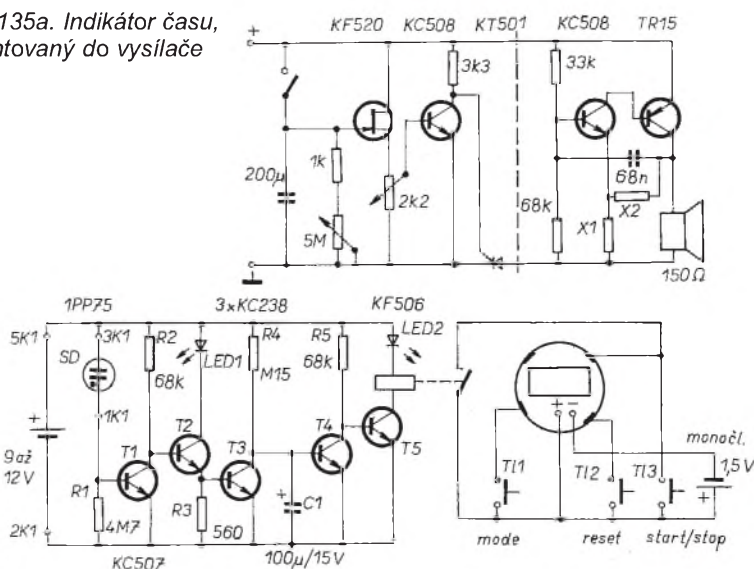
Pro jiné typy snímačů hladiny (optické, plovákem, ...) bude pochopitelně nutné elektronickou část konstruovat odlišně.

Stopky, časovače, intervalové spínače

Čas je jednou z obvykle měřených veličin v modelářské praxi. Měříme dobu letu, hlídáme čas, abychom nezapomněli na ubývající palivo v nádrži nebo nevybili zcela zdroje pro přijímač, snažíme se přesně dodržet stanovený čas letu na soutěži nebo prostě jen po uplynutí určité doby aktivovat determalizátor a zabránit ulétnutí modelu. Příkladem by mohlo být bezpočet.

Do volných modelů vybavených determalizátorem se jako nejmenší, nejjednodušší a nejlehčí časový spínač dávala nit, kterou přepálil pomalu hořící doutnák. Odměření času sice nebylo moc přesné, ale ani k tomu nebyl důvod, největší nevýhodou byla nespolehlivost funkce. Pokročilejším zařízením byly mechanické časovače, které stále ve srovnání s elektronickými

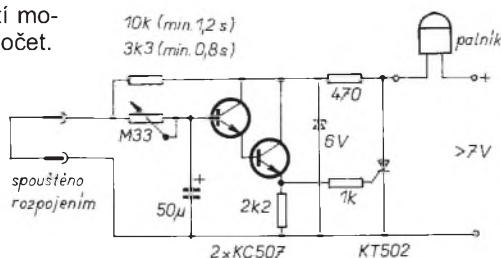
Obr. 135a. Indikátor času, montovaný do vysílače



Obr. 135b. Automatické měření času při závodech modelů aut

mi ještě nemusí být vždy překonány, zejména pokud porovnáváme hmotnost mechanismu na jedné straně a zdroj, elektroniky a elektromagnetu na straně druhé. Někdy je ovšem elektronické spínání vhodné z jiných důvodů.

Elektronický časovač pro zážeh druhého stupně rakety u velkých maket najdete v [102] a na obr. 134. Schéma zapojení není prakticky ničím zajímavé, povšimněte si jen spouštění funkce rozpojením propojky (vytržením miniaturního konektoru připoutaného k zemi při startu rakety). Dnes by se asi vyplatilo použít časovací obvod 555 v provedení CMOS. Velké množství schémat nejrůznějších časovačů najdete například v [103], nemá smysl je zde opakovat.



Obr. 134. Elektronický časovač pro rakety

Trochu jinou oblastí jsou měřiče a indikátory času, montované do vysílače a sloužící k upozornění pilota, že už by se měl připravit na přistání. Moderní „počítačové“ RC soupravy mají tuto funkci přímo ve svém základním vybavení, pro ostatní je možné ji doplnit. Jednoduché zařízení pro vysílač Acoms AP-440 FM vyšlo v [104] a je na obr. 135a, není ovšem problém ho použít v jiných vysílačích. Opět by bylo možné zvolit i některé ze zapojení obvodu 555.

K měření času může posloužit i již několikrát zmíněný cyklocomputer, pokud ho máme namontovaný na vysílači. Některé typy mají přímo stopky s akustickou signalizací nebo jen s výstupem na displej (Top Speed). I ty nejjednodušší typy můžeme přepnout

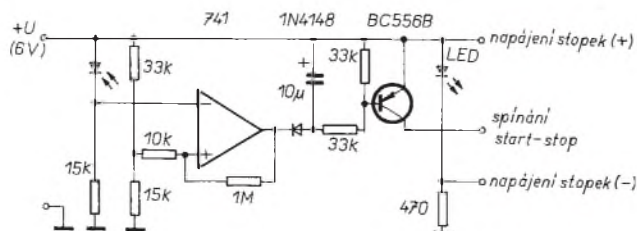
do režimu počítání otáček kola nebo denní ujeté vzdálenosti a na jejich vstup připojit impulsy z astabilního multivibrátoru, čímž sice nezískáme přímo stopky (hodinky), ale použitelné počítadlo sekund (desítek sekund).

Třetí oblastí časoměrných zařízení jsou nejrůznější ruční nebo automatické stopky pro měření na závodech. Možná ještě větší význam má automatika při tréninku, což si často modelář musí vystačit sám, protože na závodech se o měření tak jako tak starají určené časoměřiči.

Jeden z pokusů o automatické měření času při slalomových závodech RC automobilů najdete v [105]. Zapojení je na obr. 135b a využívá elektronických stopek s měřením na 0,01s, které doplňuje o optické snímání průjezdu auta (první průjezd - začátek měření, druhý průjezd - konec).

Tato myšlenka je velmi jednoduchá, snadno realizovatelná a dobrá, jen zapojení je poněkud složité. Postačoval by jeden operační zesilovač - třeba „šuplíkový“ MAA741 a spínání příslušného kontaktu stopek tranzistorem. Autor zapojení se zřejmě bál galvanického propojení stopek a snímací

Obr. 136.



elektroniky, podle mých zkušeností to však žádné problémy nepřináší. Zapojení pro stejné stopky se spínáním tlačítek proti + pólu napájení by mohlo vypadat třeba tak, jak je na obr. 136 (nezkoušeno). LED je použita jako sériový stabilizátor napětí pro stopky.

Ve funkci stopky je opět možné použít některé druhy cyklocomputerů.

A opět se vrátíme k zapojení otáčkoměru na obr. 102. V módu měření otáček může být nastaven na měření periody jedné otáčky, což je také měření času, ale prakticky nepoužitelné jinak, než k čemu je určeno. V režimu měření rychlosti je možné zvolit zobrazení času mezi projetím počátku a konce měřeného úseku, a to už je přesně náš případ. Měření je velmi přesné, až na desetitisíciny sekundy, v základním provedení programu je však naopak omezena nejdelší měřené doba na přibližně osm sekund.

Změnou programu je možné s naprosto stejným modulem vytvořit automatické stopky pro měření času v sekundách (zobrazená přesnost v čase do 99 sekund na 0,01s, do 999 s (16 minut) na 0,1s nebo do 9999 sekund (přes dvě a půl hodiny) na jednu sekundu.

Časoměrné zařízení s mikroprocesorem

Za dne se k měření času dá většínou využít standardních mechanických stopky, popř. jejich elektronické obdoby, prodávané ve sportovních potřebách v cenových relacích od 250 do 1000 Kč, nebo třeba jen náramkových hodinek.

Je ovšem situace, kdy jsou předchozí vyjmenované možnosti k ničemu. Jedná se o noční létání (nebo závody lodí), kdy není vidět na mechanické ručky ani displeje LCD a neustálé prosvěcování číselníků by během několika minut zcela vybil baterie. Je samozřejmě možné občas si posvítit na stopky třeba ruční svítilnou, to však oči, přivyké tmě, natolik oslepí, že opětovné nalezení modelu na obloze bude dost složité. Nezbyvá, než o pomoc požádat kolegu, který se bude věnovat sledování času a hlásit stav v pravidelných intervalech.

Je však i jiná možnost. Zůstaneme stále u zapojení z obr. 102. Na desce s plošnými spoji přerušíme vodič mezi vývodem P3.3 procesoru a výstupem operačního zesilovače, uvolněný vývod procesoru spojíme rezistorem 330 Ω s napětím +5 V (pin 1 procesoru) a

současně na něj připojíme kablík, který vyvedeme z desky a připojíme k němu zesilovač s reproduktorem.

Nejjednodušší možná varianta je na obr. 137. Nf zesilovač je zde zastoupen jediným výkonovým tranzistorem (např. BD237, může být i Darlington BD675). Reprodukční může být jakékoli podřadné kvality, lepší jsou však větší typy. Sériovým rezistorem (1 až 100 Ω) nastavíme požadovanou hlasitost zvukového signálu.

Zatím nebyl uveden smysl této úpravy. Vyměníme-li procesor otáčkoměru za jiný s naprogramovanou funkcí časoměry, rozblíká se po zapnutí na displeji číslo, které udává počet sekund maxima letu (jako u kategorie F5B/N). Toto číslo můžeme po jednotlivých číslicích cyklicky nastavit, stiskem levého tlačítka volbu potvrdíme. Impulsem na vstupu 1 modulu, popř. druhým tlačítkem zleva, odstartujeme měření, z reproduktoru se ozve krátký tón a údaj na displeji začne odečítat čas s přesností na desetiny sekundy.

V průběhu měření je možné pravým tlačítkem pozastavit zobrazený čas na displeji, „vnitřně“ však měření běží dál. Třicet sekund před nalétáním maxima se ozvou tři krátké tóny, s předstihem dvaceti sekund dva tóny a deset sekund před maximem jeden tón. Posledních pět sekund je signalizováno stejně, jako čas v televizi - pět krátkých tónů a jeden dlouhý (přesný čas je na počátku šestého tónu). V tomto okamžiku ukazuje displej nulu. Při překročení maxima se displej rozblíká střídáním plného jasu a polojasu a načítá sekundy překročení.

Kdykoli je počítání času zastaveno při přistání, ukazuje displej počet „trestných“ bodů, které je nutné odečíst od dosažitelného maxima za čas. Vzhledem k možnostem měnit vlastnosti zařízení jednoduchým zásahem do programu, je možné popsanou variantu modifikovat pro jakékoli jiné způsoby zvukové signalizace času, hlídání počátku a konce „pracovního času“ nebo jiné systémy počítání

bodů. Výhodou je to, že i ve tmě je svítící údaj na displeji LED snadno čitelný, pilot je schopen při tréninku ovládat zařízení bez pomocníka (časoměřiče) a je zvukem informován o blížícím se maximu, aniž by musel spustit oči z modelu.

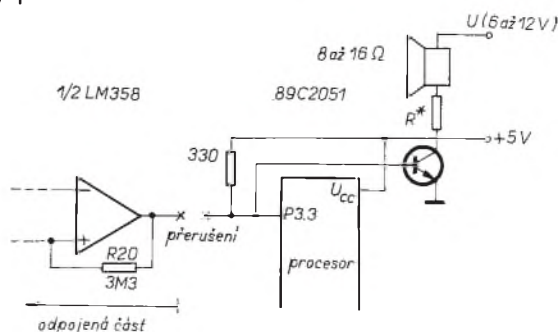
Na uvedenou konstrukci navazuje i následující popis velkoplošného displeje pro noční lety.

Velkoplošný displej

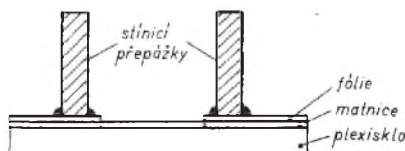
Pro trénink i soutěže v nočním létání byl vyvinut následující „obří“ svítící číslicový displej, který lze připojit k jedné z modifikací časoměrného zařízení, popsaného v předchozím textu. Cílem bylo levně vytvořit velké číslice (tj. od 25 cm do 1 m výšky, případně více), čitelné ze vzdálenosti nejméně 50 až 100 m, svítící tlumeným světlem (aby neoslňovaly), přičemž každý segment by měl svítit plošně.

Zejména požadavek na nízkou cenu je dost obtížně realizovatelný, přesto se podařilo dostat materiálové náklady na stavbu verze s výškou 25 cm pod 150 Kč - pro srovnání LED znakovky ve velikosti pouhých 10 cm stojí kolem 320,- Kč za kus, s rostoucí velikostí cena čím dál rychleji roste a ve velikosti přes 25 cm jsem je nikdy ani neviděl. Předem upozorňuji, že stavba displeje touto metodou je relativně levná, ale pracná, což však, jak doufám, modelářům nebude moc vadit. Ostatně, vždycky je něco za něco. Je samozřejmě možné připravit si jednotlivé velké znakovky a z těch potom sestavit displej podle konkrétní potřeby nebo rovnou budovat kompaktní celek s více číslicemi.

Mechanicky je displej je tvořen dvěma nosnými deskami. Přední deska z průhledného (nebo snadno průsvitného) materiálu, například organického skla (plexiskla), je z vnitřní strany opatřena tmavou neprůsvitnou fólií s vyřezanými okénky pro jednotlivé segmenty, do okének je vsazena matice (oboustranně lepicí fólií přilepený tenký pauzovací papír) podle obr. 138. Mezi sousedními segmenty musí být přepážka o šířce alespoň 6 mm. Je výhodné při návrhu udělat znaky s náklonem kolem 10° kvůli příjemnější čitelnosti, příklad můžeme najít třeba u displejů typu HD-AE02RD.



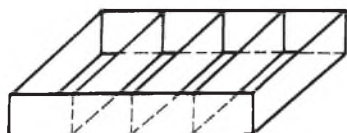
Obr. 137. Varianta úpravy zapojení z obr. 102



Obr. 138.

Desku položíme plexisklem dolů a z připravených nařezaných pásků neprůsvitného materiálu nalepíme přímo na fólii čtverhranné komůrky kolem každého okénka pro segment. Šířka pásků a tedy tloušťka budoucího displeje by měla být asi jednou třetinou délky segmentu. Tato práce nemusí být provedena příliš pečlivě, stačí, když horní okraje pásků budou ve stejné rovině a mezi jednotlivými komůrkami nejsou spáry, kudy by prosvítalo světlo. V originálu byla jako materiál pro tyto dělicí příčky použita hmota prodáváná pod názvem FOAM-X, což je pětimilimetrový polystyren vyplněný mezi dva chromokartonky.

Druhá deska je z tlustšího materiálu (třeba tenké dřevotřísky), musí dodat výsledné konstrukci dostatečnou tuhost. Na tuto zadní desku jsou po obvodu přišroubovány bočnice ze stejného materiálu a u větších displejů s několika znakovkami se vyplatí vnitřními příčkami ze stejného materiálu oddělit i jednotlivé znakovky kvůli větší pevnosti. Vznikne tak tuhá krabice (obr. 139), do které vsadíme desku z organického skla (plexiskla) s příčkami jako víko a přišroubojeme ji na lišty podél vnitřních stran bočnic. Výška bočnic by měla být taková, aby po vsazení „víka“ byly stínící přepážky asi jeden až dva milimetry nad dnem.



Obr. 139.

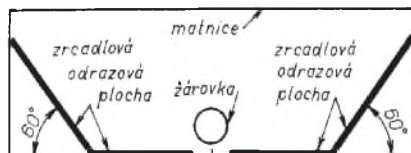
Zdrojem světla budou obyčejné žárovky, jedna jediná do každého segmentu. Podle rozměru segmentu lze použít nejrůznější typy od 6 V/50 mA až po 12 V/10 W. Kvůli úspore místa i ceně nepoužijeme objímky a na žárovky přímo připojíme vodiče.

Dno vylepíme bílým papírem nebo fólií. Označíme si na dně místa středů jednotlivých segmentů a na tato místa kapkou silikonového kaučuku přilepíme žárovky, osu jejich patice je nejlepší orientovat kolmo na osu segmentu. Aby neprosvítalo světlo mezi segmenty těsně u dna kolem drátů, jsou na příčky v místě dosednutí na dno nalepeny pásky z tenkého černého molitanu, které jednotlivé komůrky dostatečně světelně utěsní.

Je-li v segmentu použit pouze jeden bodový zdroj světla, pak při čelním pohledu na rozsvícený segment bude vidět podstatně větší jas uprostřed než na krajích segmentu. Čím bude matnice průsvitnější, tím zřetelněji se

to projeví. Tomuto jevu je třeba zabránit jednou z následujících metod.

Je možné přisvětlit okraje segmentu odrazovými ploškami ze zrcadlové fólie, nalepené na klíny vyříznuté z pěnového polystyrénu (obr. 140). Vhodnou volbou úhlu sklonu odrazové plochy lze vytvořit dojem, jako by světlo pocházelo ze tří zdrojů. Nerovnoměrnost prosvícení se značně omezí.



Obr. 140.

Druhou možností je matnici segmentů předem na laserové tiskárně potisknout pružkou s proměnlivou propustností světla a tak uprostřed, nad žárovkou, přebývajícím světlo ubrat. Příklad potisku je na obr. 141, konkrétní vzor je třeba vyzkoušet podle



Obr. 141.

velikosti segmentu a použité žárovky. K vytvoření vzoru poslouží některý z grafických programů na PC, například Corel Draw. Vzhledem k tomu, že displej je určen k používání za tmy a nemá příliš zářít, je svítivost žárovek víc než dostatečná a v tomto případě i cesta zmenšení jasu možná. Při pečlivé volbě vzoru lze dosáhnout tak vyrovnaného svitu, že už ze vzdálenosti kolem pěti metrů není rozdíl vidět. Pokud by měl být displej používán za šera nebo dokonce za světla, je jakékoli omezení jeho svítivosti nežádoucí.

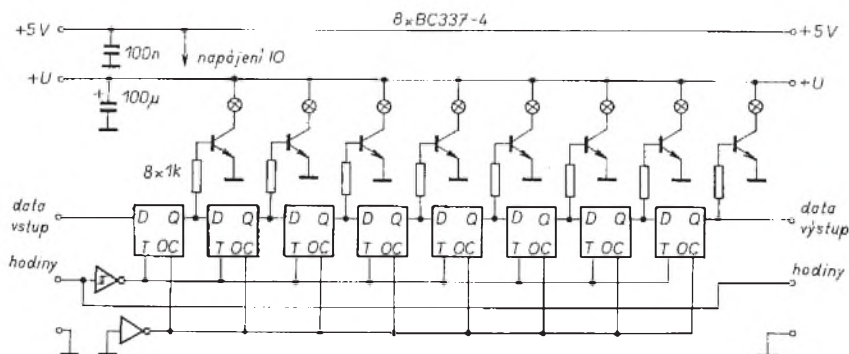
Displej má kromě poměrně složité mechanické konstrukce i neobvyklé zapojení elektroniky. Předem je třeba si uvědomit, že vícemístné displeje se prakticky vždy zapojují jako multiplexované, což se žárovkami vzhledem k jejich provoznímu napětí a možností napájení dost dobře nejde. Je tedy třeba zachovat možnost statického provozu displeje a současně i

nějak umožnit řízení jasu. Bylo by vhodné, kdyby jednotlivé znakovky nemusely být propojeny velkým množstvím vodičů. Trvajícím požadavkem je nízká cena. Všechny tyto podmínky splňuje zapojení jedné znakovky na obr. 142 (foto modulu na obálce).

K propojení libovolného počtu znavek postačuje pět vodičů - tři napájecí silové (napětí pro žárovky, napětí +5 V a zem), jeden pro rozvod hodinových impulsů a jeden pro přenos dat. Podstatou je sériový přenos dat do jednotlivých segmentovek, nikoli však ve formě BCD nebo jiného kódu, ale přímo jeden bit na jeden segment. Na řízení každé segmentovky musíme tedy vyslat právě osm bitů (sedm segmentů plus desetinná tečka), elektromotora v segmentovce nemusí obsahovat žádný dekodér a je možno vyslat jakoukoli kombinaci svítících segmentů, což obvyklé integrované dekodéry neumí.

Základem elektroniky v segmentovce je standardní integrovaný obvod 74LS374, který obsahuje osm klopných obvodů typu D. Jejich pospojováním vznikne osmibitový posuvný registr. Stav na vstupu každého klopného obvodu se náběžnou hranou hodinového signálu přepíše na jeho výstup, tj. signál se posune i jeden bit. Tyto obvody je možné libovolně kaskádně řadit. Výstupy IO přímo řídí výkonové tranzistory pro každý segment, použitý typ BC337-4 má mezní proud 800 mA - musíme však počítat s tím, že žárovka po připojení na jmenovité napětí odebírá několikanásobek jmenovitého proudu. Nelze proto doporučit tyto tranzistory pro žárovky s trvalým odběrem přesahujícím 300 mA. Pro větší nároky na výkon žárovek lze uvedený typ nahradit Darlingtorem TIP120 (8 A mezní proud), pro extrémní nároky tranzistorem FET IRL2203G (100 A) - to ovšem vyjde nesrovnatelně drahé.

Je-li třeba zapsat číslo na displej, mikroprocesor postupně nastavuje stav jednotlivých segmentů od nejvzdálenější číslicovky a jedním hodinovým impulsem ho posune do registru. Když vyšle impulsy pro všechny číslicovky, může se na rozdíl od multiplexné řízení displeje věnovat čemukoli jinému, displej už obsluhu nepotřebuje až do další změny zobra-



Obr. 142. Zapojení jedné znakovky velkoplošného displeje



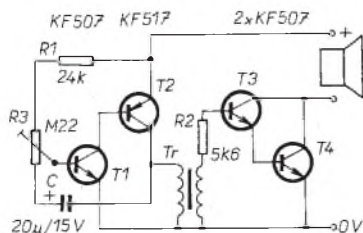
Zvuková zařízení

Zařízení imitující zvuky, vestavovaná do modelů, mohou velmi podstatně ovlivnit realistický dojem z jejich provozu. O tom, že tomu tak opravdu je, svědčí obliba ozvučených hraček pro děti, nebo i dojem z letu modelu proudového letounu s modelářskou turbínou, jejíž zvuk je nejen jako opravdový, ale je skutečně opravdový. Pro některé modeláře je dokonce tichý chod elektropohonu letadel hlavním důvodem, proč se jim nevěnují - chybí jim totiž odpovídající řev motorů. Přesto lze nalézt poměrně málo konstrukcí, které by se snažily realistický zvuk modelům dodat.

V jedné věci se generátory zvuků odlišují od ostatních modelářských zapojení. Zatímco u regulátorů nebo spínačů lze funkci přesně změřit a objektivně zhodnotit, posouzení věrnosti zvuku je vždy především subjektivní záležitostí a porovnáním s nároky konkrétního uživatele.

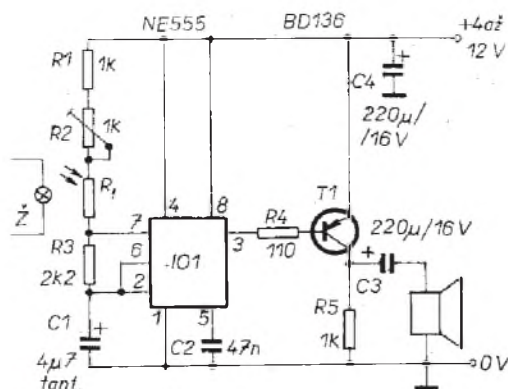
Imitace zvuku spalovacího motoru

Generátor, který napodobuje zvuk spalovacího motoru, byl uveden ve [108]. Zapojení je na obr. 146 a funguje jako blokovací oscilátor se zesilovačem navázaným přes budicí transformátor z malého rozhlasového přijímače. Po zapnutí napájení se ozve zvuk jakoby pomalu se rozebíhajícího motoru. V uvedeném zapojení nelze kmitočet řídit impulsním RC signálem, ani napětím na pohonném motoru.

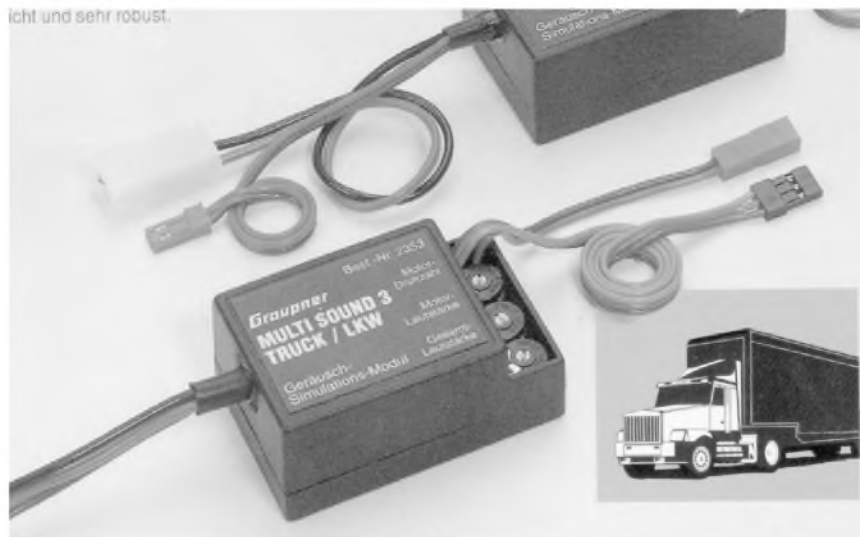


Obr. 146. Generátor zvuku spalovacího motoru

Další, jednoduché, ale podstatně použitelnější zapojení je na obr. 147 (podle [109]). Jedná se o nejjedno-



Obr. 147. Generátor zvuku lodního motoru (fotorezistor Conrad, kat. č. 14 54 75 - 44)

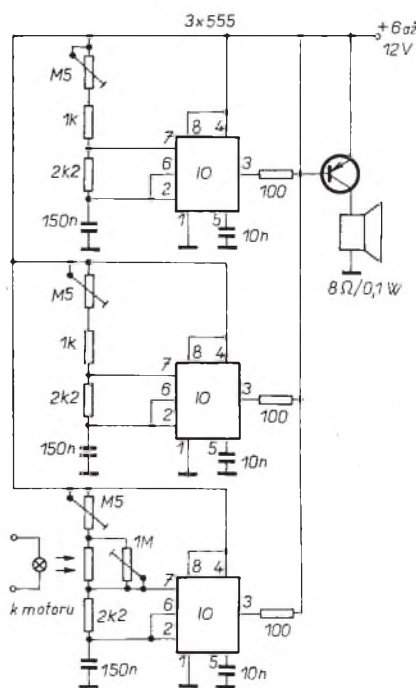


Obr. 149. Příklad sériově vyráběného zvukového modulu

dušší zapojení obvodu 555 jako astabilního multivibrátoru. Vtip zařízení je v tom, že jako vazbu mezi otáčkami skutečného motoru a generátoru zvuku používá optočlen, zhotovený ze žárovky, připojené paralelně k motoru. Zabarvení zvuku odpovídá s notnou dávkou fantazie dvoutaktnímu benzinovému motoru a lze je tedy použít nejspíš pro rychlou jachtu. Měkký a klapavý zvuk s množstvím šelestů, jaký vydává vznětový velkolitrážní mnohoválcový lodní motor, takto jednoduše nenapodobíte.

Zapojení, imitující víceválcový motor, jsem v české literatuře nenašel, poruším tedy orientaci na tuzemskou literaturu a uvedu pramen německý [110]. Schéma je na obr. 148. Jedná se o tři astabilní multivibrátory s obvodem 555, z nichž pouze jeden je řízen v závislosti na napětí pohonného motoru. Způsob řízení je shodný s předchozím zapojením, všechny obvody pracují do společného reproduktoru. Zvuk tohoto zařízení je určitě reálnému zvuku víceválcového dieselu blízký než u předchozího zapojení, o věrnosti se však podle mého názoru mluvit nedá. Vzhledem k ceně součástek ho přesto doporučuji a navíc se může stát východiskem pro vlastní experimenty.

Katalogy renomovaných modelářských firem nabízejí mikroprocesoro-



Obr. 148. Zapojení, imitující zvuk několikaválcového motoru

vé zvukové moduly zejména pro lodě a auta. Zvuky se v nich tvoří počítačovou úpravou navzorkovaných skutečných zvuků a jsou velmi realistické. Příkladem mohou být „Soundmodul Navy“ a „Soundmodul Track“ firmy Robbe s šesti zvuky, u nichž kromě realistického napodobení motoru jsou i výstražné signály. Moduly navíc mají i dva spínače pro další funkce (třeba osvětlení) a připojují se k přijímači jediným servokabelem. To je umožněno tím, že obsahují kompletní dekoder osmikanálového zařízení „Multiswitch“, které musí být osazeno do vysílače. Cena tohoto poměrně velmi dokonalého zařízení je přes 5500 Kč.

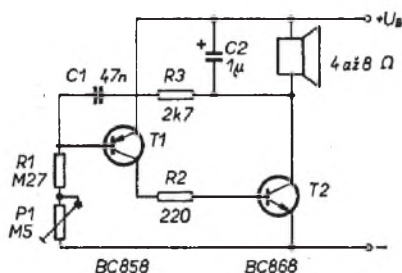
Obdobnou funkci plní i „Multisound 3 mini - Truck/Lorry“ firmy Graupner (obr. 149). Připojuje se k jednomu kanálu přijímače, ke zdroji pro motor a současně na pohonný motor (snímá-

ni napětí). Umožňuje „přehrát“ zvuk nastupování do kabiny s bouchnutím dveří, neúspěšné startování motoru, nahození a vypnutí motoru, houkání a za jízdy řazení.

Moduly generátorů jednotlivých zvuků v podstatně přijatelnějších cenových hladinách jsou v nabídce firem také (např. Conrad), ale i u nich přijde modul simulace víceválcového diesel-agregátu na více než 550 Kč.

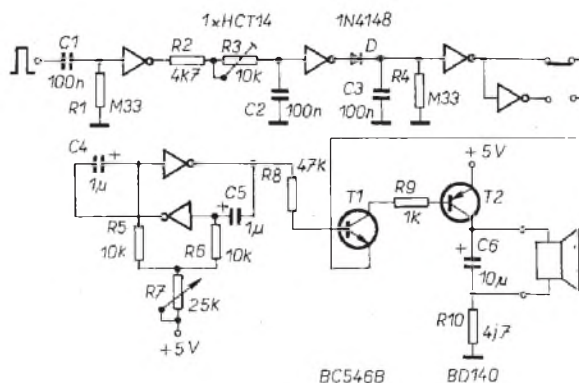
Sirény

Generátory výstražných signálů jsou přece jen poněkud čtenější. Na obr. 150 (podle [111]) je zapojení lodní sirény do mlhy s charakteristickým hlubokým tónem. Autor doporu-



Obr. 150. Zapojení, imitující zvuk lodní sirény do mlhy

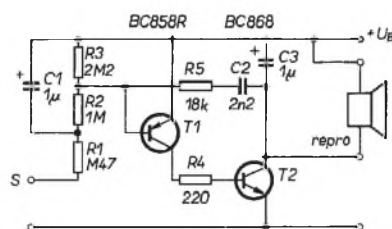
čuje reproduktor o průměru nejméně 70 mm, protože menší nedokáže hluboký zvuk přenést. Mám zkušenosti s reproduktory o průměru 100 mm, i ty jsou však ještě dost malé. Obrovský vliv na výsledný efekt má způsob vestavění reproduktoru do modelu. Vnitřek lodi musí být použit jako „reprobedna“, u níž ovšem není žádoucí věrnost reprodukce, ale naopak do tvoření zvuku rezonancemi, šelesty a potlačením vysokých harmonických složek. Pod reproduktor nepoužívejte molitan nebo jiný tlumící materiál. Nalezení správného zvuku není ani tak věcí naladění kmitočtu generátoru, ale pokusů s mechanickým uspořádáním lodě.



Obr. 153. Zapojení, imitující zvuk lodní sirény

Jiné zapojení můžete nalézt v [112], schéma je na obr. 151. Naprostou většinu schématu zabírá neuvěřitelně složitý servospínač (jeden IO a pět tranzistorů), zvuk je generován obvodem HC4060 (snad jako ukázka činnosti tohoto obvodu) a jedná se o prosté pravouhlé impulsy, jen výkonově zesílené a pouštěné do reproduktoru. Je mi divné, že když už si autor tohoto zapojení dal takovou práci s konstrukcí servospínače, proč nevěnoval ani nejmenší pozornost úpravě kmitočtové charakteristiky výstupního signálu a jeho obálce (skutečná siréna nenasadí tón skokem a také ho tak neukončuje).

Jiný druh sirény je na obr. 152 [113]. Po sepnutí kontaktu „S“ proti zemi (lze samozřejmě použít i jednoduchý servospínač) se ozve postupně nabíhající tón jakoby mechanické sirény pro vzdušný poplach. Po vypnutí se tón opět snižuje až za-



Obr. 152. Poplašná siréna

nikne. Kondenzátor C3 připojený paralelně k reproduktoru alespoň částečně odfiltruje vysoké harmonické složky signálu a zlepší tak barvu tónu. Je to jednoduché zapojení s realistickým zvukem, použití má ovšem jen omezené.

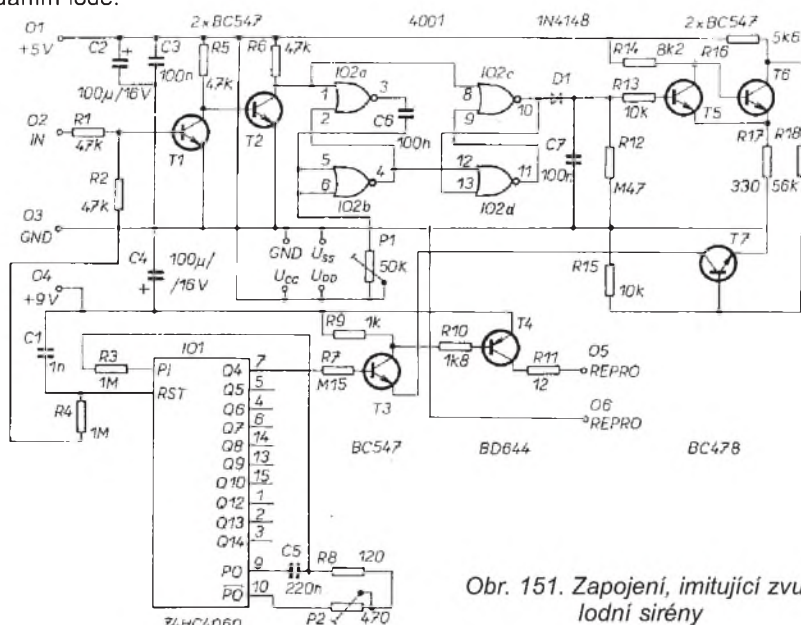
Ke konstrukci sirén lze využít i účelové integrované obvody. Příklady dvou takových zapojení s obvodem UM3561 pro hasičskou sirénu, policejní sirénu a střelbu ze samopalu najdete ve stejném pramenu, z něhož bylo převzato předchozí schéma.

Lodní siréna

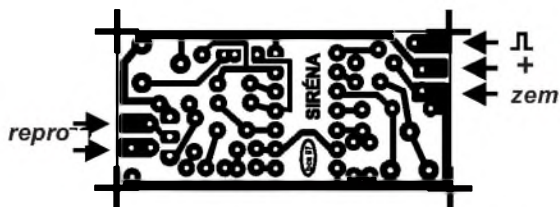
Zapojení na obr. 153 není nijak převratné, funkčně se podobá kritizovanému zapojení ze [112], ale je jednodušší, menší a levnější. Využívá obvodu HCT14 (šestice invertorů se Schmittovým obvodem na vstupu). Vstupní signál je oddělen kondenzátorem C1, invertován, zesílen a integrován na kondenzátoru C2. Trimr R3 nastavuje mezni šířku řídicího impulsu, při němž se přepne další z řetězce invertorů. Přes diodu D se pak nabije kondenzátor C3, který „přidrží impuls“ v sepnutém stavu po celou dobu periody řídicího signálu tak, aby na výstupu dalšího invertoru už byl signál vyhlazený. Jeden (zbylý) invertor umožňuje otočit polaritu reakce na vstupní signál.

Dva invertory spolu s C4, C5, R5, R6 a trimrem R7 (nastavení kmitočtu tónu sirény) tvoří neustále běžící astabilní klopný obvod. Tranzistor T1 je do báze ovládán signálem generátoru tónu, napětí na jeho emitoru je však současně „podloženo“ výstupním signálem servospínače, takže bez jeho stavu v logické nule nevybudí výstupní tranzistor T2. Tento tranzistor přímo spíná proud do reproduktoru o průměru 100 mm a impedanci 32 Ω. Rezistor R10 plní ochrannou funkci a omezuje impulsní proud tranzistorem.

Paralelně s reproduktorem je zapojen elektrolytický kondenzátor C6, jehož kapacitou je možné v širokých mezích měnit zabarvení tónu. V zapojení můžete použít i reproduktory s jinou impedancí, třeba 4 Ω, ale bude třeba zvětšit kapacitu kondenzátoru C6 a trochu zvětšit odpor rezistoru R10. Jak už bylo uvedeno, výsledný

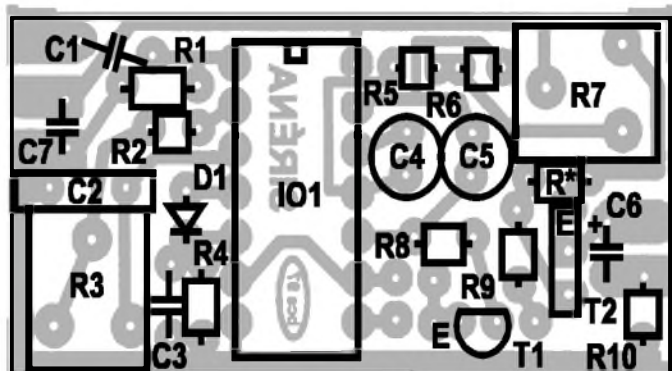


Obr. 151. Zapojení, imitující zvuk lodní sirény



Obr. 154. Deska s plošnými spoji lodní sirény a deska, osazená součástkami

(R^* v případě potřeby volit od 4,7 do 10 k Ω)



zvukový efekt závisí na způsobu vestavění reproduktoru do modelu. Deska s plošnými spoji a poloha jednotlivých součástek viz obr. 154.

Seznam součástek

Rezistory a odporové trimry

R1, R4	330 k Ω
R2	4,78 k Ω
R3	10 k Ω , PT6V
R5, R6	10 k Ω
R7	25 k Ω , PT6V
R8	47 k Ω
R9	1 k Ω
R10	4,7 Ω

Kondenzátory

C1, C3, C7	100 nF, keram.
C2	100 nF, fóliový
C4, C5	1 μ F
C6	10 μ F

Polovodičové součástky

T1	BC546B
T2	BD140
IO1	74HCT14

reproduktor 4 až 32 Ω , libovolný

Efektové generátory

Pro nepříliš náročné účely (na pozemí mezi modelem a dětskou hračkou) lze aplikovat speciální efektové generátory firmy Holtek, s nimiž se můžete seznámit ve [114]. Jde především o různé varianty obvodu HT2844 (čtyři zvuky) a HT2883 (osm zvuků). Sortiment odpovídá jak hlasy zvířat, tak třeba i napodobení kulometu, výstřelu z pušky, vrtulníku, výbuchu, pištění brzd auta, klaksony, start rakety, zvuky motorů auta a letadla atd. Výrobce je ochoten dodat i sadu zvuků podle přání zákazníka a vzorku nahrávaného na kazetě. Podmínkou je ovšem odběr „velké série“.

Některé z uvedených generátorů se vyskytují i v hračkách dovážených z Dálného východu. Vzhledem k tomu, že tyto hračky obvykle nemají dlouhou dobu života, může se k obvodům generátorů efektů dostat občas i modelář. Kvalitu zvuku lze pak částečně vylepšit zařazením jednoduchých kmitočtových filtrů a výkonového zesilovače na výstup obvodu, v originálním zapojení se obvykle používá jen jeden tranzistor ve spinacím režimu.

Programy pro modeláře

Nejen mikroprocesory jako součástky tvořící dnes běžně základ kodéru vysílače nebo různých přídavných zařízení pronikly do modelářské praxe. I programovatelná výpočetní technika si od samého počátku své místo v modelářství našla. Použil jsem pojem programovatelná výpočetní technika, protože se zprvu jednalo o programovatelné kalkulátory, sloužící k automatizaci jednoduchých výpočtů.

Soustředíme-li se na osobní počítače, pak specializované modelářské programy můžeme rozdělit do čtyř skupin.

První z nich jsou programy, určené k evidenci a vyhodnocení výsledků na soutěžích, tisk přehledů, startovních listin apod. Mají velmi blízko k programovému vybavení používanému na jiných sportovních soutěžích. Tyto programy nejsou nijak ojedinělé, protože je v silách amatérského programátora je vytvořit a „ušít na míru“ pro podmínky konkrétního nasazení.

Do *druhé* skupiny bych zařadil grafické editory, používané pro tisk, případně vyřezávání nápisů, palubních desek, ozdobných prvků apod. Jedná se o programy všeobecně používané, profesionální, pouze aplikované pro účely modelářů. Často se v této úloze setkáme zejména s programem Corel Draw snad všech vytvořených verzí.

Do *třetí* skupiny bych zařadil i programy pro řízení frézky a specializované programy (spíše databáze) s uloženými souřadnicemi profilů leteckých křidel. Právě díky možnosti přepočítat profily na jinou hloubku křídla nebo vykreslit přímo tvar jednotlivých žeber tak, aby byla brána v úvahu i tloušťka tuhého potahu křídla, dělá z těchto programů nesmírně užitečnou pomůcku. Výstupem z programu může být přímý tisk na laserové tiskárně, kreslení na souřadnicovém zapisovači nebo nejjednodušší vytvoření výstupního souboru pro jiný, obecně používaný program schopný kreslit nebo tisknout.

Jako nejlepší je z této skupiny hodnocen program Compu Foil Professional pro Windows, používaný mnoha organizacemi zvukových jmen. Lze sehnat a vyzkoušet jeho demoverzi, která profily netiskne, nebo kompletní program s licenci za asi 100 \$. Program lze objednat na adrese compufoil@aol.com, demoverzi si můžete přímo stáhnout z

<http://ourworld.compuserve.com:80/homepages/compufoil>.

Jiným programem je australský Winfoil. Jeho demoverze je dostupná na

<http://www.ozemail.com.au/~malhardy/download.htm>,

licence stojí kolem 40\$.

Další program patří do skupiny freeware, tj. je zdarma. Jako východisko pro jeho stažení poslouží adresa

<http://uxh.cso.uiuc.edu/~selig/ads.html>,

kteřou se však nepodařilo ověřit. Tento program svými možnostmi předchozím programům prý vážně konkuruje. Jeho charakteristiku i další podrobnosti najdete v [115], odkud také pocházejí všechny uvedené internetové adresy.

Třetí skupinu tvoří programy pro přímé řízení modelů. V určité formě se s nimi setkáme u programovatelných RC vysílačů, v nichž je možné zapamatovat si celý obrat modelu (resp. časovou posloupnost výchylek řízení) a obrat za stejných okolností zopakovat. Patří sem i programy pro řízení modelů ponorek, u nichž je na rozdíl od ostatních modelů poměrně typická situace ztráty spojení při ponoření. Ponorka, která je vybavena pouze funkcí fail safe a po ztrátě spojení se z bezpečnostních důvodů okamžitě začne vynořovat, příliš realisticky nepůsobí.

Typickou oblastí, v níž se můžeme setkat s přímým řízením modelů počítačem, je železniční modelářství. Má pochopitelně své zaryté příznivce i odpůrce, ale pokud vnímáme modelářství jako napodobování skutečnosti a skutečný železniční provoz na větších nádražích počítačem řízený je, má asi také své opodstatnění. O jednom z řešení vzniklém v profesionálních podmínkách bude ještě zmínka.

Poslední skupinou programů jsou simulátory řízení modelů. Svou složitostí a náklady na vytvoření přesahují možnosti amatérské tvorby. Není jich mnoho.

„RC flight simulator“ firmy Dave Brown z USA je dostupný i na našem trhu. Základním předpokladem realističnosti simulátoru je plně proporcionalní ovládání pomocí makety vysílače s dvěma kniply tak, jak jsme zvyklí. Žádné mačkání tlačítek na klávesnici nemůže nahradit chování modelu úměrné výchylce kniplu.

Uvedený program lze podle [116] nainstalovat na počítače s procesorem 386 a vyšším, novější a rychlejší počítače poskytují znatelně lepší a plynulejší animaci obrazu. Je možné zvolit jedenáct typů modelů od klasického školního hornoplošníku až po plně akrobatický model letadla, nebo některý z osmi vrtulníků. Pro modely je možné nastavit míru stability, parametry vrtule i výkon motoru, pro vrtulníky i citlivost gyrostabilizátoru. Lze volit povětrnostní podmínky, okolí letiště i barva oblohy. Ve spojení se zvukovou kartou standardu Soundblaster dělá program i zvukové efekty chodu motoru i rány při nezdařeném přistání („škoda“ na modelu je pak vyčíslena).

Chtěl bych zdůraznit, že grafické provedení programu dnes už neodpovídá úrovni, na kterou jsou zvyklí hráči simulačních bojových her na PC jako např. F22, EF2000 nebo Comanche 3. Rozlišení zobrazení, detaily i realističnost navzorkovaných zvuků je u her nesrovnatelně větší, mají i velmi realistické chování letounu, vždy však řídíte stroj jako piloti zevnitř letadla a ne z pozice modelářského pilota, stojícího na zemi. Pokud hra umožňuje pohled „ze země“, promění se letoun obvykle za pár sekund v pouhou tečku na obrazovce a je zase po řízení. Také ovládání tlačítky klávesnice nebo PC joystickem neodpovídá situaci, ve které je modelář, řídící svůj model.

Obr. 155. Příklad simulátoru pro řízení modelů - Real Flight R/C Flight Simulator



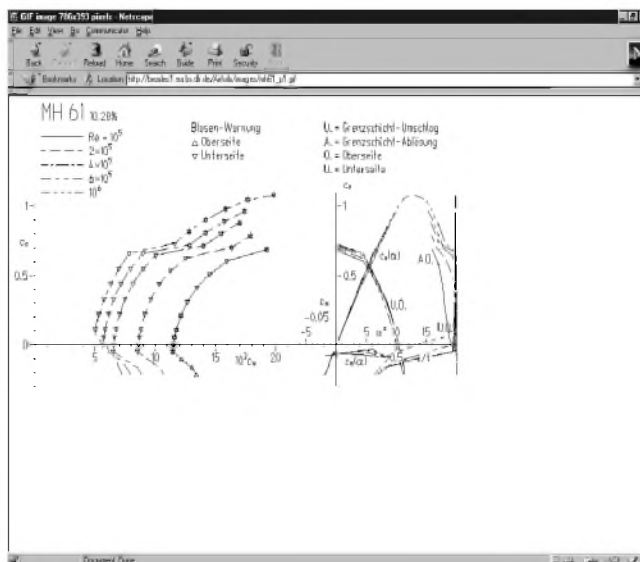
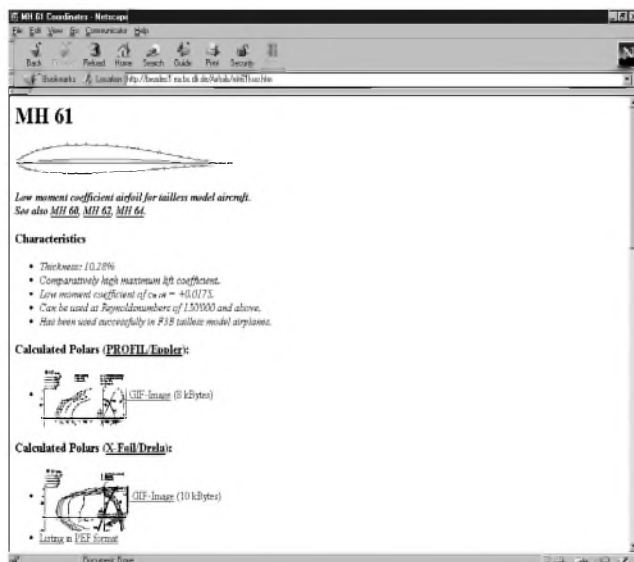
Ať už jsou tyto hry jakkoli atraktivní, propracované a hraní s nimi příjemné, návyky získané z her při pilotáži nejsou pro řízení modelu prakticky použitelné. V tom vidím obrovský rozdíl mezi nimi a byl' nejjednodušším simulátorem řízení RC modelu.

Jako další příklad uvedu simulátor firmy Great Plane - „Real Flight R/C Flight Simulator“ (obr. 155). Chodí pod Win 95, dodává se na CD ROM, používá reálné fotografie jako pozadí pro let, má nastavitelných 200 parametrů (mezi nimi je však mnoho takových, které se netýkají letových vlastností, ale vzhledu modelu). Grafika je podstatně realističtější než u předchozího simulátoru, letové vlastnosti nemohu porovnat. Vyžaduje PC přinejmenším s mikroprocesorem Pentium 90, 16 MB RAM, 30MB HD, kvalitní zvukovou kartu a grafiku SVGA (800*600 a více, 24 bitů barva, pokud možno s akcelerátorem). Česká verze zatím není, cena činí kolem 400 \$.

Simulátory využívají pro ovládání letounů „makety“ RC vysílačů - kryt s vestavěnými křížovými ovladači, které se připojují k PC přes jeho Game

port nebo prostřednictvím samostatné desky. Takové ovládání je samozřejmě lepší, než řízení herním joystickem, ideální ovšem je mít možnost řídit simulátor vlastním skutečným vysílačem.

Dokumentaci univerzálního zařízení, které to umožňuje, se podařilo získat přes internet. Kompletní zveřejnění schématu, návrhu desek s plošnými spoji a programu by překračovalo plochu, kterou mohu tomuto problému věnovat, omezím se na všeobecný popis. Zapojení pochází z Německa, pracuje ve dvou možných módech: Buď lze připojit na čtyři servovýstupy přijímače (typicky výškovka, směrovka, křídélka a plyn nebo odpovídající funkce pro vrtulník), nebo tytéž signály přebírá přímo z vysílače prostřednictvím konektoru učitel/žák. Pulsně modulované signály jsou navzorkovány jednočipovým mikroprocesorem PIC16C84 a ten řídí čtyři digitální potenciometry X9C104, připojené ke čtyřem vstupům game portů v PC. Protože obvyklé multi I/O karty obsahují pouze dva vstupy game portů, je třeba využít i vstupů na zvukové kartě.



Na internetu jsou soubory i pro modeláře

Je možné nastavit dva režimy - programovací a pracovní. Po přepnutí do programovacího režimu musí být řídící páky postupně přesunuty do všech krajních poloh, mikroprocesor rozsah ovládání zjistí a uloží. Přepnutím do pracovního režimu jsou tyto koncové polohy nahrány do EEPROM. Tato procedura je nutná vždy pouze jednou po změně připojeného vysílače.

Zařízení bylo vyvinuto a pracuje s Dave Brown RCFS R/S letovým simulátorem, je však schopné činnosti s jakýmkoli simulátorem, ovládaným game porty. Cena materiálu na stavbu uvedeného zapojení se dá odhadnout na přibližně 1500 Kč. Pokud máte vážný zájem o podrobnější informace, můžete mě kontaktovat přímo nebo prostřednictvím redakce.

Považoval bych za neodpustitelné opomenutí, kdybych vynechal zmínku o internetu a jeho možnostech pro získávání modelářských informací. Ostatně podstatné část údajů v této kapitole byla získána přes internet a jsou zde i příslušné odkazy. Protože jsme však na půdě elektronického a konstruktérského časopisu, předpokládám, že další rozebírání tohoto tématu by bylo „nošením dříví do lesa“.

Akumulátory

Téma týkající se akumulátorů, jejich vlastností, údržby, nabíjení a konstrukce nabíječek má naprosto odlišné postavení, než témata jiná. Je to především proto, že je společné pro většinu modelářských odborností a samozřejmě nejen pro modeláře, ale obecně pro všechny uživatele přenosných elektronických přístrojů. Proto je mu trvale věnována pozornost a množství publikovaných článků i samostatných příruček mnohonásobně převyšuje počet těch, které se věnují jiným tématům. Považuji za zbytečné opisovat znovu mnohokrát uváděné informace, ostatně nabíjení akumulátorů je jediným z „modelářských“ témat, kterému bylo opakovaně věnováno i kompletní číslo časopisu Amatérské rádio nebo Praktická elektronika [117, 118, 119]. Tato čísla jsou plná popisů specializovaných obvodů a zapojení nabíječek.

Abych se přesto s tímto tématem nějak smysluplně vyrovnal, pokusím se v první řadě stručně shrnout možné nabíjecí metody akumulátorů NiCd, které jsou nejčastěji používané v modelářské praxi, nevěnovat se podrobněji konkrétním konstrukcím, neuvádět schémata a o to více poskytovat odkazy na typická nebo něčím výjimečná zapojení. Nejlépe napsaný obecný rozbor problematiky včetně popisu zajímavých IO pro nabíječky najdete v [120].

Podle vžitě terminologie (podrobněji v [121]) se rozlišuje nabíjení velmi rychlé (asi 15 min), rychlé (asi 1 hod), zrychlené (asi 3 až 4 hod.), běžné (asi 12 až 16 hod) a trvalé. Mnozí výrobci a prodejci tuto terminologii nedodržují a nadhodnocují možnosti svého zboží ať už z neznalosti nebo ze snahy představit jej v lepším světle.

Hermeticky uzavřené články NiCd při nabíjení poskytují jen tři veličiny k měření - napětí na článku, teplotu pouzdra a čas. S nimi pracují různé způsoby nabíjení:

A) Články nabíjíme přibližně konstantním proudem, neměříme nic a nabíjení ukončíme ručně po uplynutí doby, která spolehlivě s rezervou stačí k nabití. Tak pracují nejlevnější nabíječky z dovozu, nejjednodušší konstrukce [122] a používá se i ve spojení s levným měničem napětí (např. [123]). Některá nenáročná zapojení [124] dokazují, že i s malými náklady na stavbu lze sestavit dvouampérový nabíječ pro dva až deset článků, napájený ze sítě nebo autoakumulátoru, při větších proudcích však vzrůstá nebezpečí poškození akumulátorů při přebíjení.

Obdobou uvedeného nabíjecího režimu je nepřetržitě nabíjení zdrojů, zejména v komunikační a výpočetní technice. Použitý proud musí být menší než 0,1C (desetina kapacity článku v A), někdy až na úrovni konzervačního proudu. Nabíjení je však pomalé, ovšem ani při výrazném přebíjení se nabíjené články zásadně nepoškodí.

B) Články dobíjíme konstantním proudem po předem určenou dobu automaticky ukončenou časovačem. Taková nabíječka musí opět nabíjet pouze proudem 0,1C nebo jen mírně větším, protože nabíjecí cyklus lze „spustit“ i na již nabitě články, aniž by to nabíječka poznala. Pokud je umožněna regulace proudu třeba až po 2C (dvojnásobnou kapacitu článku v A), musí být zajištěno vybití článků před nabíjením a vazba mezi nastaveným proudem a časem, nebo havarijní vypnutí nabíjení při dosažení určité teploty článku. Publikované amatérské konstrukce tohoto typu se soustředily více na současně nabíjení několika článků NiCd po předchozím vybití, než na nabíjení vícečlávkových sad akumulátorů. Jeden konkrétní příklad najdete v [125].

Realizace tohoto postupu nabíjení je jednoduchá, dá se vycházet z obecně dostupných součástek a levně se prodávajících i specializovaných obvodů - např. U2401B. Časovač k ukončení nabíjení používá i například nabíječ Graupner Turbo 6 Plus.

C) Nabíjíme proudem, který ani nemusí být konstantní a nabíjení je ukončeno při zvýšení teploty článků. Tento princip je funkční, ale prakticky málo používaný. Příkladem je zapojení publikované v [126], reagující na

zvýšení teploty článků o 10 °C, nebo neobvyklé řešení - zapojení, které nabíjení nevypne, ale omezí proud tak, aby se stabilizovala zvýšená teplota článků [127]. To rozhodně není vhodné pro pravidelné používání.

D) Nabíjíme proudem, který by měl být konstantní, a sledujeme napětí na článku. Při dosažení určité meze je nabíjení ukončeno. Uvedený princip se používal před dvaceti lety u „lepších“ nabíječek s tyristorovým vypínáním, dnes má místo při nabíjení článků malým proudem, neboť porovnávání napětí jedním operačním zesilovačem je jednodušší než měřit čas a při selhání vypnutí nic nehrozí. Sice moderní, ale dosti složitá konstrukce tohoto typu vyšla v [128], dvě jiné varianty podstatně jednodušší a levnější najdete v [129].

Nastavení prahového napětí je velmi citlivé a musí splňovat i značné nároky na stabilitu. Mez napětí silně závisí na teplotě i stáří článku. Jestliže nastavíme práh příliš nízkou, bude provoz bezpečný za cenu nabíjení článků jen asi na 70 až 80 % kapacity, překročíme-li reálné prahové napětí článku o jediný mV, nabíjení nebude ukončeno. Je vhodné kombinovat dva principy, nastavit mez napětí níže (bezpečně) a nabíjet větším proudem, po dosažení meze napětí přejít automaticky na určitou dobu do režimu nabíjení bezpečným proudem a články dobít na maximum kapacity.

E) Při nabíjení sledujeme, jak rychle se zvětšuje napětí na člancích a detekujeme rychlejší zvětšování napětí, které je charakteristické pro stav článku těsně před plným nabitím. Po něm přejdeme na nabíjení bezpečným proudem. I zde je požadavek na konstantní nabíjecí proud. Lze nabíjet i většími proudy, kolem 5C (pětinásobná kapacita v A). Tento princip se v popsaném jednoduchém provedení nevyužívá, je ale v kombinaci s ostatními principy součástí moderních IO pro řízení nabíjení.

F) Stejně jako v případě E) se při konstantním proudu měří napětí na člancích a vyhodnocuje se zmenšení napětí po dosažení nabitěho stavu. Vyhodnocení zmenšení napětí může být absolutní (např. o 0,1 V) nebo relativní (o 1 % z dosaženého maxima). Nabíječky na tomto principu mají obvykle v názvu „peek“ nebo „delta peek“.

Obvody pro kontrolu napětí mohou být řešeny analogově jako např. v [130] nebo [131], ale pak je pro uspokojivou funkci nutné dobíjet proudem kolem 2C (v ampérech) a větším, nebo pomocí převodníků D/A.

V současné době je tato metoda v modelářské praxi nejrozšířenější a je základem funkce mnoha specializovaných IO, např. TEA1100 a TEA1101

od firmy Philips [132, 133], nebo U2402 (2405, 2407), které najdete v [134] nebo [135], konstrukční návody na nabíječe pak v [136], [137] nebo [138].

G) Poslední z uvedených metod je připojení nabíjeného akumulátoru na zdroj konstantního napětí o velikosti, která odpovídá asi 90 % napětí nabitěho článku (článků). V prvním okamžiku je pochopitelně nutné omezit maximální velikost nabíjecího proudu, ten je však mnohem větší, než bývá obvyklé a pohybuje se kolem 10 až 20C (v ampérech). Akumulátor se velmi rychle nabije, napětí dosáhne nastavené meze a pak už se proud rychle zmenšuje. Velikost proudu je měřena, po počáteční konstantní velikosti, dané omezením, se proud zmenšuje a následně se začíná zvětšovat (při zmenšování napětí článků jako při metodě E)). Tehdy se nabíjení ukončí.

Konstrukční návody na nabíječe využívající tohoto principu prakticky nejsou, přestože uvedená metoda je známá a popisovaná v literatuře už řadu let a je bezkonkurenčně nejrychlejší a současně šetrnou metodou nabíjení. Ani v hromadně vyráběných nabíječích se téměř nepoužívá, i když velmi příbuzný princip je základem nabíječe Minitcharger [139].

Žádný z uvedených způsobů není sám o sobě optimální. Naprostá většina moderních specializovaných IO využívá několika metod současně, pracuje postupně v několika režimech a má i několik ochranných mechanismů. Mikroprocesorem řízené nabíječe v nejjednodušším provedení využívají stejných metod vyhodnocení okamžiku, kdy má být nabíjení ukončeno, jen provedení je programové. Složitější nabíječe vyhodnocují současně několik parametrů, výsledky kvantifikují (oboduji), shrnou a podle matematického kritéria, které je hlavním tajemstvím výrobce, upravují další postup nabíjení.

Zajímavé informace může přinést porovnání testů nabíječů od specializovaných modelářských firem. Najdete je například v [140] nebo [141].

Nejen akumulátory NiCd nacházejí uplatnění v modelech. Tam, kde nezáleží na hmotnosti a nejsou potřeba extrémní proudy, se používají olověné akumulátory (pouzdržené, gelové, ...). Jejich nabíjení je co do používaných metod podstatně chudší. Používá se malý konstantní proud (konzervační), konstantní proud po stanovenou dobu, nebo konstantní napětí.

Jednoduchých zapojení nabíječů olověných akumulátorů vyšlo mnoho desítek, jedná se o oblíbené téma motoristů. Z těch o něco „chytrějších“ uvedu odkazy na [142], [143] a [144], nebo konstrukci se specializovaným obvodem UC3906 v [145]. Velmi hez-

*Příklad sériově
vyráběné nabíječky - Graupner
mc-ULTRA DUO
PROFI*



ké jednoduché zapojení, pracující na principu konstantního napětí, najdete v [146], využívá snadno dostupného stabilizátoru LM317.

Pokud nemáme na olověné akumulátory špičkové nároky, mohou být velmi užitečné různé metody regenerace starších akumulátorů. K nim patří i nabíjení impulsním proudem [147], nebo jejich oživení cyklováním [148]. Chemická metoda regenerace olověného akumulátoru, realizovatelná v domácích podmínkách, byla podrobně popsána v [149] a je velmi zajímavá a účinná, ovšem člověku byt' jen s minimálním ekologickým citěním vstávají při čtení o vylévání práškových sloučenin olova do odpadu ve vaně hrůzou vlasy na hlavě. Částečné renovaci starších článků NiCd se věnuje článek [150].

Přestože primární zinkouhlíkové a alkalické články nemají v modelářství takový význam, doporučuji seznámit se i s patentovaným způsobem jejich nabíjení [151], který vede k částečnému obnovení náboje až dvacetkrát za sebou. Podstatně jednodušší (a také méně účinný) způsob najdete v [152].

V kapitole o akumulátorech je samozřejmě nutné také se zmínit o méně používaných zdrojích proudu. Jde zejména o alkalické manganové akumulátory [153] nebo solární články, ať už v samostatném použití nebo ve spolupráci s akumulátorem [154].

S péčí o akumulátory souvisí i potřeba je před nabitím vybit, změřit zbytkovou kapacitu nebo měřit celkovou kapacitu čerstvě nabitých článků. Moderní mikroprocesorové nabíječe mají všechny tyto funkce přímo „v sobě“, pro nenáročné aplikace jsou určena samostatná zapojení. Typický jednoduchý vybíječ jednoho článku NiCd, snadno modifikovatelný pro několik článků, najdete v [155].

Konstrukční návody na jednoduché měřiče kapacity článků a akumulátorů jsou prakticky shodné s vybíječi a vzájemně se liší jen způsobem měření času nebo čítáním impulsů, odpovídajících náboji. Zapojení používající součtové hodiny na 220 V najdete v [156], jiné řešení, využívající elektronické vyřazené „digitálky“ je v [157].

Podstatně složitější (a také dražší) zapojení bylo uvedeno v [158]. Je ur-

čeno pro 1 až 10 článků NiCd o kapacitě 10 mAh až 4,1 Ah a jeho zvláštností je zobrazení relativní kapacity v procentech (ve srovnání s nastavenou očekávanou kapacitou akumulátoru). Doporučují jeho prostudování, rozhodně ne však jeho stavbu. Kromě velmi nešikovného ovládání je zarážející už fakt, že udávaná přesnost měření je typicky 2 % (pokud se mělo jednat o krátkodobou stabilitu, pak pravděpodobně odpovídá), ale zobrazení je navrženo s přesností na desetiny procenta. Teplotní a dlouhodobou časovou stabilitu raději nezkoumejte.

Naprosto jiné možnosti poskytuje snímání napětí při vybíjení akumulátorů a jeho přenos do počítače PC, v němž je možné „hustě“ získávané vzorky matematicky zpracovat, graficky zobrazit a samozřejmě uchovávat pro pozdější porovnávání s dalším měřením téže sady. Jeden z mála publikovaných článků na toto téma vyšel v [159].

Protože již delší dobu používám trochu podobné zařízení ke snímání vybíjecích charakteristik, pokusím se popsat jeho konstrukci a možnosti. Detailní konstrukční návod bohužel nemohu zatím poskytnout, přestože je funkčně perfektní a osvědčené, zařízení stejně jako obslužný program není dosud dotaženo do provedení, které by se dalo zveřejnit.

Ke stabilizaci vybíjecího proudu slouží jednoduchý obvod s operačním zesilovačem, jako výkonové součástky jsou použity dva paralelní tranzistory IRL2203G, upevněné na masivním chladiči s aktivním oběhem vzduchu (ventilátor). Proud je možné samozřejmě zapnout nebo vypnout povelem z počítače, velikost proudu se nastavuje několikaotáčkovým cermetovým trimrem před měřením a v jeho průběhu se nezmění o více než 0,1 %.

Snímání napětí akumulátoru bylo vyřešeno s ohledem na co nejnižší cenu napětím řízeným monostabilním klopným obvodem s IO 555. Není to jistě ideální a bylo by vhodné v tomto směru zapojení vylepšit. Nemám rozhodně na mysli aplikaci jednoduchého převodníku A/D, který nemůže poskytovat dostatečné rozlišení. Výstupní impulsy o délce stovek milisekund z MKO, spouštěného povelom počíta-



če, jsou vedeny zpět do počítače. Jejich délka je úměrná měřenému napětí (samozřejmě značně nelineárně). Přípravek je nutné při oživení zkalibrovat nejméně v šesti (lépe deseti) napětových bodech pomocí čtyř a půlmístního přesného voltmetru. Získané údaje slouží pro matematické zpracování a převod změřené délky impulsů na velikost napětí. Po delším „odstavění“ přípravku je vhodné zkontrolovat kalibraci v jednom bodě a eliminovat časovou změnu kapacity časovacího kondenzátoru. Připojení k počítači je velmi jednoduché - přes „print port“, nároky na PC jsou minimální (386SX16).

Před měřením nastavíme vybíjecí proud, nastavíme teplotní ochrannou

sondu akumulátorů, zadáme mezní napětí a případně požadavky na způsob měření (měření napětí při vybíjecím proudu nebo v prodlevě, impulsní vybíjení, simulaci krátkých odběrů jako při stoupání letadla a odpočinků jako při kluzu apod.). Pak odstartujeme měření. Počítač snímá požadované údaje a ukládá je do textového souboru a současně pro kontrolu přímo zobrazuje vybíjecí křivku. Ta neslouží k posouzení akumulátoru, ale jen ke kontrole průběhu procesu.

Získaný soubor je importován do tabulkového procesoru Excel, podle potřeby porovnán a sloučen do grafů s jinými nasnímanými datovými soubory. Výsledek může vypadat třeba

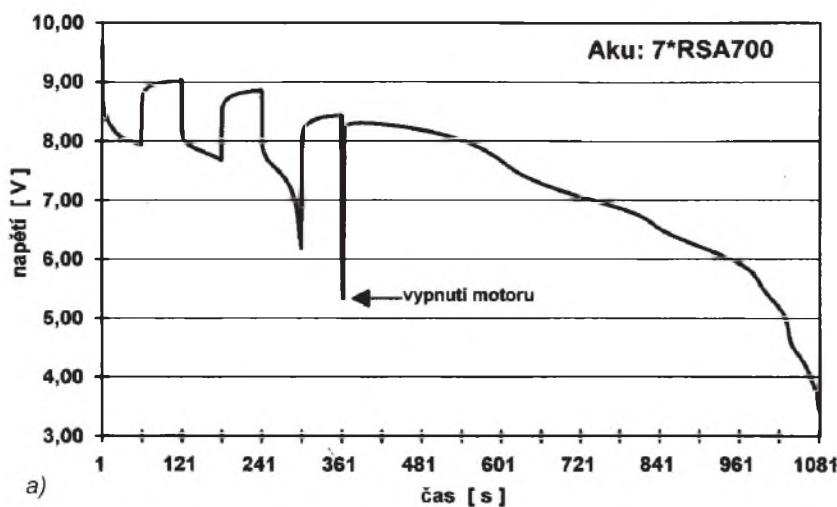
jako na obr. 156a a prozradí o sadě akumulátorů nesrovnatelně víc, než pouhé měření kapacity. Předně poskytne kapacitu vyjádřenou jak v Ah, tak Wh. Ta lépe odpovídá chování akumulátoru v modelu. Tvar vybíjecí křivky jasně ukáže velikost a délku počátečního maxima, kdy model startuje a hodí se výkon navíc, sklon vybíjecí charakteristiky mezi 10 a 90 % odčerpané kapacity, který odpovídá „tvrdosti“ použitých akumulátorů, a tvar „kolena“ v závěru letu.

Velmi užitečná je možnost ve formě vlnek na charakteristice pozorovat přítomnost horších článků v sadě a přečíst si z grafu jejich kapacitu. Periodickým přerušováním vybíjecího proudu lze změřit třeba křivku změny vnitřního odporu akumulátoru v průběhu vybíjení atd.

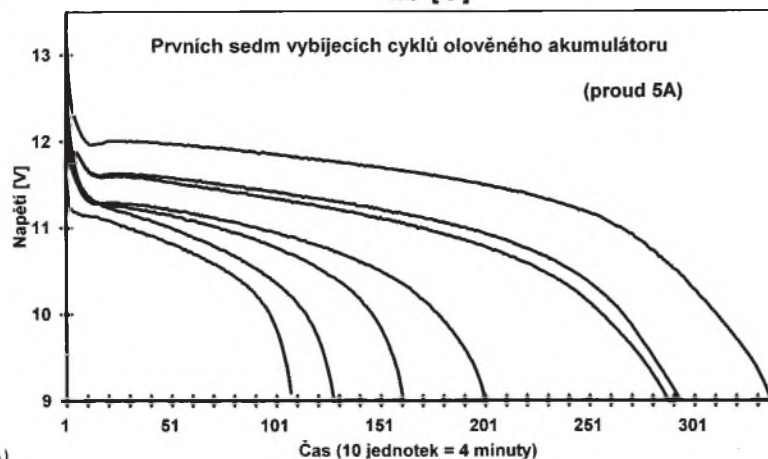
Příklad na obrázku zachycuje vybíjení „sedmičládku“ tužkových článků RSA700 stabilním proudem 200 mA (simulace odběru přijímače a serv) a periodicky zatěžovaného proudem 2,5 A (120 s odběr, 120 s klid). Po dosažení meze napětí 5,5 V byly impulsy ukončeny. V následující části charakteristiky je vidět pět vlnek úplně vybitých článků, mezi kapacitou prvního a druhého z nich je rozdíl asi 12 mAh, tj. necelá 2 % z celkové kapacity. Pokud byl ukončen při dosažení napětí 3 V, kdy už polovina článků měla nulové napětí nebo byla mírně přepólována (dost drastická zkouška).

Na druhém obrázku (obr. 156b) je zachyceno prvních sedm vybíjecích cyklů starého oživaného akumulátoru 12 V/35 Ah, který byl po čtyřech letech služby v automobilu vyřazen, následující tři roky čekal na použití a poté se měl stát nouzovým mobilním akumulátorem pro zdroj žhavení a startér modelu letadla. Křivky grafů nejsou tabulkovým procesorem vyhlazeny a tak jejich „roztřesení“ dává tušit, že nejde o stylizovaný graf, ale o autentické zobrazení téměř 1600 naměřených údajů.

Špičkové profesionální nabíječe bývají v poslední době vybaveny displejem LCD s možností grafického zobrazení průběhu nabíjecího cyklu i vybíjení. Je to velmi efektivní a jistě to do určité míry i pomáhá vytvořit si názor, co se v daném případě v akumulátorech děje, sběr dat do počítače PC a jejich následné zpracování to však v žádném případě nahradit nemůže, na to rozlišení používaných zobrazovacích prvků prostě nestačí. A to raději ani neuvažuji o tom, že by místo uvedených grafů byl k dispozici jen tabulkový výpis naměřených údajů, to by bylo „názorné“ počteníčko!



a)



b)

Obr. 156a, b. K měření akumulátorů

Elektronika na autodráze

Dráhové modely automobilů a jejich závody byly před lety velmi populární. Mnoho klubů zaniklo a mnoho rozměrných závodních drah bylo demontováno zejména pro potíže spojené s udržením klubových prostor a placením tržního nájemného. Naproti tomu je na trhu nesrovnatelně větší výběr drah pro domácí použití i jednotlivých vozidel. Kvalitu však raději srovnávat nechci.

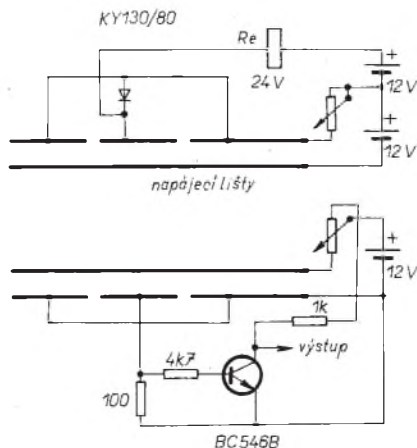
Většinou za modeláře považujeme ty, kteří sami staví dráhy a modely vozidel. Je jich dnes určitě méně než dříve, ale domácích autodrah naopak přibývá a vybavení k nim je vděčnou oblastí pro amatérské elektronické konstrukce, nenáročnou na miniaturizaci a klimatickou odolnost. Při poruše navíc prakticky nehrozí vážnější škoda jako u RC modelů letadel. Přesto se v poslední době doplňků pro autodráhy objevilo jen velmi málo, což považují za škodu. Je zvláštní, že i nabídka velkých výrobců zůstává v této oblasti chudá a postrádá nápady.

Jednou z vhodných konstrukcí může být řízený zdroj (resp. dva zdroje, jeden pro každou dráhu) pro napájení autodráhy. Ovládání rychlosti autíček reostatem lze nahradit kvalitnějším a účinnějším řízeným zdrojem napětí. Jedno ze starších zapojení najdete například v [160].

Další typickou konstrukcí je počítačlo ujetých kol. Starší návody se soustředily především na využití releových počítačů a optické snímání průjezdu auta namísto mechanických kontaktů. Příkladem může být zapojení na obr. 157 podle [161] nebo obdobné s integrovaným obvodem v [162] (obr. 158). Releová počítačla použijeme v současné době asi jen tehdy, máme-li je v zásobě. Nejsou to sice součástky zcela zastaralé a dosud se vyrábějí, ale cena jednoho nového je kolem 500 Kč u firmy Conrad (před deseti lety se vyprodávaly podobné v bazarech po 10 Kčs).

Modernější zapojení se zobrazí s moderním číslicovkami LED je na obr. 159, bylo publikováno v [163].

Optické snímání průjezdu auta je jistě elegantní, ale není nejjednodušší možností. V [164] najdete velmi jednoduché zapojení snímače průjezdu auta, přímo použitelné pro počítací relé, nebo po malé úpravě pro jiné druhy zapojení - obr. 160. Nevýhodou je nutnost mechanicky upravit jeden díl dráhy a použít další zdroj napájecího napětí. V originálu bylo třeba udělat snímací úsek dráhy dosti dlouhý (kolem 10 cm), aby na něm auto strávilo i při největší rychlosti čas dostatečně dlouhý k překlopení relé. Pro ovládání elektronických počítačů postačují nesrovnatelně kratší impulsy,



Obr. 160. Zapojení snímače průjezdu auta na dráze

takže délka úseku se může zkrátit na jeden až dva centimetry.

Počítadlo průjezdů pro dvě dráhy

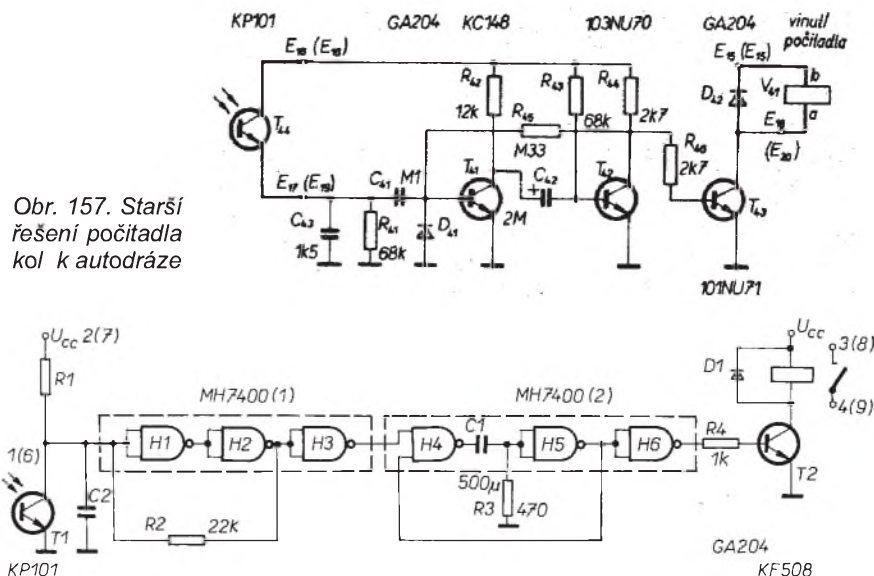
Znovu se vracíme ke konstrukci digitálního otáčkoměru s mikroprocesorem (schéma na obr. 102). Pokud po zapnutí zvolíme režim počítačla otáček, rozsvítí se na všech číslicovkách nula a displej je desetinnou tečkou

rozdělen na dvě poloviny. Každá z nich bude patřit jedné ze dvou závodních drah.

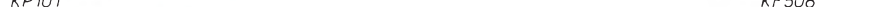
Optická nebo jiná čidla můžeme umístit nejrůznějším způsobem, vždy však musí průjezd autíčka vyvolat impuls na vstupu počítačla. Používá se například „most“ přes dráhu s fotodiodami nad každou dráhou a přesně pod čidlem v otvoru v dráze zdroj světla (LED) - obr. 161a. Opačné uspořádání s čidlem v dráze a světlem nad ním není vhodné, při postavení autodráhy pod lustr by se místo průjezdů autíček počítalo blikání žárovky v závislosti na kmitočtu sítě.

Chceme-li čidlo skryt, lze za cenu složitější mechanické konstrukce umístit LED i fotodiodu do boků vodící drážky (obr. 161b). Potřebné miniaturní součástky jsou v prodeji. Toto uspořádání je zaručeně nejodolnější vůči poškození i rušení blikajícím světlem z okolí.

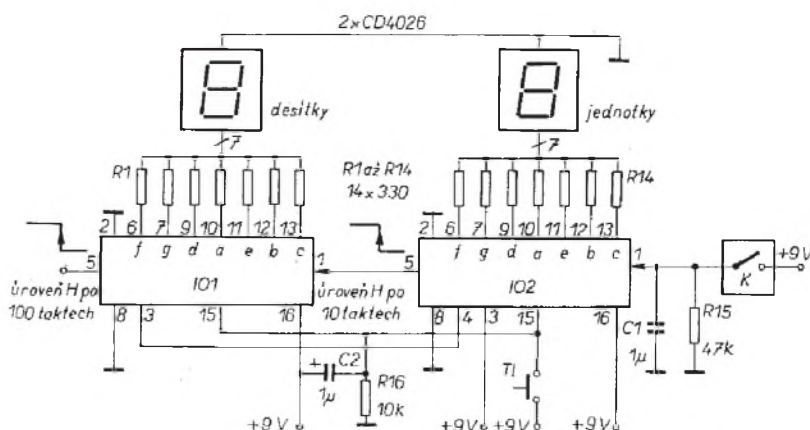
Vraťme se však k činnosti mikroprocesorového zařízení. Po spuštění jsou na obou polovinách displeje zpočátku nuly a čítají se průjezdy aut, každé auto na své polovině displeje. Pokud počet kol převyší 100, po čísle 99 následuje 00 a přičítá se bez omezení dále. Stiskem levého tlačítka lze



Obr. 157. Starší řešení počítačla kol k autodráze

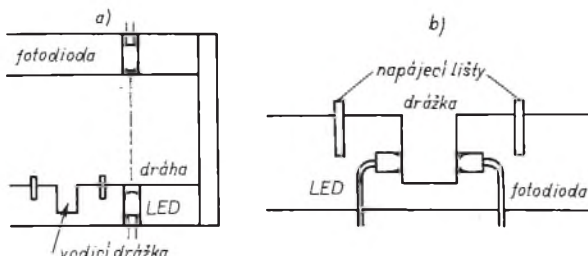


Obr. 158. Počítadlo kol s integrovaným obvodem



Obr. 159. Zapojení počítačla s číslicovkami LED

Obr. 161a, b.
Úpravy pro
počítadlo průjezdů



stav kol pro obě dráhy současně vynulovat. Toto použití je obdobou nejednodušších mechanických počítačů.

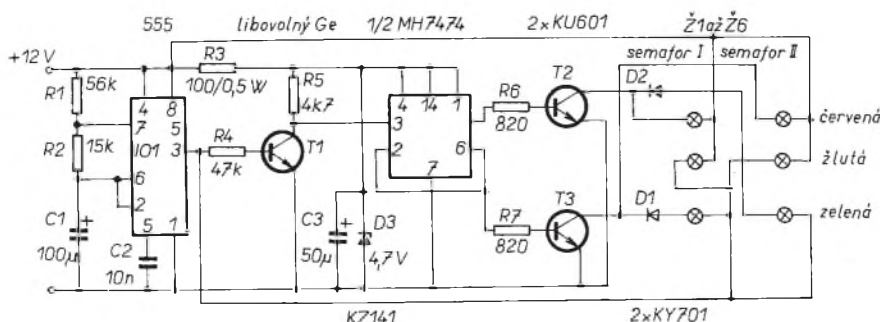
Pokud stiskneme druhé tlačítko zleva, nastaví se stav na displeji na 10.10. Třetím a čtvrtým tlačítkem teď můžeme cyklicky nastavit stav desítek resp. jednotek pro obě dráhy zároveň. Toto číslo bude počet kol, na které se pojede závod. Odstartujeme a s každým průjezdem auta se na jeho počítadle zmenší stav o 1. To auto, které dorazí do cíle jako první a vynuluje stav svého počítadla, současně zablokuje činnost i počítadla druhého, takže vítězí (vždy jen jednomu) bude svítit stav nula, i když se druhé auto opozdilo třeba jen o několik milimetrů.

Nastavený počet kol si procesor pamatuje a tak pouhým stiskem druhého tlačítka zleva vrátíme na displej předvolený stav a můžeme odstartovat další stejný závod.

Režim měření rychlosti stejným zařízením byl už probrán v předchozím textu. Umístíme-li obě čidla těsně za sebou na jednu dráhu, můžeme měřit čas potřebný na projetí jednoho kola, dáme-li je na začátek a konec určitého úseku, můžeme měřit rychlost dosaženou v tomto úseku atd. I tyto funkce jsou na autodráze velmi dobře použitelné.

Kam s tím?

Přes snahu roztřídit elektronické konstrukce pro modeláře do určitých tematických celků ať už podle jejich činnosti (regulátory), nebo modelářské odbornosti, pro které jsou určeny (elektronika na autodráze), vždy zůstane něco, co se z nějakého důvodu nikam nehodí, nebo naopak by se hodilo hned do několika tematických okruhů. Následující konstrukce a tematické okruhy jsou toho příkladem.



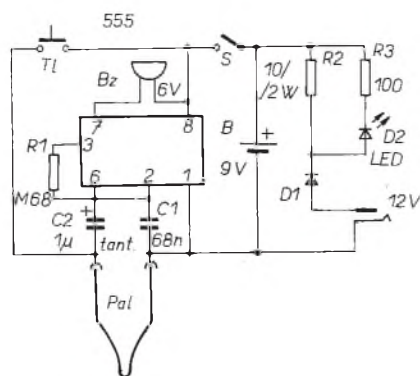
Obr. 162. Zapojení semaforu

Semafor

Zapojení z obr. 162 pochází ze [165] a najde uplatnění spíše jako hračka, i když třeba může oživit silniční křižovatku na modelářském kolejišti. Na rozdíl od četných jiných schémat má podobné časování jako skutečný semafor - svítí červená, na krátkou dobu se k ní přidá žlutá a pak jsou obě vystřídány zelenou, při opačném pochodu však svítí vždy samostatně žlutá a pak červená.

Odpalovací zařízení pro rakety

Raketové modelářství už sice není zdaleka tak populární jako před lety, snad ale někomu přijde vhod zajímavé zapojení odpalovacího zařízení na obr. 163, převzaté z [166]. Po zapnutí spínače jsou z výstupu 3 nabíjeny paralelní kondenzátory C1 a C2, dokud na nich napětí nedosáhne 6 V. Potom IO přeplojí, kondenzátory se stejným způsobem vybíjejí a vývod 7 současně připojí bzučák. Celý děj se opakuje s periodou asi jedné sekundy. Pokud však palník není zapojen nebo se pře-



Obr. 163. Odpalovací zařízení pro rakety

pálil, v obvodu pracuje jen podstatně menší kondenzátor C1 a zvuk připomíná mečení.

Při použití nejprve před zapojením palníku přezkoušíme funkci spínačem S - ozve se mečení. Po připojení palníku a zapnutí spínače se ozve přerušovaný zvuk bzučáku a stiskem tlačítka odstartujeme.

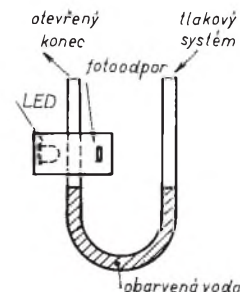
Nepochybuji, že podobných zapojení se používalo a možná dosud používá podstatně více, publikovaných zapojení je však doslova jako šafránu.

Snímače rozdílu tlaku, náklonu, zrychlení

V mnoha modelářských konstrukcích je poměrně snadné zhotovit potřebnou elektroniku, slabinou však bývají snímače fyzikálních veličin, které jsou většinou příliš velké, nedostupné a skoro vždy drahé. I když se nejedná vždy o elektronická zapojení, jsou s nimi úzce svázána.

Jednoduchý a mnohostranně prakticky použitelný snímač rozdílu tlaku je schématicky znázorněn na obr. 164 (podle [167]).

Průhledná trubička nebo hadička, zahnutá do tvaru U, obsahuje menší množství tmavě obarvené kapaliny. Jeden konec je připojen ke snimanému tlaku, druhý volný. Hladina kapaliny je snímána jedním nebo několika optickými čidly.

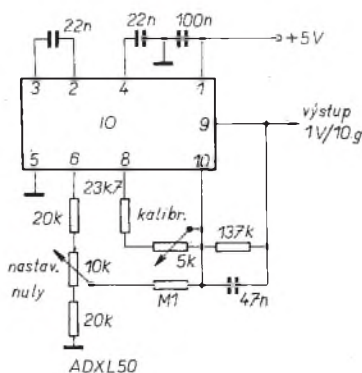


Obr. 164. Snímač rozdílu tlaku

Tento snímač umožňuje mnoho variant použití. Uzavřením volného konce nebo jeho připojením na vzduchovou nádrž můžeme ovlivňovat citlivost a průběh indikace. Lze ho například použít jako měřič hloubky ponoření v modelech ponorek nebo čidlo podélného náklonu ponorek (porovnání tlaku vody na přední a na zadí).

Čidla tlaku lze i zakoupit jako miniaturní součástky - válečky o průměru asi 12 mm a délce kolem 10 mm přímo poskytující napětí úměrné tlaku, jejich cena ale převyšuje 1700 Kč. Pro konstrukci snímačů velmi malých tlaků lze využít piezoelektrické destičky (plátky) z akustických měničů.

Mechanickým otočením prohnuté trubičky a uzavřením obou konců získáme všeobecně známý přístroj - bublinkovou vodováhu. Pokud je trubička dostatečně málo prohnutá a poloha bublinky je snímána optickými čidly,



Obr. 165. Základní zapojení měřiče zrychlení nebo náklonu

můžeme ji použít pro indikaci nebo měření náklonu pomalu se pohybujících modelů. Stejně čidlo orientované ve směru pohybu modelu bude registrovat jeho zrychlení nebo zpomalení.

Jiné, čistě elektronické řešení měřiče zrychlení (nebo náklonu) najdete v [168]. Využívá jako senzor monolitického akcelerometru ADXL50, který je schopen měřit zrychlení v mezích až ± 50 g. Základní zapojení je na obr. 165. Protože čidlo včetně případných okolních obvodů může být velmi malé a lehké, přímo se nabízí použití v modelu letadla pro hlídání překročení mezního přetížení.

Vyhodnocením signálu dvou čidel navzájem pootočených lze odlišit změny způsobené náklonem letadla v přímém letu (v extrémním případě nožový let) od přetížení způsobeného natažením nebo potlačením případné odstředivé síly v zatáčce. Bylo by tak možné sestavit stabilizační systém letadla velmi podobný známému systému HAL 2100, ale pracující na principu snímání polohy v tíhovém poli Země, tedy naprosto nezávisle na vnějším osvětlení a bez jakýchkoli vnějších čidel na povrchu modelu.

Elektronika pro noční provoz

Modelářská činnost je jaksí samozřejmě spojována s denní dobou a světlem. Výjimkou byly snad jen noční závody dráhových modelů aut, pořádané před lety. Přitom noční létání nebo provoz lodních modelů za tmy je nejen možný, ale je to i velmi krásné. Nejde o zálibu příliš rozšířenou, soustavně se jí věnuje jen několik jednotlivců, nicméně první noční soutěž u nás už proběhla a na sezónu '99 se jich plánuje hned několik. Zajímavé je, že počet zájemců lavinovitě roste, napoprvé se většinou setkají s nočním provozem jako diváci a když se přesvědčí, že to opravdu jde, je už jen krůček k rozšíření řad „netopýrů“.

Úprava modelu spočívá v montáži světla. Už jen jejich výběr je záležitostí, která vyžaduje určité znalosti z optiky i elektroniky. Na rozdíl od maketářského přístupu, při němž stojí vedle sebe požadavky na vzhled i funkci a

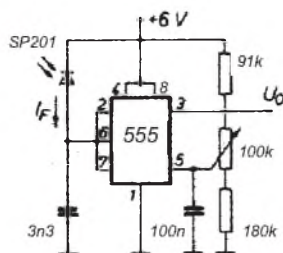
výsledné řešení je kompromisem, musí světla nočních modelů perfektně plnit svou funkci a řadí se mezi zařízení, jejichž porucha vede ke ztrátě nebo zničení modelu.

Osvědčilo se barevné rozlišení světla, vlevo červené, vpravo zelené, u letadel vzadu na směrovce žluté a zepředu viditelné modré. Jako elektrický zdroj světla mohou posloužit žárovky, LED nebo speciální plošné svítící fólie. Výhodou žárovek je především jejich všesměrovost a intenzita světla (zejména pokud jde o kryptonové nebo halogenové žárovky), nevýhodou značná spotřeba proudu. LED jsou oproti nim lehké, malé, mají vysokou světelnou účinnost a prodávají se přímo v potřebných barvách. Nevýhodou LED je někdy jejich omezený vyzařovací úhel (podrobnosti najdete v [169], [170], další článek na toto téma vyjde v RCm v nejbližší době).

Existují samozřejmě další oblasti aplikací elektroniky v modelářství, o nichž občas proběhne v literatuře nepatrná zmínka, podle níž lze pouze říci, že něco podobného někde funguje. Příklady? Stabilizační a navigační zařízení pro modely ponorek, extrémně lehká elektronika pro halové vzducholodě, optické snímání a zpracování obrazu z modelu pomocí součástek CCD atd.

Převodník světlo/kmitočet

Jednoduchý a vtipný převodník využívající obvodu 555 je na obr. 166 a pochází z [171]. Fotodioda mění v závislosti na osvětlení protékající proud, kterým se nabíjí časovací kondenzátor 3,3 nF. Vzhledem k tomu, že vstupní proud časovače 555 (zejména CMOS verze) je nepatrný, pracuje zapojení s časovacím kondenzátorem v kvalit-



Obr. 166. Převodník světlo/kmitočet

ním provedení správně v rozsahu čtyř až pěti řádů proudu, tedy i ve velmi širokém rozpětí osvětlení. Na výstupu může být připojeno měřidlo (podobné

otáčkoměru) nebo mohou být impulsy vedeny do mikropočítače, který mnohem snadněji vyrovná nelineární chování čidla i převodníku. Zapojení je použitelné ve spojení s registračními i telemetrickými systémy v modelech.

Převodníky teplota/střída

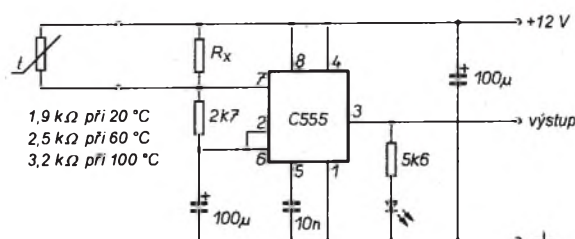
Zapojení velmi podobné předchozímu a pocházející z [172] je na obr. 167. Zdá se mi zajímavé, že i velmi rozsáhlé souhrny zapojení s obvodem 555 se výrazně soustředily na jeho použití jako časovače pro nejrůznější aplikace, ale podobné užití v převodnících je jen na okraji jejich zájmu. Uvedené zapojení slouží pro měření teploty topné vody v ústředním topení (10 až 80 °C), ale nic nebrání jeho použití v širším nebo jiném rozsahu teplot. Zmenšení napájecího napětí na 4 až 5 V není na závadu, LED a její sériový rezistor vypustíme. I v tomto případě je možné použít zapojení jako článek registrační nebo telemetrické sestavy.

Pro náročnější aplikace bych doporučil některý z moderních senzorů teploty, jejichž přehled najdete v [173]. Integrované miniaturní senzory jsou vhodné i pro sledování teploty pohonného elektromotoru, spínací polovodičové součástky regulátoru nebo třeba k měření teploty nabíjeného akumulátoru. Jejich výběr je velmi široký, nevýhodou zůstává obtížnější dostupnost pro amatéry a samozřejmě i vyšší cena.

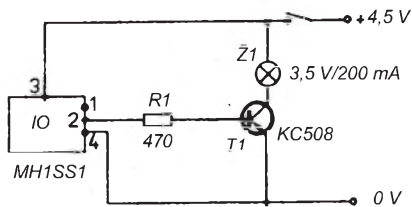
Jeden z integrovaných převodníků teplota/střída, typ SMT100-30-92, má v nabídce i firma GM electronic. Jeho napájecí napětí 5 V, rozsah -45 až +130 °C i přesnost 0,7 °C téměř dokonale pokrývají modelářské požadavky. Navíc je miniaturní (vypadá jako pouzdro TO092) a je velmi dobře vnitřně linearizován. Rád bych uvedl i vlastní zkušenosti s tímto obvodem, ale vždy, když jsem ho požadoval, zrovna „nebyl na skladě“. Snad budu mít někdy štěstí.

Poměrový indikátor magnetické indukce

Velmi jednoduché zapojení (obr. 168) zveřejněné v [174] slouží k posouzení vlastností magnetu používaného v kategorii F1E. Princip měření spočívá v přiložení sondy s obvodem



Obr. 167. Převodník teplota/střída impulsů spolu s čidlem



Obr. 168. Poměrový indikátor magnetické indukce

MH1SS1 (ten lze dosud získat ze starých klávesnic vysloužilých počítačů) k měření magnetu. Žárovka zhasne. Potom pomalu oddalujeme sondu od magnetu a v okamžiku, kdy se žárovka rozsvítí, změříme a poznamenejeme si vzdálenost. I když se nejedná o měření v pravém slova smyslu, pro porovnání magnetů a kontrolu jejich stavu tento jednoduchý přípravek naprosto postačuje.

Elektronické řízení upoutaných maket

Před rozšířením RC ovládání byly velmi populární a rozšířené upoutané modely letadel, poháněné spalovacím motorem. (Kupodivu už od padesátých let existovaly upoutané modely i s motorem elektrickým, jehož výkon stačil k pohonu a byl napájen prostřednictvím lanek ze zdroje neseného „pilotem“.) Ovládání složitých maket s mnoha funkcemi vyžadovalo několik řídících strun, což samozřejmě přinášelo hodně těžkostí a nutnost výroby komplikovaných mechanismů v modelu. I když se „upoutaným“ kategorií věnuje dnes podstatně méně modelářů, uvedené zařízení použití stále nachází.

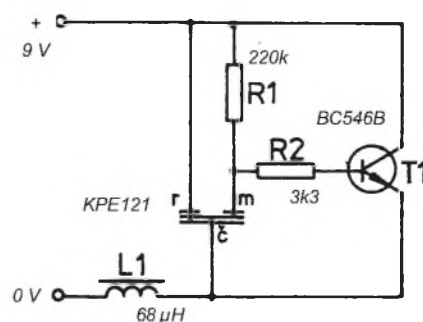
Základní myšlenka, uvedená v [175], je prostá. Místo několika ovládacích lanek se použijí pouze dvě nosná, v rukojeti je umístěn vícekanálový kodér (jako ve vysílači) a jeho výstupní signál je veden lanky do modelu. Tam je zpracován klasickým dekodérem (posuvným registrem) a řídí běžná serva, používaná k RC soupravám. V modelu musí být i zdroj pro napájení serv, to však příliš nevádí, „upoutanci“ nejsou choulostiví na nějaký ten gram navíc.

V uvedeném článku je popsán šestikanálový systém, vyrobený v několika kusech v tuzemsku, nic však nebrání podstatně většímu množství ovládaných funkcí. Asi do počtu osmi proporcionálních kanálů je výhodnější standardní zapojení kodéru a dekodéru a přenos stejné modulovaného signálu, jaký se používá v RC soupravách. Při podstatně větším počtu požadovaných funkcí by bylo vhodnější na místě kodéru i dekodéru aplikovat jednočipové mikroprocesory a mezi nimi volit jinou, podstatně rychlejší formu komunikace. Výstupem by pak byl opět standardní impulsní signál pro běžná serva.

Nevím, kde nápad na „vysílání po lankách“ vznikl a odkud se rozšířil. Každopádně už jsem podobné zařízení viděl i v nabídce zahraniční modelářské firmy a to za cenu, kterou by se pravděpodobně naši modeláři velmi zdráhali zaplatit.

Vyhledávací pípátka

Volné modely letadel někdy přistanou do vzrostlého obilí nebo trávy a při hledání nejsou vidět, i když jsme ve vzdálenosti třeba jen tří metrů od nich. Aby se to nestávalo, vybavují se modely někdy miniaturními pípátkami, vydávajícími zvuk slyšitelný i na několik desítek metrů. Jedno z mnoha zveřejněných zapojení najdete na obr. 169. Pochází z [176] a svou jednoduchostí a malou hmotností ostatní předčí. Má jedinou nevýhodu, nutnost napájení ze zdroje 9 V, který nebývá k dispozici v dostatečně miniaturním provedení. I když ve skutečnosti stačí i podstatně menší napětí za cenu menší hlasitosti tónu, ideálního stavu (tj. napájení z jediného článku 1,2 nebo 1,5 V) nedosahuje.



Obr. 169. Elektronický bzučák
(tlumivku lze nahradit rezistorem asi 330 až 1000 Ω)

Jiné, podstatně starší zapojení najdete v [177]. Pracuje sice při napájecím napětí 2,4 V, ale jeho konstrukce z diskretních tranzistorů je podstatně složitější, než v předchozím případě (obsahuje celkem 18 součástek).

Kybernetické hračky

V tomto případě nejde přímo o objekty, který by patřily do kterékoliv modelářské kategorie, nejde ale také v pravém slova smyslu o hračky. Spíše by bylo lepší volit název výukové kybernetické modely nebo výukové pomůcky. Uvádím je zde proto, že z hlediska technického řešení mají s modelářskou elektronikou společného mnohem víc, než to na první pohled vypadá.

Tzv. „kybernetické želvy“ nebo podobná „stvoření“ a vozítka se počala v literatuře objevovat už od padesátých let a i když se jejich stavba nikdy nedostala mimo hranice zájmových klubů a kroužků a nestala se hromad-

nou zábavou, udržela se velmi dlouho, vlastně dodnes. Tak, jak se proměňovala během let i dostupná technologie, měnily se i „vnitřnosti“. Stejně se vyvíjely i funkce od jednoduchého pohybu po nakreslené bílé čáře a zastavení na zapískání až po rozpoznávání okolí elektronickým zrakem v reálném čase a velmi složitě chování řízené výkonnými mikropočítači v letech devadesátých. Jeden z mála starších a u nás publikovaných článků najdete v [178].

Z kroužků a klubů se stavba těchto „hraček“ ve špičkovém provedení přestěhovala do vývojových laboratoří firem a jejich účel se změnil na demonstraci a propagaci nových technologií.

Druhou velkou živnou půdou vývoje kybernetických hraček a jejich doslovného růstu se stal film a zejména natáčení triků. Při podrobné prohlídce některých „monster“ jako je žralok z filmu „Čelisti“, robot z „Číslo pět žije“ nebo části dinosaurů vystupujících ve filmu „Jurský park“ s podivem zjišťujeme, že v nich našlo uplatnění velké množství standardně vyráběné modelářské techniky a to nejen RC soupravy, serva, regulátory, specializované elektromotory z elektroletů, ale celé konstrukční systémy táhel, koncovek a další mechanické „bižuterie“.

Ve jmenovaných případech není souvislost patrná na první pohled a skrývá se pod „kůží“ monster. Krásně viditelný příklad bylo možné sledovat v televizním seriálu „Zvláštní efekty“, v němž kybernetický „pejsek“ Blue hlavního hrdiny nijak nemaskoval, že je (až na řídicí počítač) sestaven z běžných modelářských dílů.

Svou cestu si modelářská elektronika našla i do oblasti výzkumu, kde bychom ji nikdy nehledali, třeba do paleontologie. Při ověřování teorií, jak mohli někteří prehistoričtí ptakoještěři létat, posloužil model (plně ovládaný RC elektropotakojestř s rozpětím přes čtyři metry), postavený co nejvěrněji podle poznatků vědců o tělesné stavbě dávných živočichů. Podařilo se a všechny udivila nejen obratnost této obludy za letu, ale i možnost využívat svahové proudění nad pobřežními útesy pro nečekaně dlouhé lety. Podobně byl postaven i model asi sedmdesátimetrového mořského živočicha, který k pohybu využíval zřazovaného vlnění desítek malých ploutviček.

I tohle je modelářská elektronika, i když částečně skrytá a sloužící k jiným účelům.

Modelová železnice

Jak jste si jistě všimli, až na několik výjimek jsem se v předchozím textu vyhýbal elektronickým zapojením pro železniční modeláře. Není to proto, že by konstrukcí pro oživení kolejišť vyšlo v literatuře málo nebo že bych snad železniční modeláře ani za modeláře nepovažoval.

Přiznejme si však, že železniční modelářství je velmi specifické. Předně je tu početně velmi malá, ale aktivní skupina modelářů, stavicích vlastní modely kolejových vozidel, která prakticky ve své činnosti elektroniku téměř neuplatňuje. Pak je tu skupina těch, kteří zakoupí díly kolejí i vozový park a realizují se ve stavbě dokonalých maket železničních staveb a zařízení nebo jen krajiny, ve které provoz železnice na jejich kolejišti představuje jen jakési oživení esteticky dokonalých kulís. Je tu samozřejmě i skupina snažící se o co nejvěrnější napodobení provozu železnice, která dává důraz na smyslnost návrhu kolejiště, dodržování jízdních grafikonů, funkčnost signalizačních a zabezpečovacích zařízení atd. Na velkých klubových kolejištích je dokonce možné převzít činnost určité profese a vést „svůj“ vlak přes několik stanic a nádraží, které zase obsluhují jiní modeláři.

Početně asi nejsilnější a v pravém smyslu toho slova naprosto „nemodelářská“ je však skupina poslední, pro kterou je modelová železnice hračkou a vrcholem jejich činnosti je sestavení kolejového oválu na koberci a prohánění jediné „mašinky“ stále dokola. V tom je situace ostatně podobná osudu většiny domácích autodráh. Samozřejmě, po čase hračka skončí kdesi v krabici.

Železniční modelářství má ve světě své vlastní časopisy a troufám si říci, že svým počtem nezůstávají ani trochu pozadu za časopisy ostatních modelářských odborností. Na našem trhu je situace radikálně odlišná. Modelářská tematika se sice objevuje i v časopisech týkajících se „velké“ železnice, ale nesystematicky. Řada brožurek edice „Malá železnice“ je sice v novém vydání a může začátečníkovi pomoci, technická úroveň uvedených elektronických zapojení však svědčí o době vzniku před pětadvaceti lety nebo ještě dříve. Elektronice na kolejišti bylo věnováno v posledních letech celkem dost článků, originálních řešení je však poskrovnu a těch, které by byly současně i moderní, ještě méně.

Po technické stránce netíží železniční modeláře problém rozměrů a hmotnosti použité elektroniky tak, jako například modeláře letecké. Požadavky na klimatickou odolnost a stabilitu jsou na modelovém kolejišti (na rozdíl od železnice skutečné) také podstatně menší než u jiných odborností. Naopak počtem ovládaných funkcí a jejich logickou provázaností i jednoduché kolejiště zcela zastíní i velmi dokonalou maketu leteckou či lodní.

Nejsem železniční modelář a nechci vnášet do této problematiky své soudy o užitečnosti či neužitečnosti konkrétních zapojení. Rozsah tohoto tématu bych musel tak jako tak velmi redukovat a proto se veřejně (i osobně v redakci) přimlouvám, aby elektronika pro železniční modeláře byla zpracována do samostatného a celé-

ho čísla tohoto časopisu a aby se jeho sestavení ujali odborníci.

Přesto, lépe řečeno právě proto, že nejsem železniční modelář, dovoluji mi jeden pohled na toto téma zvenčí.

Pokud se snažíme přiblížit se co nejvíce provozu na skutečné železnici, neobejdeme se bez množství jednoduchých zapojení typu blikáček pro chráněný či nechráněný přejezd [179], zvukový efekt výstražného signálu při míjení „pískáčku“ [180] nebo zvuk lokomotivy [181], řízení úrovněového přejezdu [182] či automatické obsluhy kolejové smyčky [183], [184] a [185]. Že se železniční modeláři nebojí ani nesrovnatelně složitějších zapojení a aplikace mikroprocesorů pronikla nejdříve právě do železnice, může dokumentovat i článek v [186].

Jednoduchá zapojení se při zveřejnění setkají s podobným ohlasem, jako v kterékoli jiné odbornosti. Čím složitější a specializovanější zařízení je, tím se ohlas více polarizuje na nadšené přivítání i potupné opovržení. Nevím, proč tomu tak je, snad to souvisí s rozdílnými přístupy k železničnímu modelářství, o kterém jsem se už zmínil. Nesetkal jsem se však v jiné odbornosti s tím, že by například modelář, specializovaný na rychlostní slalomové závody, pohlížel s despektem na přístup a potřeby maketáře nebo naopak. V postojích železničních modelářů jsem se kupodivu se vzájemnou nevraživostí setkal opakovaně. Dva z nich mi dokonce jasně řekli, že nechtějí o svém koníčku psát, protože by se jim ostatní stejně vysmáli. No comment.

Konkrétním příkladem z poslední doby je mikroprocesorový regulátor uveřejněný v [187]. Z technického pohledu jsou jeho možnosti výborné, dovoluje automaticky řízené plynulé a realistické rozjezdy i zastavení, inteligentní ochranu před zkratem a zejména vyvinutí velkého tahu lokomotivy v malé rychlosti, takže pomalé stoupání soupravy do kopce je s ním opravdovou lahůdkou. Při předvádění obvykle diváky velmi zaujme a ti nešetří superlativy, přestože není zrovna nejlevnější, zájemců o něj je dost. (Podstatně levnější zapojení, samozřejmě také s mnohem menšími možnostmi si můžete pro srovnání nalézt v [188].) Menší skupina jeho odpůrců mu nevytká funkční nebo konstrukční nedostatky, případně použití mikroprocesoru, ale „naprostou nesmyslnost jeho existence a nepotřebnost“.

Předchůdci tohoto regulátoru slouží v mnohem větším celku, na kolejišti plně řízeném mikroprocesorem a ovládaném prostřednictvím počítače PC s originálním programovým vybavením, které se používá pro řízení provozu na skutečné železnici. Pro ty, kteří kladou na první místo realističnost provozu, by bylo toto kolejiště asi ideálem, jde v podstatě o simulátor odbavování vlakových souprav postavený v profesionálním prostředí AŽD. Toto kolejiště měli možnost shlédnout i návštěvníci Model hobby 98.

Závěr

Málokterá lidská činnost má zcela přesně vymezené hranice. Ani v případě modelářství a konstrukcí modelářské elektroniky tomu není jinak. „Myšlenkové“ mohou vznikat velmi absurdní situace.

Pokud postavíte dejme tomu Titanik a jezdíte s ním na vesnickém rybníce, není o čem pochybovat, model to je - náležitě zmenšený, zjednodušený, plovcí, ale určitě ne naprosto stejně do detailu funkční jako originál. Zkuste si představit dejme tomu model bezpilotní letounové střely. Postavíme pro začátek zmenšenou a na pohled věrnou maketu. Model to pochopitelně je. Snahou modelářů však bývá přiblížit se originálu nejen vzhledem, ale i funkcí. Budeme tedy stavět stále věrnější makety vybavené stále dokonalejší letovou a navigační elektronikou, i v rozměrech se budeme blížit originálu. Nikde totiž není přesně dáno měřítko, které by definovalo to, že výrobek je model. Dotaženo do krajnosti dosáhne nejen stejného vzhledu, ale i funkce jako originál - včetně bojové hlavičky. Je to ještě model? Asi intuitivně cítíme, že ne. Kde ale v postupu naší práce byla překročena hranice, která model přesně odliší od „skutečného“ výrobku? Vybraný příklad totiž postrádá tu snad jedinou snadno stanovitelnou hranici, totiž přítomnost člověka „na palubě“.

Tyto úvahy nejsou samoučelné. Funkčnost modelů do značné míry souvisí s jejich elektronickým vybavením a nic nemůže fungovat věrněji, než sám originál. Proto i modelářská elektronika v mnohých oblastech zcela nezřetelně přechází v elektroniku používanou pro tytéž účely ve „skutečné“ technice.

Obdobný problém jako u modelu je i s pojmem hračka. Jsou hračky jenom pro děti? Určitě ne. A jak přesně odlišit model a hračku? Četl jsem názor, že rozdíl je v přístupu jejich tvůrce, modelář se zajímá o předlohu modelu, pečlivě ji studuje po stránce konstrukční i historické a stavbou modelu vlastně projevuje zájem o ni. Možná. Pokud to však opět domyslíme, pak k odlišení modelu a hračky budeme muset znát pohnutky jejich tvůrce a na mnoha i špičkových modelářských soutěžích se vlastně používají hračky.

A co uděláme s modely, které jsou natolik funkčně specializované, že žádnou předlohu nemají?

Na obálce je fotografie autíčka pro děti. Podle účelu je to jistě hračka, podle vzhledu skoro model a podle funkčnosti asi ani jedno z toho, tento kus byl kompletně upraven a funguje jako auto třeba i včetně klíčku „zapalování“, jen pohon je elektrický. Palubní elektronika a zejména její centrum - počítačem řízený regulátor pohonů - je přímo odvozen od modelářských regulátorů.

Nechť jsem propagovat své vlastní názory, jen předněst pár otázek k přemýšlení. Nevím, kde přesně hranice jsou. Proto jsem v některých nezřetelných případech zahrnul i konstrukce používané ve skutečné „velké“ technice i na druhé straně - v oblasti hraček.

Určitě snadno najdete modelářskou oblast, kterou jsem do tohoto textu nezahrnul a na kterou jsem úplně zapomněl. Nebylo ani mým cílem postihnout úplně vše, to není v silách jednoho člověka. Chtěl jsem dokázat, že modelářská elektronika nejsou jen RC soupravy, které stále fungují jako její symbol, ale že je to pojem nesmírně košatý a stále se vyvíjející. Nezavrhujeme publikované nápady staré deset, dvacet nebo i třicet let jen proto, že jsou staré. Mnohdy jejich tvůrci projevili víc nápaditosti a konstruktérského umu, než je to dnes běžné. Snažme se hledat a vyhmátnout nápad v konstrukci obsažený a pokud má

v dnešní době smysl, přetvoříme zapojení s použitím současných moderních součástek. Snad někteří z čtenářů najdou při porovnání uvedených konstrukcí a nabídky velkých modelářských firem inspiraci pro vlastní vývoj elektroniky nebo amatérskou výrobu zařízení podle citovaných návodů.

Opravy chyb z čísla 3/98

I přes veškerou snahu se do textu i schémat v předchozím "modelářském" čísle vloudilo několik chyb.

Jako autor se za ně čtenářům omlouvám.

Na obr. 11 jsou ve vnitřním zapojení IO BA606 zakresleny všechny tranzistory vodivosti typu n. Ve výkonovém můstku mají být tranzistory s bázi připojenou na vývody 4 a 6 vodivosti typu p.

V zapojení mikroprocesorového regulátoru na obr. 75 není vodič společný pro LED, R5, R9 a R10 připojen na stabilizované napětí +5 V, jak má být. Ve schématu chybí „kulička“ symbolizující propojení křížících se vodičů u rezistoru R8.

Seznam použité literatury

[70] Ing. Jaroslav Belza: Zapojení s operačními zesilovači 2. Konstrukční elektronika 3/1997, str. 107.
[71] Vojtěch Voráček, Milan Málek: Digitální otáčkoměr pro modeláře. AR-A 1/1985, str. 10 - 12.
[72] Josef Šmíd: Elektronické měření délky. AR-A 5/1991, str. 190 - 191.
[73] autor neuveden: Zvukový lokátor. AR-B 1/1976, str. 35 - 38.
[74] Ing. V. Janata: Měření vzdálenosti ultrazvukem. AR-A 11/1988, str. 416.
[75] autor neuveden: Ultrazvukový dálkoměr. AR-B 5/1992, str. 183 - 185.
[76] Pavel Holec: Digitální rychloměr. Modelář 5/1986, str. 26 - 27 a 6/1986, str. 26 - 27.
[77] Podle FMT 1/1981: Jak jsou skutečně rychlé RC modely. Modelář 5/1981, str. 8.
[78] Ing. Miloš Munzar, CSc.: Mikrovlnný detektor pohybu. Praktická elektronika 5/1998, str. 187.
[79] Z. Ríchtr: Anemometr - měřič rychlosti větru. AR-A 11/1988, str. 410 - 413.
[80] Ing. Petr Ondráček, CSc., Ing. František Michl: Elektronický měřič směru a rychlosti větru pro sportovní námořní plachetnice - WSDM-1. AR-A 9/1991, str. 346 - 350.
[81] autor neuveden: Elektronický anemometr s diodovým čidlem. AR-B 2/1982, str. 51.
[82] autor neuveden: Elektronický anemometr s termistorovým čidlem. AR-B 2/1982, str. 51 - 52.
[83] Karel Hyngar: Elektronický anemometr. AR-A 7/1989, str. 252 - 255.
[84] Ing. Vladimír Valenta: Hlukoměr. AR-A 10/1984, str. 368 - 369.
[85] Dr. Ladislav Kubát: Detektor vibrací. AR-B 3/1992, str. 83 - 84.
[86] JAKLA: Vario Helios. RC modely 2/1997, str. 5.
[87] Ing. Vladimír Rosol: Elektronický variometr pro závěsné létání. AR-A 11/1989, str. 409 - 413.

[88] autor neuveden: Univerzální barometr/výškoměr s digitální indikací. AR-B 3/1993, str. 94.
[89] autor neuveden: Elektronický barometr. AR-B 3/1993, str. 95 - 96.
[90] H. J. Mönig: Elektronische Modellfernsteuerung. Berlin 1982.
[91] Jaroslav Kroufek: Řízené žhavení. Modelář 12/1976, str. 27.
[92] ing. Miroslav Švojr: Neobvyklý regulátor žhavení. Modelář 5/1981, str. 136.
[93] Ing. Petr Berg: Jednoduchý regulátor žhavení. Modelář 8/1983, str. 13.
[94] Jaroslav Kroufek: Zdroj pro žhavení svíček. Modelář 4/1995, str. 133.
[95] Ladislav Štěpánek: Napájení žhavicí svíčky ze startovací baterie. RC modely 1/1977, str. 2.
[96] Vojtěch Voráček: Stabilizátor napětí pro žhavicí svíčku. Modelář 1/1984, str. 21.
[97] Vojtěch Voráček: Chytrý regulátor pro žhavicí svíčku. RC modely 6/1997, str. 2 - 3.
[98] Ing. L. Major: Regulátor napětí pro žhavicí svíčku. Modelář 8/1980, str. 8.
[99] autor neuveden: Startér zapalovacích svíček. AR-B 4/1979, str. 146.
[100] Jaroslav Kroufek: Spínač žhavení. Modelář 8/1995, str. 2 - 3.
[101] Daniel Vajda: Indikátor množství paliva. Modelář 1/1986, str. 10.
[102] BK: Elektronický časovač. Modelář 5/1987, str. 20.
[103] autor neuveden: 555 - univerzální IO. AR-B 5/1994, celé číslo.
[104] Ludvík Nermut: Akustický měřič času. Modelář 12/1987, str. 14.
[105] Petr Řehák: Automatické časomíra. Modelář 6/1989, str. 22.
[106] Pavel Meca: Indikátor přítomnosti vody. AR 7-8/1997, str. 10 - 11.
[107] autor neuveden: Hlídač přetečení kapaliny. AR 11-12/1997, str. 58.
[108] zh: Generátor pro modeláře. AR-A 7/1990, str. 248.

[109] JaKr: Generátor zvuku lodního motoru. RC modely 10/1997, str. 48.
[110] H. J. Mönig: Elektronische Modellfernsteuerung. Berlin 1982.
[111] JOM: Lodní houkačka do mlhy. AR-A 3/1993, str. 22.
[112] autor neuveden: Lodní siréna. KTE 6/1996, str. 232.
[113] JOM: Stavebnice SMT firmy MIRA - 2. AR-A 5/1994, str. 20 - 21.
[114] Pavel Meca: Zajímavé integrované obvody fy Holtek. KE A Radio 6/1997, str. 208 - 212.
[115] Adolf Knoll: Programy pro kreslení profilů. RC modely 3/1996, str. 6.
[116] RCFS PC - originální dokumentace k programu.
[117] Ing. Zdeněk Zátopek: AR-B 1/1996 (celé číslo).
[118] Karel Bartoň: Obvody pro napájecí zdroje. Konstrukční elektronika A Radio 2/1998.
[119] Karel Bartoň: Obvody pro napájecí zdroje. Konstrukční elektronika A Radio 4/1998.
[120] Ing. Ladislav Havlík, CSc.: Jak používat články a baterie NiCd a NiMH. KTE seriál v číslech 4 - 10, ročník 1994.
[121] autor neuveden: Svět elektrochemických napájecích zdrojů SAFT. Sdělovací technika 10/1992, str. 369 - 371.
[122] Jaroslav Kroufek: Síťový nabíječ. Modelář 10/1985, str. 10.
[123] Ing. Vladimír Valenta: Univerzální tranzistorový nabíječ NiCd akumulátorů. Modelář 3/1980, str. 10 - 12.
[124] Ing. Evžen Bruner: Impulzní nabíječ akumulátorů. ELECTUS 1991 (ročenka AR), str. 76 - 77.
[125] Filip Kuzman: Úprava nabíjačky NiCd s nezávislým vybíjením. Electus 1998, str. 50 - 53.
[126] autor neuveden: Rychlá nabíječka pro NiCd a NiMH baterie. Sdělovací technika 1/1995, str. 36.
[127] autor neuveden: Nabíječ NiCd akumulátorů. Sdělovací technika 3/1991, str. 113.

[128] Kubín Stanislav, Ondrášek Jan, Kubín Pavel: Rychlá nabíječka NiCd s diagnostikou. AR-A 7/1995, str. 13 - 17 a pokračování 8/1995, str. 24 - 27.
 [129] MIC: Několik postřehů k nabíjení NiCd akumulátorů a posuzování nabíječek. AR-A 11/1995, str. 14 - 18.
 [130] KL: Nabíjení NiCd a olověných akumulátorů. AR-A 2/1994, str. 18 - 22.
 [131] Veselý Boleslav: Nabíječ NiCd akumulátorů s vypínací automatikou. Modelář 11/1988, str. 16 - 17, pokračování 12/1988, str. 13 - 14.
 [132] JH: Nabíječ akumulátorů NiCd a IO TEA1100. AR-A 9/1994, str. 18 - 19.
 [133] Roman Rychtářech: Nabíječ NiCd akumulátorů. RC modely 3/1997, str. 6.
 [134] autor neuveden: U2402B - obvod pro dobíjení NiCd/NiMh akumulátorů. AR-A 1/1996, str. 20 - 22.
 [135] Martin Bureš, Ing. Lýdia Končická, Ing. Jan Velich: Integrované obvody řady U240XB pro nabíjení NiCd a NiMh článků. RC modely 11/1997, str. 48 - 49, pokračování 12/1997, str. 46 - 47.
 [136] Ing. Jaroslav Pavelka: Univerzální nabíječ NiCd akumulátorů. Modelář 8/1993, str. 298 - 299.
 [137] Martin Bureš, Ing. Lýdia Končická, Ing. Jan Velich: Komfortní nabíječ s obvodem U2402B. RC modely 1/1998, str. 47.
 [138] autor neuveden: Rychlonabíječka 12 V pro modeláře. A Radio Stavebnice a konstrukce 3/1998, str. 8 - 10.
 [139] Ing. Grigorij Dvorský: Minicharger - nová dimenze v nabíjení akumulátorů. Modelář 10/1994, str. 8 - 9.
 [140] Ing. Rudolf Laboutka: Nabíječ NiCd akumulátorů Multi Charge-a-matic CG-325. Modelář 7/1994, str. 6.
 [141] Jaroslav Kroufek: Nabíječ mc-Ultra Duo Plus II. RC modely 8/1998, str. 57.
 [142] Ing. Zdeněk Budinský: Nabíječka akumulátorů 12 V/6 V. AR-A 9/1992, str. 410 - 412.
 [143] Ing. Zdeněk Budinský: Pulzní nabíječka olověných akumulátorů 6 a 12 V. A Radio 9/1996, str. 8 - 11.
 [144] Ing. Zdeněk Budinský: Univerzální dvoukanálová nabíječka baterií NiCd, NiMh a Pb. A Radio 9/1997, str. 10 - 14, pokračování 10/1997, str. 30 - 31.
 [145] autor neuveden: Nabíječka olověných akumulátorů. KTE 2/1994, str. 45 - 48.
 [146] VH: „Olověný“ zdroj. A Radio 7/1996.
 [147] Ing. Miroslav Arendáš: Nabíjení olověných akumulátorů nesymetrickým střídavým proudem. AR-B 2/1990, str. 42 - 43.
 [148] MIC: Akumulátory prakticky. RC modely 7/1997, str. 45.
 [149] Ladislav Olíberius: Regenerace olověného akumulátoru. AR-A 11/1989, str. 431.

[150] Petr Novák: Renovace akumulátorů NiCd. AR-A 9/1982, str. 348.
 [151] Hav: Batterie-Manager MK1 nabíjí primární baterie. KTE 12/1994.
 [152] Jiří Suchý: Oživení suchých článků. Modelář 7/1977, str. 25.
 [153] Ing. Rudolf Laboutka: Alkalické manganové akumulátory. Modelář 8/1995, str. 2.
 [154] Zdeněk Kolář: Budeme létat na solární pohon?. Modelář 9/1994, str. 8 - 9.
 [155] HH: Jednoduchý automatický vybíječ NiCd článků. KTE 11/1996, str. 248 - 249.
 [156] Ing. Jiří Horák, Tomáš Hudský: Měřič kapacity olověných automobilových akumulátorů. AR-A 5/1995, str. 22 - 23.
 [157] Dalibor Pittř: Jednoduchý měřič kapacity NiCd článků. Modelář 6/1994, str. 8 - 9.
 [158] autor neuveden: Měřič náboje NiCd akumulátorů. KTE 6/1996, str. 213 - 226.
 [159] J. Skolka: Měření vybíjecích charakteristik akumulátorů. AR-A 2/1994, str. 28 - 29.
 [160] autor neuveden: Příslušenství autodráhy pro náročné. Modelář 5/1977, str. 27 - 28.
 [161] Václav Koza: Elektronické vybavení autodráhy. AR-A 3/1976, str. 90 - 93.
 [162] Miloslav Vašíček: Zařízení pro snímání průjezdu modelů na autodráze. Modelář 10/1976, str. 28 - 29.
 [163] autor neuveden: Počítač kol pro autodráhu. AR-B 4/1985, str. 139 - 140.
 [164] Miroslav Talpa: Snímač průjezdů modelů na autodráze. Modelář 8/1977, str. 27.
 [165] Autor neuveden: Semafor. AR-A 4/1983, str. 150.
 [166] Fritz Mueller: Miniaturní odpalovací zařízení. Modelář 10/1990, str. 20.
 [167] autor neuveden: Regulace malých tlakových diferencí. AR-A 7/1980, str. 267.
 [168] JH: Digitální měřič zrychlení. Praktická elektronika A radio 10/1997, str. 26.
 [169] MIC: Použití svítivých diod II aneb není LED jako LED. RC modely 11/97, str. 50 - 51.

[170] MIC: Létání v noci. RC modely 2/1998, str. 48 - 49, pokračování 3/1998, str. 58 - 59.
 [171] Autor neuveden: Zajímavý převodník světlo/kmitoč. Radio und Fernsehen 12/1984.
 [172] MIC: Použití PC k řídicím účelům. PE Electus 97, str. 41 - 43.
 [173] Ing. Jan Humlhans: Měření teploty a integrované senzory teploty. PE Electus 98, str. 34 - 40.
 [174] Jiří Urban: Poměrový indikátor magnetické indukce. Modelář 7/1982, str. 9.
 [175] V. Betka: Nový systém řízení funkcí pro upoutané makety. Modelář 5/1995, str. 14.
 [176] Jaroslav Kroufek: Elektronický bzučák. Modelář 5/1993, str. 4.
 [177] Ing. František Ruisi: „Piščadlo“ pre uľahčenie hľadania voľných modelov. Modelář 7/1982, str. 6.
 [178] Jaroslav Krocze: Kybernetické želvátka. AR-A 12/1984, str. 465 - 468.
 [179] autor neuveden: Elektronická signální značka pro železniční přejezd. AR-B 2/1991, str. 54.
 [180] autor neuveden: Napodobení zvuku parní pišťaly. Modelář 4/1974, str. 30.
 [181] autor neuveden: Imitátor zvuku parní lokomotivy. AR-B 2/1991, str. 55 - 56.
 [182] Pavel Holec: Úrovňový přejezd řízený světlem. Modelář 12/1975, str. 28.
 [183] ph: Automat pro vratnou smyčku. Modelář 7/1974, str. 30.
 [184] ph: Kolejová smyčka. Modelář 9/1979, str. 30.
 [185] ph: Kolejové smyčky a jazyčková relé. Modelář 10/1982, str. 31.
 [186] Ing. Martin Kejhar, Ing. Pavel Kalina, CSc.: Digitální řízení modelové železnice. Modelář 3/1992, str. 23 - 24, pokračování 5/1992, str. 27.
 [187] Ing. Ladislav Seidl: Impulsní regulátor modelové železnice. A Radio 4/1998, str. 17 - 21.
 [188] autor neuveden: Regulátor rychlosti pro modelovou železnici. AR 11-12/1997, str. 7 - 9.

Robbe modellsport - Hauptkatalog 97/98
 Electronic welt '97 - Conrad electronic
 Katalogy firem

Modelářská elektronika

Prodej součástek a stavebnic pro konstrukce z tohoto čísla a č. 3/98

Výroba elektroniky na zakázku

Mikroprocesorová technika

Neobvyklá zařízení

Podpora pro individuální zhotovení elektronických zařízení

Michal Černý
 Ke stráni 144
 Řitka 252 03
 tel. 0603 / 80 14 59

Katalog dodávaných výrobků a stavebnic za známku 8 Kč