

V TOMTO SEŠITĚ

Z dějin vědy a techniky 1

DOMÁCÍ DÍLNA A LABORATOŘ

Vybavení elektronické laboratoře 3

Základní nástroje
a jejich správné používání 8

Rozměřování a měření
v domácí dílně 13

Upínání obrobků a součástí 15

Dělení, začišťování
a tvarování materiálu 18

Řezání závitů 21

Spojování konstrukčních dílů 24

Proudové chrániče 26

ZAJÍMAVÁ A PRAKTICKÁ ZAPOJENÍ

Radiotechnika 30

Měřicí technika 38

HOLICE 2003 3. strana obálky

KONSTRUKČNÍ ELEKTRONIKA A RADIO

Vydavatel: AMARO spol. s r. o.

Redakce: Radlická 2, 150 00 Praha 5,
tel.: 2 57 31 73 11, tel./fax: 2 57 31 73 10.

Šéfredaktor ing. Josef Kellner, sekretářka re-
dakce Eva Kelárková, tel. 2 57 31 73 14.

Ročně vychází 6 čísel. Cena výtisku 36 Kč.

Rozšiřuje PNS a. s., Transpress spol. s r. o.,
Mediaprint & Kapa a soukromí distributoři.

Předplatné v ČR zajišťuje **Amaro** spol. s r. o.,
- Michaela Jiráčková, Hana Merglová (Radlická
2, 150 00 Praha 5, tel./fax: 2 57 31 73 13, 2 57
31 73 12. Distribuci pro předplatitele také pro-
vádí v zastoupení vydavatele společnost Media-
servis s. r. o., Abocentrum, Moravské náměstí
12D, P. O. BOX 351, 659 51 Brno, tel: 5 4123
3232; fax: 5 4161 6160; abocentrum@mediaser-
vis.cz; reklamační - tel.: 800-171 181.

Objednávky a předplatné v Slovenskej republike
vybavuje MAGNET-PRESS Slovakia s. r. o., Teslo-
va 12, P. O. BOX 169, 830 00 Bratislava 3, tel./
fax (02) 44 45 45 59, (02) 44 45 06 97 - předplat-
né, (02) 44 45 46 28 - administrativní, email:
magnet@press.sk

Podávání novinových zásilek povoleno Českou
poštou - ředitelstvím OZ Praha (č.j. nov 6005/96
ze dne 9. 1. 1996).

Inzerce v ČR přijímá redakce, Radlická 2,
150 00 Praha 5, tel.: 2 57 31 73 11, tel./fax:
2 57 31 73 10.

Inzerce v SR vyřizuje MAGNET-PRESS Slovakia
s. r. o., Teslova 12, 821 02 Bratislava, tel./
fax (02) 44 45 06 93.

Za původnost a správnost příspěvků odpovídá autor
(platí i pro inzerci). Nevyžádané rukopisy nevracíme.

<http://www.aradio.cz>; E-mail: pe@aradio.cz

ISSN 1211-3557, MKČR 7443

© AMARO spol. s r. o.

Z dějin vědy a techniky

Historie elektřiny a magnetizmu

Johann Carl Friedrich Gauss

Narodil se 30. 4. 1777 v brunšvickém vévodství (dnešní Německo). Již jako tří-
letý upozornil svého otce na nesprávné
výpočty ve složitých výplatních listinách
a opravil je. V sedmi letech začal navště-
vovat základní školu a i tam se jeho na-
dání záhy projevilo, když učitelé, aby za-
bavili na delší dobu žáky, jim zadali
„složitý“ úkol sečíst všechna čísla od 1
do 100. Gauss se obratem přihlásil, že
výsledek je 5050, neboť se jedná o sou-
čet 50 dvojic stejných čísel z posloup-
nosti 1+100, 2+99 atd, tedy 50 x 101.

V jedenácti letech mu jeho učitelé do-
pomohli k tomu, aby začal navštěvovat
gymnázium, kde studoval německý ja-
zyk a latinu. V roce 1792 nastoupil na
brunšvickou akademii, kde získal sti-
pendium brunšvického vévody. Začal
studovat Bodeho zákonitosti, dvojčleny,
aritmetické a geometrické průměry, kva-
dratickou reciprocitu a teorém prvočísel.
V roce 1795 odešel na studia na univer-
zitu v Göttingenu, kde byl jeho učitelem
Kaestner, kterého Gauss stále zesměš-
ňoval. Mezi studenty měl jediného přítele,
se kterým si pak dlouhá léta dopisoval.

Univerzitu opustil za tři roky, ale bez
diplomu. To se již zabýval konstrukcí
sedmnáctiúhelníku za pomoci pravítka
a kružítko. To byla jedna z těžkých
úloh, o kterou se pokoušeli již řečtí ma-
tematikové. Gauss ji později popsal
(1801) ve své geniální práci Pojednání
o Aritmetice. Vrátil se do Brunšviku, kde
konečně získal diplom.

Vévoda z Brunšviku viděl Gaussův ne-
obyčejný talent, a tak prodloužil jeho sti-
pendium, aby mohl složit doktorskou
dizertaci na univerzitě v Helmstedtu.
Jeho dizertační práce se zabývala roz-
borem základních algebraických teoré-
mů. Stipendium mu umožňovalo, aby se
plně věnoval vědě, a této možnosti také
plně využil.

Začal pracovat na knize zmíněné
v předchozím odstavci, která měla cel-
kem 7 oddílů, v posledním se zabýval
teorií čísel. V červnu 1801 formuloval svůj
geniální teorém o tom, že každé přiroze-
né číslo je možno složit z prvočísel, a
tehdy také publikoval astronom Zach na
příkladu malé planety Ceres, objevené
italským astronomem Pizzim, několik
způsobů výpočtu oběhu planet - z toho
jeden výpočet byl Gaussův. Když se pak
v prosinci 1801 tato planeta opět obje-
vila, našli ji astronomové přesně v mís-
tě, které vypočetl Gauss. Použil tehdy
metodu plošné aproximace. Také v ná-

sledujícím roce přesně spočetl oběžnou
dráhu další objevené planety Pallas a
tak byl navržen na místo ředitele nově
vznikající astronomické observatoře
v Göttingenu. Stal se jím však až o 5 let
později.

V říjnu 1805 se oženil, roku 1808 ze-
mřel jeho otec a o rok později zemře-
la i Gaussova žena při porodu druhého
dítěte. Za rok si vzal její dobrou přítelkyni,
ale ze strany Gausse to byla jen konvenč-
ní záležitost. Přes osobní tragédie, které
jej potkaly, nikdy nepřestal vědecky pra-
covat.

V roce 1809 vydal svou další knihu,
která pojednávala o diferenciálních rov-
nicích, eliptických drahách a v její druhé
části se věnoval drahám planet. Teore-
tický se otázkami astronomie přestal
zabývat v roce 1817, přestože ředitelem
observatoře setrval až do svých 70 let.
Mnoho času věnoval výstavbě další ob-
servatoře, studoval otázky vícerozměr-
ných geometrií, později se inspiroval
otázkami geodezie. Ve dne prováděl mě-
ření, noci pak využíval ke své obdivuhod-
né schopnosti lehce zvládat složité vý-
počty. Pisemně konzultoval některé
myšlenky s Bessellem, Olbersem a
Schumacherem.

Začal se též zabývat výzkumem re-
flexe slunečních paprsků a teorií trojúhel-
níků, v letech 1820 až 1830 zveřejnil více
než 70 zajímavých prací o různých pro-
blémech. V roce 1822 získal cenu Ko-
daňské univerzity za myšlenku zobrazo-
vání objektů, které jsou v dílčích částech
shodné. Pak se věnoval matematické
statistice. Nezávisle na ostatním, stále
přemýšlel o možnosti existence jiné než
Euklidovské geometrie. Z jiných euklidov-
ských axiomů vydedukoval axiom o rov-
noběžkách. Později, když se seznámil
s pracemi Lobačevského „pravé geome-
trie“, napsal Schumacherovi, že tyto myš-
lenky měl již v patnácti letech.

Z dopisů matce lze vyčíst, že měl ne-
přetržitě spory se svou ženou, která se
chtěla odstěhovat do Berlína. Gauss měl
sice nabídky k přednáškám na tamnější
univerzitě, ale nechtěl z Göttingenu ode-
jet. V roce 1831 jeho druhá žena zemře-
la po delší nemoci.

Ve stejném roce se do Göttingenu při-
stěhoval Wilhelm Weber, aby tam půso-
bil jako profesor fyziky. Gauss jej poznal
sice již asi tři roky před tím, ale nyní za-
čala jejich úzká spolupráce. Gauss se
dříve okrajově věnoval některým fyzikál-
ním problémům - publikoval např. knihu
o nových základních poznátcích mecha-
niky. Nyní ale začali spolu s Weberem

odhalovat přirozené vazby mezi vědou a přírodními jevy. Již za rok přišli na teorii zemského magnetismu, poté, co Alexander Humboldt se snažil Gausse získat k pomoci na své práci o magnetických siločárách kolem země. Napsal pak tři velmi závažné práce, jejichž závěry jsou platné dodnes. Vycházel z toho, že existují dvě místa na zeměkouli, odkud vycházejí magnetické siločáry, a že existuje magnetická inklinace. K výpočtům používal Laplaceových rovnic a specifikoval místo, kde leží magnetický Jižní pól. Humboldt pak sestavil kalendář k určování magnetické deklinace. V roce 1833 byla dokončena stavba Gaussovy magnetické observatoře, kde nebyl použit žádný magnetický kov. Spolu s Weberem sestavili primitivní telegraf, pomocí kterého mohli přenášet zprávy na vzdálenost asi 1,5 km.

Tyto a podobné drobnosti mu přinášely velké uspokojení. Publikoval pak atlas magnetizmu, vydával časopis „magnetické rozhledy“ ve kterém publikovali výsledky svých výzkumů. Jenže Weber se dostal do politických sporů a v roce 1837 musel Göttingen opustit. Gauss ztratil na čas inspiraci - sice si dopisoval s některými dalšími vědci, ale prakticky nepublikoval.

Poslední jeho známá práce je diskuse o modifikaci Foucaultova kyvadla. Poslední významnou akcí, na které byl účasten, bylo otevření železniční trati mezi Hannoverem a Göttingen. Ráno 23. února 1855 zemřel ve spánku. Jak se později z jeho poznámek zjistilo, měl rozpracovány ještě desítky zajímavých poznatků, které nikdy nepublikoval a na kterých založili svou slávu jiní vědci v pozdější době.

Robert Andrews Millikan

Robert Andrews Millikan se narodil 22. března 1868 v Morrisonu, (stát Illinois, USA) jako druhý syn reverenda Silase Franklina Millikana a jeho ženy Mary Jane. Jeho prarodiče byli mezi prvními, kdo osidlovali americký středozápad kolem roku 1750.

Po dětství nevymykajícím se průměru začal navštěvovat střední školu v Iowě, pak krátký čas pracoval jako soudní reportér a nakonec v roce 1886 vstoupil na Oberlin College v Ohio, kde se věnoval především řečtině a matematice; teprve po dostudování jej začala zajímat obecná fyzika, kterou dva roky vyučoval. Přitom získal základní znalosti oboru, ve kterém později vynikl.

V roce 1893 se stal členem - dnes bychom řekli - katedry fyziky na Kolumbijské univerzitě a v roce 1895 získal doktorát za práci o polarizaci světelných paprsků emitovaných rozžhavenými materiály - k tomu používal rozžhavené zlato a stříbro z amerických tehdy používaných mincí. Po svém jmenování profesorem na jeden rok (1895 až 1896) odejel na studijní pobyt do Německa na university v Berlíně a Göttingenu, a na pozvání A. A. Michelsona se vrátil do Spojených Států, kde mu bylo nabídnuto mis-

to asistenta na nově založené Ryersonově laboratoři na univerzitě v Chicagu. Byl vynikajícím učitelem a v roce 1910 byl jmenován profesorem na této univerzitě, kteréžto místo si držel až do roku 1921.

Tato léta na univerzitě se věnoval intenzivně výuce fyziky, psaní učebnic a vylepšování metodiky výuky. Některé jeho knihy byly přeloženy i do jiných jazyků. Snad jako první lze jmenovat knihu proslulého S. W. Strattona z roku 1898 „A College Course in Physics“, na které se jako spoluautor podílel. Další byla „The Electron“ z roku 1917, která vycházela v reedici až do roku 1935. Učebnice zaměřené na oblast elektřiny, světla a zvuku psal nejen pro vysoké, ale i pro střední školy, např. „A Laboratory Course in Physics for Secondary Schools“, kterou vydal spolu s H. G. Galem.

Jako vědec se blýsknul řadou drobných objevů z oboru elektřiny, optiky a molekulární fyziky, převratné bylo jeho přesné definování náboje elektronu. Svým unikátním přístrojem - Millikanovým kondenzátorem - dokázal změřit náboje malých olejových kapiček a zjistil, že náboj elektronu je vlastně elementární kvantum jakéhokoliv elektrického náboje, a odvodil, že hmotnost je u všech elektronů stejná (1910). Také demonstroval strukturu elektřiny jako pohyb elektronů. Pak experimentálně potvrdil některé Einsteinovy téze vyjádřené rovnicemi (stanovil velikost kinetické energie elektronu, který z povrchu kovu vytrhává světlo o určitém kmitočtu, a tím objasnil přeměnu světelné energie na elektrickou). Na základě měření kmitočtu a energie elektronů dokázal přímo definovat Planckovu konstantu (1912 až 1915). Na základě studie Brownova pohybu v plynech došel k atomické a kinetické teorii hmoty.

Od roku 1920 se věnoval zkoumání spektrálních čar rozžhavených nejrůznějších materiálů, zvláště se zaměřením na část mezi ultrafialovým a X zářením, aby rozšířil oblast ultrafialového záření do zatím neprobádané oblasti. Objevil některé zákonitosti probíhající v zemské atmosféře v závislosti na kosmickém záření a ionizaci.

Přestože byl Millikan zapáleným vědcem, jeho poznatky byly často v rozporu s jeho náboženským a filozofickým přesvědčením, o čemž svědčí jeho další knihy, z nichž možno jmenovat *Science and Life* (1924), *Evolution in Science and Religion* [Rozvoj vědy a víra] (1927), *Science and the New Civilization* (1930), *Time, Matter, and Values* (1932). Krátce před smrtí publikoval zajímavou knihu *Elektrony (+ a -), Protony, Fotony, Neutrony, Mezotrony a kosmické paprsky* (1947) - což bylo vlastně doplněné vydání jeho dříve vzpomínané knihy *The Electron*, a v roce 1950 svou autobiografii.

Za 1. světové války se stal zástupcem vedoucího Národního vědeckého sdružení, které sehrálo důležitou úlohu v oblasti meteorologie a protiponorkového výzku-

Electrons (+ and -), Protons, Photons, Neutrons, Mesotrons, and Cosmic Rays

REVISED EDITION 1947

By
ROBERT ANDREWS MILLIKAN
*Formerly Professor of Physics, the University of Chicago
Director, Norman Bridge Laboratory of Physics
California Institute of Technology*



THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
CHICAGO, ILLINOIS

*Titulní list Millikanovy knihy
o elementárních částicích,
která vyšla roku 1947 v Chicagu*

mu. Roku 1921 se stal ředitelem proslulých fyzikálních laboratoří Kalifornského institutu v Pasadena, odkud odešel v roce 1946 do penze. Byl však ve vedení mnoha dalších vědeckých institucí, zastupoval Ameriku na fyzikálních kongresech. Byl nositelem Edisonovy medaile Amerického institutu elektroinženýrů a Nobelovy ceny za fyziku z roku 1923 a také řádu Čestné Legie, výborným hráčem tenisu a golfu.

Zemřel 19. 12. 1953 ve městě San Marino v Kalifornii.

Victor Franz Hess

Victor Franz Hess se narodil 24. června 1883 na zámku Waldstein v rakouském Štýrsku. Jeho otec pracoval pro zámeckou rodinu a matka pocházela ze vznešeného rodu.

Vzdělání získal v Grazu, a to jak gymnaziální, tak univerzitní - doktorský diplom získal v roce 1910. Krátkou dobu pracoval ve fyzikálním institutu ve Vídni, kde jej profesor Schweidler přivedl ke studiu dějů souvisejících s radioaktivitou. Stal se asistentem Stephana Meyera na institutu pro výzkum radioaktivity na vídeňské akademii věd. V roce 1919 obdržel Liebenovu cenu za práci na „ultra-radiaci“ (čimž byla myšlena kosmická radiace) a rok poté byl jmenován mimořádným profesorem experimentální fyziky na univerzitě v Grazu.

V letech 1921 až 1923 pracoval ve Spojených státech - založil tam vědeckou laboratoř ve státě New Jersey, stal se jednak jejím ředitelem, jednak konzultantem amerického ministerstva vnitra ve Washingtonu pro fyziku. Na univerzitu do Grazu se vrátil v roce 1923, za dva roky tam byl jmenován řádným profesorem experimentální fyziky a v roce 1931 ředitelem nově založeného Institutu radiologie v Innsbrucku a profesorem na tamější univerzitě.

(Dokončení na str. 29)

DOMÁCÍ DÍLNA A LABORATOŘ

Dr. Jaroslav Závada

(zavada@mybox.cz)

„Nihil novi sub sole”, řekl král Šalomoun před 4.000 lety (řekl to, pravda, starohebrejsky, ale o popularitu tohoto jeho výroku - stejně jako mnohých jiných - se postarali Římané). Nic není nového pod sluncem... Pokud o univerzální platnosti tohoto výroku někdo pochybuje třeba nad kompaktním diskem, obsahujícím osmisvazkovou encyklopedii se stovkami barevných ilustrací, animovanými videosekvencemi a hudebními ukázkami, ať se zamyslí třeba nad kapacitou lidského mozku, která je odhadována na 860 TB. Možná, že Velký Konstruktor (matka příroda na techniku moc není) kompaktní disky také kdysi měl a odložil je stejně jako my jsme již téměř zavrhlí třeba diskety s - také vlastně obtížně představitelnou - kapacitou 1,4 MB, neboli 112 milionů jednoznačně zmagetovatelných míst na ploše necelých 40 cm²...

Lidský mozek má ještě další neocenitelnou vlastnost - *asociativnost*. Ta nám do značné míry „zachraňuje” neuvěřitelnou neefektivnost, totiž *nesystematičnost*, ba přímo *chaotičnost*, s jakou do něho ukládáme informace. Od šesti let, tedy v době, kdy je mozek ještě „tabula rasa” - čistá, nepopsaná tabule - ho doslova nacpáváme letopočty bitev, jmény dávno mrtvých - fyzicky i duchovně - osobností, počtem tisíců tun kdysi kdesi vyráběné oceli a jinými důležitostmi, bez nichž by náš život neměl smysl, a žáky hodnotíme podle toho, co z toho všeho zapomenou až po zkouškách. A mozek přitom po patnácti, dvaceti letech takového neefektivního ukládání informací je většinou stále ještě schopen normálně fungovat - vyhodnocovat informace, třídit je a dokonce občas, v pravou chvíli je smysuplně, kreativně využít.

Neméně chaotické, neefektivní a úplnost ani v nejmenším nezaručující je *shromažďování informací ke konkrétnímu tématu, úkolu*. Desetiletí mravenčí práce *dokumentačních pracovišť*, která byla zpravidla součástí gesčně příslušných výzkumných ústavů, vývojových pracovišť a velkých závodů, doslova rozmetala *internet* iluzí, že „se tam všechno dá najít”. Jistě, je toho „tam” opravdu hodně, ale zkusme vybrat jakékoli téma např. z vf techniky, udělejme si - velmi pracně, pokud chceme být poctiví - „soukromou” rešerši a porovnejme ji s tím, co najdeme na síti. Dvacet, třicet, v nejlepším případě padesát procent, podle oboru. I když předpokládáme (samozřejmě bez záruky), že *naše rešerše* byla úplná, uniká nám nejméně polovina informací, které bychom měli znát, a protože je nemáme, zkoumáme a vyvíjíme pravděpodobně zbytečně, něco, co už před námi někdo vymyslel (nebo zavrhl jako chybné či *tímto způsobem* neřešitelné).

Je však možný ještě jiný přístup. Pokud se někdo - s různou motivací,

příčemž nelze vyloučit ani vlastní potřebu a/nebo „nostalgiu po době právě minulé, leč o chlup zmeškané” (Jiří Voskovec) - podejme úkolu „zmapovat” určitou oblast a po úvodním prohlášení, že „nic (nebo skoro nic) z toho sám nevymyslel” uvede (viceméně smysluplnou) kompilaci toho, co bylo k danému tématu napsáno resp. co se mu podařilo shromáždit. Je mu přitom dovoleno tu a tam vlastní, originální „přičinění”, přičemž ani zde není záruka, že to, co považuje za originální, nebylo uvedeno již v učebnici pro SPŠE před třiceti lety.

Takovouto práci - přestože může být kdykoli kýmkoli napadena pro neúplnost, nesystematičnost, obsahovou nevyváženost atd. - nelze ovšem odsuzovat jako „nošení dříví do lesa”. Je totiž možno předpokládat, že uvažovanou kompilaci budou číst zájemci čtyř různých věkových skupin - a všichni z ní mohou mít svůj díl užitku:

- 1) ... set let - pro ty to bude mnohdy naprostě novum a první seznámení s oborem;
- 2) ... náct let - pro ty to bude novum a praktický „rozjezd”;
- 3) ... cet let - rukověť praktických poznatků, inspirací a ověřených řešení;
- 4) ... sát let - nostalgické čtení a sem tam nějaká užitečná informace a osvětlení poznatků ze školy nebo z praxe (z doby před *** lety).

Veden těmito úvahami, rozhodl jsem se pro KE zpracovat téma, které v ní dosud nikdy nebylo systematicky, monotematicky zpracováno - *vybavení domácí dílny/laboratoře* (od filozofie až po praktickou realizaci). Text obsahuje (bohužel zcela nesoustavnou) sbírku *pokynů, rad, tabulek, náčrtů a drobných návodů na všechny druhy prací, s nimiž se v praxi můžeme setkat* - fyzické uspořádání pracoviště, zásady výběru nástrojů, „ideový návrh” výroby, výběr vhodných materiálů a součástek, měření a rozměřování, upínání materiálů a obráběných dílů, dělení a opracování materiálů, jejich spojování a povrchová úprava výrobků atd. Dále je popsána *výroba různých přípravků a pomůcek*, které, stejně jako skříňky na přístroje, pomocný konstrukční materiál i veškerá „bižuterie”, jsou sice k dostání, avšak za ceny, které často mnohonásobně převyšují jejich užitnou hodnotu, a jejich vlastnoruční zhotovení dává pocit „vyzrání” na výrobce (nebo se prostě nevyplatí pro takovou „blbost” vážit cestu do vzdálené prodejny - v situaci, kdy jen cena jízdenek MHD běžně o jeden řád převyšuje hodnotu součástky, kterou „akorát” nemáme a bez níž by to nebylo „ono”).

Je ovšem třeba vědět, **jak na to, z čeho to „spáchat” a mít na to potřebný materiál a vhodný „verkcajk”**. K čemuž by mělo alespoň trochu, a alespoň někomu, napomoci toto číslo KE.

Vybavení elektronické laboratoře

Laboratorní stůl

Základní podmínkou práce v dílně i v laboratoři - kterou se činnost amatéra odlišuje od práce „na koleně”, což je nutná, i když zdaleka ne postačující

podmínka jejího „společenského uznání” - je **pracovní stůl**. Varování před nebezpečími, která skrývá použití zdánlivě neznámého *psacího stolu* z doby možná již mezi dvěma světovými válkami, uvedené v kapitole „Upínání

materiálů a obrobků", má ještě další důvod: tyhle stoly mají téměř vždy krásnou střední zásuvku, jako stvořenou pro přehledné uložení pasivních součástek a/nebo šroubků, maticek, vrutů, podložek a dalšího hardware (= prapůvodní význam tohoto slova). Seženeme si vhodné krabičky a ukládáme a ukládáme. Nevšimli jsme si ovšem, že dno této zásuvky - která má sloužit jako ukázka naší pořádnosti a pečlivosti a případně jako jeden z dokladů návratnosti prostředků do nás vkládaných - je vyrobeno z tenké překližky nebo sololitu a drží v drážce 3, nejvýše 5 mm hluboké. Pod rostoucí vahou našeho trezoru se začne tiše prohýbat a jednou při otvírání zásuvky - právě když chceme nonšalantně demonstrovat svou pořádnost - se ozve temné zahučení a tisíce gramů našich pokladů se octnou v úděsné směsici na zemi pod stolem. Nemajíce Popelku, které bychom opětné roztržení dali do popisu práce, mnohdy rezignujeme, seženeme velkou krabici od lyžařských bot, směs do ní nasypeme a vzácnou drobotinu (např. potřebný rezistor 32 kΩ/0,25 W nebo 15 šroubků M 2,5 x 6 s matickami a podložkami) vybíráme ad hoc pinzetou. Nu, jde to taky ...

Rozsypou-li se nám po zemi nebo i po stole šroubky, podložky nebo jiná „drobotina“, sbíráme je silným magnetem vloženým do silnějšího polyethylenového sáčku. Ten pak převrátíme, stáhneme s magnetu a šroubky z něho pohodlně naráz vysypeme. Mosazné, nerezové a polyamidové šroubky raději nerozsypáme.

Natrvalo zabránit podobné katastrofě je možné buď vyztužením překližkového dna nalepenými a přišroubovanými příložkami nebo jeho preventivní náhradou polotvrdým hliníkem; v obou případech ale dno do drážek vlepíme kvalitním lepidlem. Není-li ovšem stůl v normálním, suchém prostředí, je naděje, že za pár let se na stejném principu začne uvolňovat - a vypadávat - celá zásuvka a protože boční zásuvky jsou s ní solidární, začnou se „zasekávat“ a vypadávat z vedení taky.

S dobrým svědomím je tedy takový stůl do dílny či laboratoře možno doporučit pouze za předpokladu, že mu slíbíme i nadále „kancelářské“ životní podmínky a laboratoř nezřizujeme v sueteru mezi pračkou (byť automatickou) a úložiskem lyží, nafukovacích čunů a jiných sezónních nezbytností.

Tento požadavek je možno dále zdůvodnit tím, že na stole a nad ním se časem nashromáždí přístrojové vybavení v hodnotě řádu desítek tisíc Kč (nebo tisíců €), kterému by studené vlhko či vlhké studeno a prach neshodily mnohem víc než stolu, který jsme pořídili za několik set a možná jen desítek Kč.

V Praktické elektronice i jinde se periodicky objevuje celostránková reklama radotinské firmy FC Service, která dodává mobiliář pro elektronické labo-

ratoře. Prohlédneme-li si fotografie pozorně, zjistíme, že (1) nic účelnějšího a elegantnějšího nevymyslíme, (2) náš kancelářský stůl se v takové sestavě uplatní docela dobře a (3) vyobrazenou „ideologickou“ nadstavbu (police pro měřicí přístroje) můžeme nejen vyrobit sami, ale s náklady řádově nepřevyšujícími pořizovací cenu stolu. Náčrtek laboratorního stolu s policemi je na obr. 1.

Celá sestava laboratorního pracoviště je tvořena stojinami, zhotovenými nejlépe z dutých čtyřhranných profilů (tzv. Jäcklových) a policemi různé hloubky. Přístroje budou stále menší a bude jich přibývat - polic proto pořídíme raději víc, nejméně tři patra. Materiál na stojiny můžeme sice koupit v prodejnách s hutním materiálem (v Praze např. Feron v Holešovicích, Truhlář v Kobylisích, Condor v Radotíně a jinde), nejen hliníkové, ale i ocelové jáckly např. 60x30 mm jsou však necitně drahé. Proto navážeme družbu s několika provozovateli sběren, předem je hmotně zainteressujeme a dáme jim telefonní číslo. Minula již sice era rozebraných sálových počítačů, vhodný materiál se však přesto zakrátko přihlásí sám. Je šance získat i materiál na police (např. plechové dveře od přístrojových skříní), ten se ale mnohdy dosti pracně rozměrově upravuje (i rozbrušovačkou) a musí se často ještě vyztužit úhelníky (např. 20 x 15 mm). Je však výhodnější než dřevotříska, která se pod vahou přístrojů časem nehezký prověsí. Pak je možné ještě uvažovat o laťovce nebo o prknech o síle aspoň 20 mm, která (jsou-li dobře vyschlá a přesně opracována) můžeme na požadovanou šířku polic - truhlářů snad prominou - lepit natupo, t.j. bez svlaků. Pokud nejsme menšího vzrůstu a nevádí nám to z pohledu, můžeme prkna bez problémů spojit zespodu lepením a vruty pomocí kousků latěk. Výsledný vzhled polic i stojin ovšem ultimativně závisí především na vhodné povrchové úpravě. Protože se pravděpodobně bude jednat o již použitý materiál, volíme nejspíše vhodnou tapetu, omyvatelnou a raději ne samolepicí - ta se totiž brzy začne nehezký odlepovat.

Police mezi stojiny zavěšíme nejjednodušší za vruty (nebo šrouby, jsou-li police plechové), pro něž do stojin vyvrtáme (a dopilujeme) otvory ve tvaru klíčové dírk. Nejsou-li stojiny duté (jsou-li např. ze smrkových hranolků), musíme police opatřit po stranách lištami nebo úhelníky (např. 10x15 mm), za něž je přišroubojeme vruty ke stojinám. Pokud volíme jen jednu stojinu na každé straně stolu - při použití nových jácklů nám nic jiného nezbyvá - musíme police upevnit skutečně spolehlivě (kdyby se některá z polic zvrátila, přístroje na ní deponované by sice pád na stůl pravděpodobně přežily, ale raději je téhle zkoušky ušetříme). Vždy si však připravíme další čtveřice otvorů ve stojinách, abychom pro změnu výškového nastavení nebo přidávání polic nemuseli celou sestavu rozebírat.

Stojiny přišroubojeme pevně k bočním stěnám stolu - dáváme ovšem pozor, abychom nepřišroubovali i zásuvky. Zvýšili bychom tím dále tuhost celé sestavy, ale...

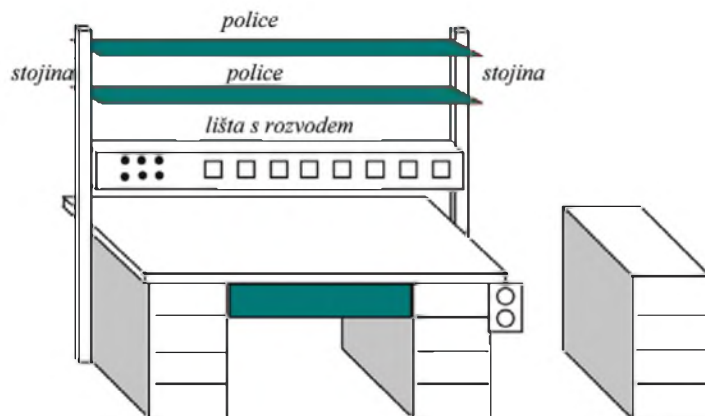
Rozvod elektrické sítě

Na nejnižší patro nad stolem přišroubojeme **lištu s rozvodem elektrické sítě**. Materiál na tuto lištu musí být dostatečně tuhý, nevodivý a nehořlavý - v ideálním případě profil „U“ o rozměrech asi 100x50 mm, aby se do lišty vešly panelové měřicí přístroje, jističe a proudový chránič (viz dále).

Spokojíme-li se jen s panelovými zásuvkami (230 a případně 400 V - třířákový výstup) a s přístrojovými svorkami (např. 12/24 V ~/=), mohla by mít lišta rozměry jen asi 60x50 mm, ovšem za cenu dosti stěsnané montáže.

Pokud vhodné „korýtko“ neseženeme, můžeme je slepit z desek; problémem nemusí být ani tak vhodný materiál, jako jeho jeden rozměr - vždy (stejně jako u polic) rovný šířce stolu, tedy více než 1,25 metru. Použitelné jsou např. okapové svody čtvercového průřezu z materiálu PPH, běžné dostupné v prodejnách stavebnin.

Které přístroje jsou na rozvodné liště potřebné? Začneme od nejdůležitějších:



Obr. 1. Náčrtek laboratorního stolu s policemi, s rozvodem elektrické sítě a s přídavnou skříňkou na materiál

1) **Alespoň tři zásuvky 230 V/10(16) A**, každá samostatně ovládaná dvoupólovým spínačem s integrovanou kontrolkou (spínače dimenzovány na 10 A).

2) **Jedna zásuvka, připojená na regulační autotransformátor 0 až 230 V**. Tento autotransformátor cudně ukryjeme (do vhodného, dobře větratelného krytu) pod stolem a jeho hřídel ovládáme regulačním knoflíkem na rozvodné liště - buď kuželovým ozubeným převodem (náhradní díly k mixérům) nebo ohebnou hřídelí (např. z tachometru).

3) **Panelový voltmetr (250 V ~) a ampérmetr (10 A ~)** - oba přístroje jsou přepínatelné na jednu z „pevných“ zásuvek 230 V a (hlavně) na zásuvku regulačního autotransformátoru.

4) **Dálkové ovládání jedné z „pevných“ zásuvek 230 V** fakultativně buď časovým spínačem (může být také na rozvodné liště) nebo nožním spínačem (ovládání napájení „kritického“ obvodu, motoru, navijedky apod.). Relé dálkového ovládání může být přímo na svorkách příslušné zásuvky.

5) Ochrana (jedné nebo všech) zásuvek proti přepětovým špičkám a jiným nepřístojnostem ze sítě (dokonalý filtr najdeme mezi „vykopávkami“ ze zdroje staršího počítače).

6) Řada (přepínatelných) jističů např. 0,2 A, 0,5 A, 1 A, 5 A, připojitelných případně na kteroukoli ze čtyř zásuvek a umožňujících selektivně chránit jednotlivá zkušební nebo vyvíjená zařízení.

7) Svorky pro pevná napětí (přinejmenším 12 a 24 V, = i ~) a vestavěný integrovaný regulovatelný stabilizátor 1,2 až 30 V/5 nebo 10 A.

8) **Proudový chránič s vybavovacím proudem 15 mA**, chránič všechny obvody, připojitelné na rozvodnou lištu.

9) I když nás tento proudový chránič chrání před úrazem, je dobré - i z jiných důvodů - sestavu doplnit **oddělovacím transformátorem 230/230 V/100 VA**. Je možné jej nahradit dvěma stejnými (nyní již v bazarech dostupnějšími) transformátory 220/120 V - na výstupu sice o pár voltů přijdeme, ale zato si na rozvodnou lištu můžeme „vytáhnout“ 120 V, které ještě často můžeme potřebovat.

10) **Odpojovací jistič 10 A** - má smysl jedině tehdy, pokud nadřazený jistič má hodnotu 16 A (a na tento proud je dimenzováno i přívodní vedení), jinak při zkratu „vypadnou“ jističe oba (na pracovním stole i „u hodin“). Proto je ve schématu na obr. 2 zakreslen „efektivnější“ **centrální vypínač na klíč**.

I dnes je ovšem problém získat (a zaplatit) takový spínač se zatížitelností 10 A (plus rezerva x A na zkratový proud). Řešení je dvojí:

a) Použijeme běžný zámek (vločku) do dveří automobilu (podobný typ se používá např. i v dopisních schránkách nebo jako „nábytkový“ zámek k uzamy-

kání zásuvek, skříněk apod.). Páka takové vločky má zdvih vždy nejméně 6 až 8 mm, takže může bez problémů „cvíčit“ s vhodně upevněným mikrosplínačem (a mikrosplínače z automatických praček na menší proud než 10 A konstruovány snad ani nejsou).

b) Použijeme spínač na klíček (spínací skříňku) dimenzovanou na 125 V/0,5 A (běžný typ používaný např. v zabezpečovacích ústřednách), transformátor napájející relé dálkově ovládané zásuvky dimenzujeme tak, aby „utáhl“ i relé hlavního odpojovače (toto relé můžeme s výhodou zapojit jako stykač, tzn. pro znovuzapnutí v případě výpadku sítě je zapotřebí ještě „pro jistotu“ využít třetí, nestabilní polohu spínací skříňky, pokud je touto polohou vybavena). Transformátor však musí být zapojen trvale na síť (a měl by být pro tento režim dimenzován);

c) Místo spínací skříňky můžeme použít i jiný, modernější způsob „autorizace“ používání rozvodné lišty a případně i celého stolu (doplníme-li stůl centrálním zamykáním, např. kódovou klávesnicí nebo bezkontaktním identifikátorem).

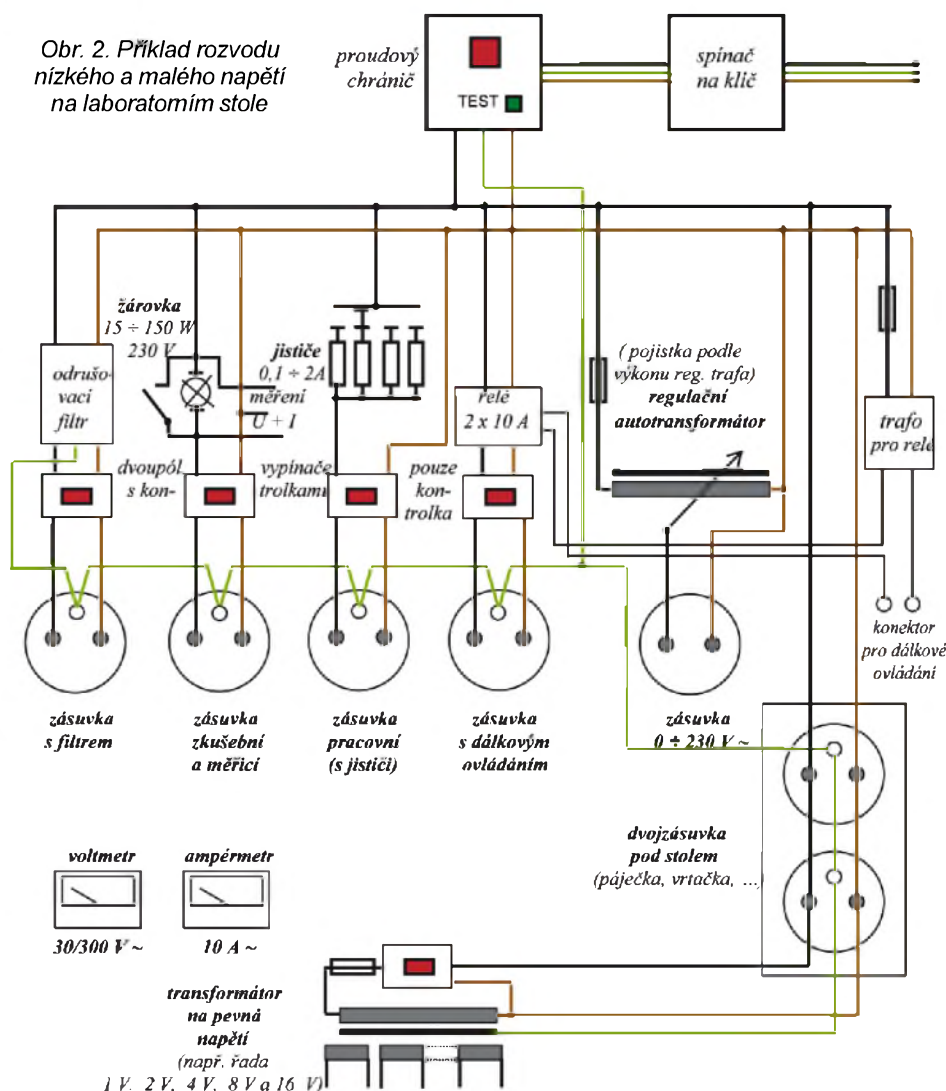
Pro připojování elektronářadí (páječky, vrtačky na plošné spoje, tavné lepicí

pistole, ...) je vhodné upevnit pod desku stolu alespoň jednu dvojjíhlovku, aby se na pracovní ploše „nemotaly“ síťové příklady, které tam být opravdu nemusí.

Při realizaci rozvodu elektřiny v laboratorním stole je třeba postupovat podle zásad konstrukce klasických rozvaděčů. Především je třeba dodržet kvalitu, průřezy a barevné značení vodičů. Použijeme měděné vodiče nebo lanka o průřezu 1 mm², pouze řídicí obvod „dálkově ovládané“ zásuvky můžeme zapojit vodiči o průřezu 0,35 mm² nebo ještě tenčími. Problémy mohou nastat při připojování konektorů (fastonů) na tuhé vodiče (dráty) průřezu 1 mm², na nichž tyto konektory často i při použití krimpovacích kleští nedrží, a je proto vhodné je pro jistotu připájet. Vodiče jsou na druhé straně výhodnější než lanka v tom, že se dají efektně vytvarovat (a svázat) do kabelové formy. Relé pro dálkově ovládanou zásuvku (a případně i „hlavní“ relé připojující celý rozvod) volíme raději větší, příp. s objímkou, na jejíž pájecí očka můžeme přivody (v tomto případě vždy raději „licny“) připájet bez nebezpečí ulomení subtilních vývodů (miniaturního) relé.

Prochází-li kabeláž otvorem v kovové stěně (např. vychází-li ze stojiny),

Obr. 2. Příklad rozvodu nízkého a malého napětí na laboratorním stole



musí být chráněna pružnou průchodkou. Gumové průchodky nejrůznějších průměrů získáme v prodejnách autoelektriky, tamtéž fastony na vypínače a izolační krytky na ně. Používáme-li na kabeláž lanka, je vhodné - alespoň do některých typů svorek - odizolované konce adjustovat do mosazných návlaček. Celá instalace působí profesionálněji než při pouhém zkroutení jednotlivých drátků nebo i při jejich pocínování (lanko při pocínování zřehne a je tedy náchylnější na nalomení, popř. na ulomení tam, kde to můžeme nejméně potřebovat. Proto je lepší necínovat a lanko raději buď pevně zkroutit nebo použít návlačku).

Ochranné vodiče (žlutozelené) je nutné spojit navzájem opravdu spolehlivě. Můžeme to uskutečnit nejlépe pomocí jedné nebo několika řadových zemnicích (mosazných) svorek ze svorkovnic rozvodných krabic (tzv. věnečků). Že za proudovým chráničem je nutno důsledně odlišovat ochranný vodič od nulového, není snad třeba zdůrazňovat.

Obdobně - pomocí svorek z „věnečků“, ovšem vhodně zaizolovaných - je vhodné „rozvést“ i fázový (černý) a nulový (hnědý) vodič.

Vedení mimo „korýtko“ (síťový převod, propojení s regulačním autotransformátorem a s dvojzásuvkou pod stolem) chráníme ohebnou instalační hadicí („husím krkem“) - tato hadice je k dostání i v šedém provedení, takže vzhled celé sestavy kazit nebude.

Celou tuto sestavu je třeba srozmítně a trvanlivě popsat - nespolehat se na paměť a na vlastní neomylnost zejména v situacích, kdy „finišujeme“ a/nebo spěcháme. Např. regulačnímu transformátoru by se kilowatový motor „krmit“ asi nechtělo...

Zjednodušené blokové schéma pospaného rozvodu je na obr. 2.

Systém „pevného“ rozvodu je možné (případně později, podle potřeby) dále doplňovat.

Např. zdroj pevných napětí 12 a 24 V je vhodné nahradit transformátorem 150 VA s odbočkami pro dvou volttech nebo se schématu (obr. 2) zakresleným „binárním“ odstupňováním napětí odboček. (tolika odbočkami sekundární vinutí „nakyne“, takže můžeme počítat stejně jen s proudem asi 5 A). Takový zdroj střídavých napětí se někomu může zdát luxus, ale potřebujeme-li „honom“ např. střídavé 4 V/5 A, není to jednoduché...

Vhodná je i napevno instalovaná „zkušební“ objímka E27 (příp. i E14), kterou je možné vřadit do fázového přívodu jedné ze zásuvek např. při proměřování neznámého transformátoru. Vždy je lepší, když se při jeho nesprávném připojení pětadvacetiwattová žárovka rozsvítí naplno, protože transformátor připojený omylem přímo na síť vinutím s odporem 1,2 Ω již nemá smysl dále zkoušet...

Další vybavení laboratoře

Na polici nad rozvodnou lištou umístíme modulovou řadu přístrojů podle „hlavního“ zaměření laboratoře, tedy např. při „nízkofrekvenční“ orientaci dvojitý regulovatelný zdroj 0 až 30 V/0 až 3 A, generátor signálu, nf milivoltmetr, sledovač signálu, osciloskop atd.

Výhodné je - i dnes, z cenových důvodů - získat řadu (i funkčně nezajímavých) přístrojů v pohledných skříňkách, ty „vykuchat“, opatřit neposkvrněnými čelními panely a postupně do nich vestavovat vnitřnosti podle vlastních potřeb a představ. Je samozřejmě možný i jiný, netvůrčí přístup: uvažovanou řadu přístrojů sestavit z bazarových výrobků řady BM (bývalé Tesla Brno) - jsou pohledné, ne drahé a technicky stále ještě na úrovni.

Dovolí-li nám to prostorové podmínky, doplníme stůl po jedné nebo obou stranách přídavnými (přibližně čtvercovými) pracovními plochami, v obou případech nejlépe na kostrách svařených z úhelníků asi 20x20 mm, alespoň ze dvou stran řádně zavětrovanými. Na pravou plochu (zhotovenou z dubových prahů - viz kapitolu „Upínání materiálů a obrobků“) namontujeme napevno kvalitní svěrák s šířkou čelistí 40 až 60 mm a pomocí svěr upínáme vrtáčkový stojan. Levou přídavnou plochu využijeme pro rozpracované přístroje a brzy nám ji zabere počítač s „elektronickým“ softwarem (Formica, OrCAD, ...) i hardwarem (osciloskop, generátor funkcí a další) s tím, že faxmodemovou kartu (elektronická pošta a přístup na internet), kvalitní skener, vypalovačku CD (na archivaci všeho možného i nemožného) a kvalitní tiskárnu (na tisk dokumentace a předloh pro plošné spoje) již dávno máme a hojně používáme.

Je výhodné, podaří-li se nám získat dva stejné stoly. Pak totiž máme možnost využít jednu nebo i obě boční skřínky samostatně, případně je opatřit rejdrovacími nábytkovými kolečky a podle potřeby si „přisunout“ např. speciální „mechanickou“ část vybavení dílny. Až nedopatřením provrtáme, propálíme či jinak znehodnotíme pracovní desku, můžeme ji „ruče“ vyměnit.

Důležitým, přesto však překvapivě často opomíjeným „doplňkem“ pracovního stolu je pás podlahové krytiny, který přišroubujeme na zadní část pracovní desky a při přisunutí stolu ke stěně pružně opřeme o tuto stěnu. Ochrání nám různé vzácné „brouky“ a jiné cennosti před „úletem“ za stůl, odkud se jinak „loví“ jen dosti obtížně.

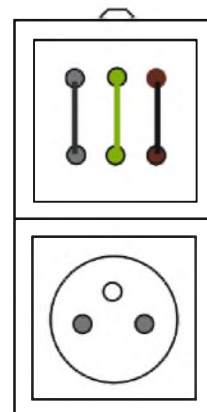
Na jednu ze stojin (nebo jinam, podle prostorových dispozic) upevníme dřevěný hranolek (osvědčil se bukový) o průřezu asi 10x10 mm a o délce nejméně 1 metr, do něhož pomocí šablony navrtáme otvory o průměru 2, 3 a 4 mm v rastru 10 mm - do nich budeme „zapichovat“ laboratorní kablíky.

Tyto kablíky zásadně neošidíme - opatříme je kvalitními, i když dosti drahými banánky, které vždy ke kablíkům raději připájíme. Ušetříme si tak mnohdy zbytečné, rozčilující hledání, proč „tam nic neteče“. Kablíky volíme nejrůznějších průřezů a barev - „stříhat“ můžeme začít např. z kabelové formy z pračky (ponecháme si i několik „redukci“, „banánek - faston zásuvka“ i „banánek - faston vidlice“) a skončíme u subtilních kabelových „formiček“ ze staršího televizoru. V zájmu rychlé a spolehlivé orientace ve složitějších „vrabčích hnízdech“ je třeba zvolit vhodný systém v kombinaci barev kablíků a příslušných konektorů - zásadou má být stejná barva konektorů na jednom kabelu, tedy např. na žlutém kablíku bílý banánek a krokosvorka s bílou izolační návlačkou. Kablíky se stejným zakončením (např. „krokosvorka - krokosvorka“) volíme (zhotovíme) zásadně stejnobarevné, tedy např. žlutý kablík a žluté krokosvorky.

Přípravek pro měření v obvodu sítě

Užitečnou pomůckou, která pronikavě zvyšuje bezpečnost měření na síťových spotřebičích, je měřicí přípravek podle obr. 3.

Jako základ použijeme klasickou elektroinstalační dvojkrabici, nazývanou „penál“. Do jejího víčka vyvrtáme 6 otvorů o průměru podle použitých zdířek - ty volíme kvalitní, s ohledem na předpokládané napětí (230 V) a maximální měřitelný proud (10 A). Nejvýhodnější by zřejmě byly zdířky se sousou dutinou pro vně izolovaný banánek; protože ale budeme stejně s velkou pravděpodobností používat laboratorní banánky s možností vzájemného spojování „do sebe“ (a ty uvažovanou přídavnou izolaci nemají), nemá smysl na uvedeném typu zdířek trvat. Jiná možnost je použít šestici přístrojových svorek, které kromě dutinky pro banánek mají i možnost použití páskových spojek, tzv. kleme. Ty ale musí být na povrchu izolovány, a i tak vyžadují větší opatrnost. Přívod do měřicího přípravku 3 x 1,5 mm² (nejlépe s „továrně“ adjustovanou zástrčkou - např. z vyřazené pračky) vedeme průchodkou v části nad zdířkovým polem.



Obr. 3.
Přípravek
pro měření
v obvodu sítě

K čemu přípravek používáme: především k bezpečnému měření proudů a napětí. Proud měříme mezi „fázovými“ (nebo „nulovými“) vodiči, zbývající dva páry propojíme krátkými banánovými kablíky. Napětí měříme mezi fázovou a nulovou vodičem. Překřížením fázového a nulového vodiče můžeme sledovat vliv zemních smyček na brumové napětí. „Bezpečné měření proudu“ se netýká jen nás samých, ale např. také počítače, u něhož nás zajímá např. odběr ve „spícím“ stavu. Do série se spotřebičem můžeme pro snížení napětí zkusmo zapojovat téměř cokoli - kondenzátory (jen krabicové nebo svitkové, a raději alespoň na 600 V), malé autotransformatory, žárovky. Přípravek umožňuje také rychlou lokalizaci poruch např. tepelných spotřebičů (zkrat „spirály“ na „kostru“), dá se použít jako součást „zkušebního“ dálkového ovládání (např. stolní lampy) a další.

Samozejmě je možné tohle všechno dělat i bez popsaného přípravku, jen pomocí krokosvorek, „nakousnutých“ na kuličky zástrčky, ty se ale mohou smeknout, a i když jeden můj přítel tvrdí, že „dvěstědvacet je dobrejš na revma“, raději se tímto způsobem neléčím (o napětí 230 V se můj kamarád dosud nevyjádřil...).

Ostatní vybavení dílny - především nástrojové a „součástková základna“ je již plně závislá na celkové filosofii naší dílenské a laboratorní činnosti.

Hodláme-li jen občas „něco sestavit“ z kompletní stavebnice, která může obsahovat dokonce i samolepicí štítek na přední panel a (rovněž samolepicí) gumové nožky pod skříňku, pak je zřejmě luxusem dokonce i popsaný laboratorní stůl.

Druhým „extrémem“ je poměrně dobře - po nástrojové i součástkové stránce - vybavená domácí laboratoř, která se může postupně či později (po absolvování průmyslovky či dokonce vysoké školy) - stát základem poloprofesionálního nebo dokonce soukromého profesionálního vývojového pracoviště.

I v takto projektované (nebo živelně se vyvíjející) laboratoři je nutno se zamýšlet nad rozsahem a obsahem nejen „součástkové základny“, ale i „nástrojové“ a „přístrojové“ části. Součástky - především aktivní - totiž velmi rychle stárnou, a nemáme-li ve svých skladech dostatečný obrát, konstruuje se po roce de facto již ze „šuplíkových zásob“ (v pejorativním smyslu tohoto výrazu). Ne každý ale žije v těsném sousedství prodejny kvalit GM electronic, a i tak by elektronická laboratoř bez alespoň „existenčního minima“ součástek nebyla funkční.

Ukládání součástek

Ukládání součástek se tedy nevymyká a otázka zní: **jak, jak přehledně, kolik, kam** a (v poslední době též) **za**

kolik. Kdysi bylo výhodné - i z jiných důvodů - navázat užší kontakt s fešnou drogistou a požádat ji, aby pro nás shromážďovala malé, pevné krabičky z určitého druhu zboží. Pak ale začalo zboží přibývat, obalová technika se začala měnit, a získat několik desítek stejných krabiček se stávalo stále obtížnějším.

Naštěstí v téže době, asi v polovině 70. let minulého století, se začaly vyrábět „šuplíčky“ z polystyrenu, jejichž kryty umožňovaly díky rybinovým drážkám spojovat tyto zásuvky vedle sebe i nad sebou a využívat tak prostor i např. nad oknem nebo úzké, jinak nevyužitelné místo za dveřmi. Tyto zásuvky se vyrábějí dodnes, a pomineme-li skutečnost, že stály původně 11 Kčs, pak dvojnásobek, a dnes jsou nabízeny (firmou Atanasovský v Petřvaldě) za 98 Kč, pevnější (z krastenu) dokonce za 140 Kč, je možno je považovat za nejvýhodnější řešení uvažovaného „nerudovského“ problému.

Jsou výhodnější než (kovové) zásuvkové skříňky Mars z několika důvodů:

- 1) Mají (stále ještě) výhodnější poměr objemu/cena.
- 2) Umožňují využít i jinak nezhodnotitelné prostory.
- 3) Jsou lehké a pevné, takže je možné zavěsit na stěnu (na vruty v hmoždinkách) vždy pouze jednu řadu skříněk a pod ni můžeme zavěsit jednu až tři řady (podle zatížení) jen za rybinové drážky. Spodní řady zásuvek (nepřišroubované ke stěně) však mají tendenci „vyjíždět“ po svých rybinových drážkách. I když „rozpad“ celé sestavy z principu nehrozí, je v takovém případě vhodné spodní řadu přichytit ke zdi jedním vrutem nebo malou dávkou stavebního tmelu.
- 4) Nejsou křehké jako zásuvky Mars, které se při vzpříčení větší součástky mezi zásuvkou a konstrukcí skřínky snadno rozlomí.

Z téhož důvodu je třeba varovat před použitím zásuvkových skříněk podobných typu Mars, které jsou sice levnější, ale nejsou k nim dodávány náhradní zásuvky.

Ukládání nástrojů

Ukládání nástrojů rovněž nemusí být jednoduchou záležitostí. Kvalifikovaný řemeslník by nás doslova proklel, pokud bychom nástroje (zejména řezné a úběrové) měli jen naházeny v zásuvkách stolu či jinde. Řezné hrany a zuby se tupí navzájem a trpí i vzhled nástrojů.

Jediným „odborně čistým“ řešením je proto zavěšení nástrojů na stěny. Výhodou tohoto řešení je také přehlednost ukládání, kterou můžeme zvětšit tím, že pod každý nástroj fixem nakreslíme jeho obrys.

Problémem ovšem je, na co nástroje zavěšovat. Jen snad některé velké „kusy“ je možné (esteticky i ušlechtilě) zavěšovat přímo na zeď, pomocí nastře-

lovacích hřebů nebo velkých ocelových „jehel“ (těch je zvláště škoda - jsou mnohem lépe využitelné jako rýsovací jehly (po odbrušení hlaviček a upnutí do „versatilky“) nebo jako velmi kvalitní důlčičky).

Pro uvažovaný účel je sice možné zakoupit „sady pro zavěšování nářadí“ sestávající z perforovaných (zpravidla smaltovaných) desek a závěsných prvků (háčků, úhelníků aj.); tyto sestavy jsou však malé (max. 500 x 500 mm), drahé a nadto většinou nevyhovují svými ukládacími možnostmi (do dodaných držáků (úhelníků) nikdy není možné „zapíchnout“ např. celou sadu šroubováků nebo pilníků. Máme-li tyto „nosné“ prvky vyrábět „na míru“ (můžeme to svěřit mladšímu bratrovi), „sada“ se již absolutně nevyplatí (zbude z ní totiž prakticky jen smaltovaná základní deska).

Opět však existuje cenově daleko příznivější nápodoba tohoto řešení. V prodejnách latí, překližek a jiného truhlářského materiálu je možné zakoupit perforované desky ze sololaku, tj. ze sololitu, jehož lící strana je opatřena kvalitní lakovou vrstvou. Desky se používají jako závodové ke skříním, skříňkám na peřiny a jiné kusy nábytku a jsou dostupné v libovolných rozměrech. Na stěny je ale upevňujeme - i v suchých místnostech - s odstupem několika mm a po předchozím natření rubové strany (sololitu) vhodným izolačním nátěrem proti vlhkosti a plísní (v praxi totiž nikdy nelze bezpečně předpovědět, jak se i suchá zeď po zakrytí (i perforovanou deskou) bude chovat).

Takto upravené stěny pak „pojednáme“ závěsnými prvky z lehkých hliníkových úhelníků (nebo i jen ohnutých plechů), z (bukových) hranolků a/nebo z pozinkovaného drátu. Poněkud problémem je upevnění těchto prvků na poměrně tenký sololit - musíme vybrat vhodné vruty a těmito vruty nešetřit (zvláště při zavěšování těžších nástrojů). Alternativně je možné závěsné prvky na desky lepit kaučukovým nebo tavným lepidlem (zejména později, kdy se nám rozmístění závěsných prvků již osvědčilo z prostorového, estetického i ergonomického hlediska - je ovšem pravda, že tím de facto zpochybňujeme funkci perforace). Na desky pak můžeme fixem naznačit obrysy příslušných nástrojů, mimo jiné pak okamžitě poznáme, který nástroj chybí.

Do „závěsných sestav“ je vhodné upravit nejen sady nástrojů - šroubováků, kleští, klíčů (plochých i nástrčkových), pilníků, atd. ale i vrtáků, závitníků, závitorezných oček aj. - všechny tyto nástroje jsou mnohem pohodověji dostupné než v různých kazetách a kromě toho máme stálý přehled o „integritě“ sad.

Ostatní nástroje - páječky, vrtačky, akumulátorové šroubováky a nabíječky k nim, držáky na pájení DPS, přídavné čelisti ke svěráku, ohýbací přípravky,

přípravky na řezání závitů a další - již ukládáme v bočních zásuvkách stolu, přičemž těžší „kusy“ (např. přidavný

otočný svěrák) vhodně zajistíme, aby svou setrvačnou hmotou při zavírání nepoškozovaly ostatní „verckajk“.

Základní nástroje a jejich správné používání

Zde se dostáváme na tenký led - co jsou základní nástroje v domácí dílně a laboratoři?!

Šroubováky a kleště

Uvedme jeden příklad: šroubováky. Dříve jsme vystačili s pěti až šesti šroubováky s břitzy (na rovnou drážku) různé šířky a „tloušťky“. Připočteme-li několik zvláštních šroubováků (na „červíky“ knoflíků, „dvakrát zahnutý“ do nepřístupných míst a „extra dlouhý“ do hlubokých otvorů), bylo to něco kolem deseti nástrojů této kategorie.

Pak se objevily šrouby a vruty s křížovou drážkou, šrouby s vnitřním šestihranem („Imbus“) šrouby s drážkou Torx, šrouby na trojsměrný břit aj. (celkem nejméně 12 typů) - a nastal „zmatek“. Dnes už ani „profesionální sada“ s několika desítkami „bitů“ (výměnných hrotů) nezaručí, že na určitý šroub najdeme „bezezbytku správný“ hrot.

Zde je vhodné uvést aspoň jednu nezpochybnitelnou výhodu šroubů s křížovou drážkou: pokud drážku (vinou „absolutně nepovolitelného“ šroubu nebo nikoliv stoprocentně vhodného „bitu“) „rozžvejkáme“ natolik, že šance na povolení je nulová, vždy ještě zbývá možnost hlavu šroubu - a při pozorné práci i celý dřív - odvrtnat a vyříznout nový, „o číslo“ větší závit.

Situaci dále „znehledňuje“ skutečnost, že v téměř každé „sadě“ nástrojů je i několik „bitů“ stejných jako v jiných sadách, takže v dílně máme brzy 30 až 50 hrotů různých typů i kvality a najít „jediny pohledem“ (jak tomu bývalo dříve) vhodný typ i rozměr je prakticky nemožné. To je možná jeden z důvodů, proč šroubárny aspoň u některých svých výrobků doplňují křížové drážky rovnými. Vzhledně to moc není, ale praktické rozhodně ano.

Obdobně, i když ne v takovém rozsahu, se situace vyvíjí i u jiných nástrojů.

U „bitů“ pro šroubováky však narážíme ještě na další problém: průměr versus délka hrotu. I při běžných opravách

domácích spotřebičů (výměna přívodního kabelu) se nám nápadně často stane, že kryt nemáme čím povolit, protože šroubky (rozměrů odpovídajících M2,5 až M3) jsou „utopené“ - i jen pouhých pár milimetrů - v krytu. „Bity“ s patřičně úzkým a dlouhým dřikem se sice vyrábějí (např. firma Stanley), získat je je však zpravidla tak obtížné (mívá je, ovšem pouze nesystematicky některé kusy, firma Rousek na Náměstí bratří Synků v Praze - Nuslích), že raději „na honem“ zakoupíme na požadovanou drážku „příslušný“ šroubovák (s rukojetí). Tím si ovšem svůj „arsenál“ šroubováků dále nesystematicky rozmnožíme a znehledníme.

Nezanedbatelnou otázkou dále je, čím budeme „bity“ otáčet. Každá „šroubovákova“ sada obsahuje „ráčnový“ držák, ten je však většinou na mnohé práce příliš velký a těžký. Občas se ale objeví i mnohem menší typ (velikosti přibližně patnáctiwattové žárovky) - ten lze velmi doporučit, zejména pokud sada obsahuje i (velmi praktickou) ohebnou hřídel. Ta je na svém dolním konci opatřena volně otáčivou objímkou, která umožňuje navádět „bit“ druhou rukou i při značně mimoběžných osách (tuto ohebnou hřídel je možno s výhodou používat i ve spojení s akumulátorovým šroubovákem).

Otázku „nezbytnosti“ akumulátorového šroubováku asi není možné jednoznačně zodpovědět. Vyrábějí se však i typy (např. pro servisní techniky počítačů) s rukojetí o průměru 16 mm a s délkou 90 mm. Stojí okolo 6000 Kč a stále jich není dostatek. Pokud se rozhodneme pro běžný typ (průměr rukojeti asi 40 mm a délka (s akumulátorem) min. 200 mm), je třeba vybírat typ s vhodně umístěnými a ergonomicky řešenými ovládacími prvky (přepínač chodu, aretace vřetene) a s výměnným akumulátorem. Lze doporučit výrobek Skil (typ Twist Xtra) - není drahý (stejně jako většina výrobků této značky) a je „akumulátorově kompatibilní“ se šroubováky Bosch. Zajímavá zkušenost s akumulátorem Bosch: vinou dvojí

hospitalizace a dlouhodobé rekonvalescence jsem šroubovák neměl možnost dobíjet. Přesto ještě po 19 měsících šroubovák mohl používat - krouticí moment sice už není „slavný“, ale „přece se točí“ („akupack“ NiMH, 3,6 V).

Vedle těchto „aku-šroubováků“ „doutníkového“ typu jsou často za „šroubováky“ označovány akumulátorové vrtačky s různým napětím akumulátoru. Právem - mají velký krouticí moment (dokonce tak velký, že jsou vybaveny zpravidla šestistupňovým omezovačem) a díky tříčelistovému sklíčidlu, které bezpečně drží každý šestihranný bit, umožňují spojovat měkké dřevo pomocí vrutů bez předchozího předvrtávání děr. Aby byly takto použitelné i pro tvrdé dřevo, vyrábějí se k nim vrtačky do dřeva s „normalizovanou“ šestihrannou stopkou (to v zájmu co nerychlejší výměny vrtačky za „bit“). V situaci, kdy „pohonná jednotka“ je vybavena standardně rychloupínacím sklíčidlem a přepínačem směru otáčení, je ovšem možno takové „bitvrtačky“ považovat trochu za „rozmařilost“ (jsou dosti drahé a co když se zlomí?).

Existuje nicméně několik druhů **klasických šroubováků** (se samostatnými rukojetmi), které je dobré mít v kompletní sadě (a umístěné tak, abychom je snadno a rychle našli) - je to především **sada elektrikařských šroubováků** s izolovanými dřiky. Izolace dřiků ovšem musí být důkladná, ne pouze bužírka jako kdysi sady Narex (tyto šroubováky jsou z dosti kvalitní oceli, takže jsou mnohde ještě „v plném provozu“).

Pokud se máme rádi, doplníme tuto sadu šroubováků ještě stejně dokonale **izolovanou sadou kleští**. Ta by měla obsahovat přinejmenším větší „kombinované“ kleště, dále kleště ploché (pokud možno s čelistmi dvojí délky - asi 40 až 50 mm a 80 až 100 mm), **kleště se zahnutými čelistmi** - „telefonní“ (délka čelistí opět asi 80 mm), **kleště s kuželovými čelistmi** („očkovací“), **čelní i stranové štipky**, **Siko-kleště a kleště na odstraňování izolace**.

Kleště na odstraňování izolace jsou v principu čtverého typu:

1) „Ruční“ - mechanickým řešením připomínají stranové nebo čelní štipky (někdy jsou s nimi dokonce kombinovány), mají ruční nastavování na požadovaný průměr drátu resp. izolace;

2) „Automatické“ - samočinně se nastavují na aktuální průměr drátu nebo lanka a jsou vybaveny dorazem na nastavenou délku odizolování (rozpětí cen 1:40!).

3) „Odstraňovače izolace“ různého konstrukčního řešení a kvality - princip nejčastěji podobný jako v bodu 2).

4) „Nože“ na odstraňování vnější izolace z elektrovedných a koaxiálních kabelů.

Všechny rukojeti izolovaných kleští i šroubováků musí být nerozbitné a tvarované tak, aby bezpečně zabránily



Obr. 4. Přehled nejběžnějších břitů šroubováků

sklouznutí ruky tam, kde „to kope“. Samozřejmě součástí této specializované sady nástrojů má být zkoušečka (jednopólová „fázovka“ i dvoupólová zkoušečka s indikací úrovně napětí pomocí LED, tedy moderní verze „Vadasky“).

Sada by měla obsahovat i **univerzální klíč** na zámky rozvaděčů, přípojkových skříní a jiných zapovězených míst, a konečně **výkonnou svítilnu** s velkým reflektorem.

Druhá „smysluplná“ sada šroubováků s rukojetími je **sada miniaturních šroubováků** - postupně plochých, křížových a podle potřeby dalších - s **otočnými kloboučky na koncích rukojetí**. Vyrábí je např. naše firma Narex a velmi dobře se s nimi pracuje. Barevné otočné kloboučky umožňují rychle nalézt potřebný typ hrotu.

Součástí sad šroubováků s rukojetími - jsou samozřejmě k dostání i samostatně - jsou **přidržovací šroubováky**.

Nejstarší a nejvýhodnější byl „rozpěrný“ typ, vhodný ovšem pouze pro šrouby (a vruty) s rovnou drážkou (jiné tehdy ani nebyly).

Tento typ přidržovacího šroubováku je možné snadno vyrobit, pokud máme možnost pájet mosazí: do díku zlomeného šroubováku lupenkovou, miniaturní kotoučovou pilkou nebo jehlovým pilníkem vytvoříme příčnou drážku do hloubky 6 až 8 mm. Do této drážky vsadíme dvě planžetky vybroušené z hodinového péra a natvrdo připájíme. Planžetky vsadíme tak, aby pružily proti sobě a podle potřeby je z vnější strany (kterou je po stisknutí budeme vkládat do drážky šroubu nebo vrutu) vhodně sbrousíme. Výhodou tohoto přidržovacího šroubováku oproti všem ostatním typům, které přidrží šroub za hlavu zvenku, je nejmenší technicky možný průměr, a tedy např. možnost „prokládat“ šroubky i technologickými otvory s průměrem jen o několik desetin mm většími, než je hlava šroubu.

Týž úkol např. pro šrouby s křížovou drážkou můžeme vyřešit jen tenkostěnnou trubičkou (mosaznou) nebo bužírkou vhodného vnitřního (a případně i vnějšího) průměru, kterou přilékáme na hlavu šroubu (bužírku můžeme předem nahřát, aby byla měkčí). Celek pak před „aplikací“ můžeme navléknout na pletací jehlici a vložit na chvíli do chladničky, aby měl potřebnou tuhost.

Přidržovací šroubováky, přidržující hlavu zvnějšku, takže přidržený mechanismus je vždy mnohem rozměrnější, se vyrábějí v sadách pro tři nejběžnější typy drážek - rovnou, křížovou a „Pozidriv“.

Nezastupitelnou úlohu v elektronické laboratoři má **sada ladicích šroubováků** pro práci ve vf elektronice a na počítačích. Sada tohoto typu obsahuje jednak „zcela nemagnetické“ šroubováky (jejichž dřík i čepel je zhotovena z plastické hmoty), a dále šroubováky

s plastovým dříkem a mosaznou čepelí. Dříky a případně čepele jsou nejčastěji z polykarbonátu.

Další **sada šroubováků s rukojetími z uhlíkového plastu** je určena pro práci se součástkami choulostivými na statickou elektřinu. Často je dodávána v kombinaci se sadou kleští, vodivou pracovní podložkou, uzemňovacím „náramkem“ apod. Rukojeti všech těchto nástrojů jsou v rozporu s běžným uzem elektricky vodivé!!

Pro práci ve stísněných prostorových podmínkách výhodně uplatníme **sadu tzv. karburátorových šroubováků** o délce dříků 25 mm (šířka břitů 4; 5,5; 6,5 a 8 mm + 2 křížové), jindy - např. při opravách profesionálních reproduktorových skříní - naopak **sadu s dlouhými dříky** (300 mm).

Funkčně, nikoliv však vzhledem, náležejí do kategorie šroubováků i **sada zahnutých šestihranných klíčů „imbus“**, nověji s „kulovou hlavou“, t.j. s jedním koncem vytvarovaným tak, že klíč „zabírá“ i v úhlu až 25° mimo osu šroubu. Tyto „imbusáky“ se vyrábějí i s rukojetími.

Další užitečný nástroj, tvarově i materiálově odvozený od klasického šroubováku, je **vytahovák**. Je to vlastně šroubovák o různé délce dříku (nejmenší - 45 mm - je určen pro vyjímání součástek z desek plošných spojů), jenž je na konci poloměrem přibližně 10 mm zahnut pod úhlem asi 25°. V břitu o šířce 3 až 4 mm je vidlicová štěrbin a o šířce asi 1 mm.

Od šroubováků jsme se „přenesli“ k „obyčejným“ **kleštím**, t.j. ke kategorii nástrojů především uchopovacích.

O výběru kleští platí v podstatě totéž, co o speciálních kleštích elektrikářských. I „obyčejné“ kleště budou mít izolované rukojeti, zde ovšem spíše pro pohodlnou práci, izolace nemusí být tak „důkladná“ elektricky ani ergonomicky (při běžné práci často „moc izolace překáží“), zato se za žádných okolností nesmí s rukojetí „zouvat“ (ráda to po čase dělá měkká izolace na bázi umělého kaučuku, který se nadto velmi špatně lepí).

Pro práce, které svým charakterem nepatří do elektronické dílny/laboratoře, ale jejichž úspěšné zvládnutí bývá „rodnou radou“ ceněno mnohdy mnohem výš než vlastní elektronický vývoj, je vhodné mít „něco velkého“ - v praxi (kromě „normálních“ Siko-kleští) ještě jedny s délkou rukojetí nejméně 300 mm a stejně „mohutný“ stavitelný klíč (na instalátérské matice 1" nebo dokonce 6/4").

Některé velké prodejny (a zejména specializované supermarkety) rozdělují prodávané nářadí a nástroje zpravidla do tří kategorií: „obyčejné“ (ztupí či jinak se opotřebují mnohdy do 1 měsíce), „pro dílenský provoz“ (měly by vydržet několik let) a „profi“ (měly by vydržet ...).

Někteří výrobci poskytují na své nářadí „doživotní záruku“, na tu ovšem

pozor, uznání takové záruky bývá podmíněno tak vysokou finanční kompenzací, že celá „doživotní záruka“ v takovém případě působí dojmem zcela neseriózního reklamního triku.

Ceny nástrojů mezi jednotlivými kategoriemi rostou velmi progresivně (min. v poměru 1:4:8), takže např. u kombinovaných kleští kategorie „profi“ je nutno počítat s cenou blížící se 1000 Kč. Kvalita jakéhokoli nástroje je přitom určována použitým materiálem, technologií (např. kování) a konečnou úpravou (ostření, vytvrzování, povrchová úprava aj.). Zuby pily nebo břit sekáče či šroubováku, vytvrzený indukčně nebo elektrickým obloukem nástroj prodraží, ale vydrží mnohem déle ostrý. Nevytvrzené pracovní části se sice rychle(ji) ztupí, ale je možné je přestořovat (pilníkem nebo na kotoučové brusce). Nepřijemnou vlastností bývá křehkost nástrojů - pilový list se snadno zlomí (nebo „přijde o pár zubů“ a zlomí se potom), břit šroubováku se „odštípně“ tak šikovně, že šroubovák do původní sady již nemůžeme zařadit (velká výhoda výměnných „bitů“) atd.

Při rozhodování o tom, na kterou ze tří kategorií se pro vybavování domácí dílny/laboratoře orientovat, je snad možné dát toto doporučení: nástroje první kategorie (= „obyčejné“) mohou být příliš „poutové“, nástroje třetí kategorie (= „profi“) jsou téměř vždy příliš drahé.

Rozumnou variantou (vycházející z úvahy, že žádný z nástrojů (ručních či elektrických) nebude v domácí dílně v provozu 8 až 16 hodin denně, je orientace na kategorii „poloprofi“ za předpokladu, že kvalitu (nástrojů této kategorie) předběžně ověříme tím, že zakoupíme z budoucí sady ten nástroj, u něhož předpokládáme největší „provozní zatížení“, tedy např. ze sady kleští stranové štipky (tento princip je bohužel možné využít jen u těch nástrojů, které je možno do sad doplňovat postupně).

Vrtáky

Další důležitou skupinu nástrojů tvoří **vrtáky** (vrtání - přesněji frézování - otvorů do průměru 30 mm je popsáno v kapitole „Dělení, začišťování a tvarování materiálů“).

Je možno považovat za herezi vůči jiným oborům, tvrdím-li, že v domácí dílně vystačíme pouze s vrtáky do kovu. Těmi provrtáme téměř všechno, snad s výjimkou legované oceli a skla. První omezení pocítíme např. v případě, kdy nějak poničíme plastový držák pilky ocasky a „zbylý“ list chceme upnout do jiného držáku (v tom případě je nutné (?) nechat otvor do listu vypálit elektrojiskrově ve větší dílně. Vrtání do skla zvládneme sami. (Jen pro úplnost zopakuji známý postup: do stojanové vrtáčky upneme kousek měděné trubky, do které vložíme např. pahýl spirálového vrtáku s průměrem rovným světlosti trubky, aby se tlakem čelisti

sklíčidla nedeformovala. Okolo místa na skle, kde chceme vrtat, vytváříme „misku“ ze sklenářského tmelu, do ní nasypeme smirkový prášek a s několika kapkami strojního oleje vrtáme tak dlouho, až sklo praskne. Pak o tuto službu požádáme nejbližší sklenářství).

Největším problémem vrtáků je jejich broušení. Tupý vrták se v otvoru třením zahřívá, materiál vrtáku se vyhřeje a tím ztratí svou tvrdost, takže i když takový vrták „předpisově“ nabrousíme, brzy se zase ztupí. Trvale ostrý nevydrží ani nejdražší a nejlépe nabroušený vrták. Uvědomíme-li si, kolik „řezné práce“ - zejména v oceli a v houževnatých materiálech - musí vykonat dva břity o délce řádově jednotek, často i zlomků milimetrů, je na místě podiv, že to „vůbec tak dlouho vrtá“. Broušení vrtáků se provádí v ruce pomocí „kolébkového“ držáku nebo pomocí speciálního přípravku nasazeného na ruční vrtáčku (případně na kvalitní dvoukotoučové brusce). Princip broušení je v obou případech stejný - vytvářejí se (resp. obnovují) části kuželových ploch na přední straně vrtáku, přičemž osy těchto kuželových ploch nejsou totožné s osou vrtáku (pak by broušení nebyla „žádná věda“), ale svírají s touto osou určitý úhel, přičemž o tento úhel jsou vzájemně natočeny. Vypadá to „nepřehledně vědecky“, ale princip je tento: má-li břit vrtáku řezat, musí jeho přední část (ve směru otáčení vrtáku) být blíž k vrtanému materiálu než jeho zadní část - to vše navíc dvakrát a zrcadlově proti sobě, protože břity jsou dva. Snadněji to vše pochopíme, prohlédneme-li si pozorně (raději větší) profesionálně nabroušený vrták. Pochopíme-li princip, můžeme zkusit v ruce nabrousit napřed nějaký velký vrták. Vrcholový úhel (definovaný pomyslnou kuželovou plochou, kterou by bylo možno na špičku vrtáku „nasadit“) prozatím neměníme. Podaří-li se nám správně nabrousit vrták např. 6 mm, můžeme si příště „troufnout“ třeba na „trojku“. Nejmenší průměry se „naštěstí“ často dřív zlomí než ztupí, takže...

Broušení vrtáků pomocí kolébkového držáku na (dvou)kotoučové brusce je podstatně jednodušší a rychlejší, vyžaduje však dobře seřízenou „kolébkou“. Je výhodné, máme-li na horní části (motoru) brusky mističku s chladicí kapalinou; mistička ale má být uzavíratelná, aby se obsah brzy neznečistil. Nejvhodnější je snad plechový obal od „Energitu“, který pomocí magnetu uchytíme na úhelníček upevněný nad motorem (přímo na motor raději ne - hřeje a magnet postupně „odejde“).

Moderní dvoukotoučové brusky - i typy s pomaluběžným kotoučem - mají samostatné osvětlení, individuálně nastavitelné pomocí krátkého „hada“. Mívají též uzavřené, ale snadno přístupné pouzdro na brýle, a držák orovnávacího přípravku. Všemi těmito užitečnými doplňky je vhodné vybavit každou starší brusku.

Matkové klíče

Další skupinou nástrojů, které vlastně měly následovat bezprostředně po šroubovácích, jsou **matkové klíče**.

Tyto nástroje jsou v zásadě trojího typu: ploché (nebo „téměř“ ploché, tj. s mírně vyhnutými konci („očkové“ nebo „očkoploché“), „Gola“ (nástrčné klíče - „oříšky“) a trubkové.

Zvláštním „poddruhem“ jsou nástrčné klíče se samostatnými rukojeťmi (vypadají podobně jako šroubovák). Tyto klíče lze však doporučit pouze v rozpětí 4 až 10 mm - větší matky (se závitem větším než M8) se totiž rukojetí mnohdy již nedají povolit či řádně utáhnout, a klíče - z obtížně pochopitelných důvodů mnohdy nemají (např. na rukojetí) pomocný šestihran pro plochý klíč.

Téměř všechny typy klíčů gola se vyrábějí v rozměrech 4 až 50 mm, zřídka ještě i v palcové míře. Malé hlavice gola v rozměrech zlomků palce se někdy dodávají v sadách společně s metrickými rozměrů 4 až 13 mm. Příliš praktické to ale není - palcové i metrické „oříšky“ jsou si rozměrově podobné a vzájemně se pletou.

Rozměrům „oříšků“ a tedy požadovaným krouticím momentům odpovídá i velikost „unášecích“ otvorů v hlavících (resp. čtyřhranů na ráčnách, prodlužovacích nástavcích aj.) - nejmenší sady (nebo „podsady“) „oříšků“ o rozměrech 4 až 13 mm mají otvory 1/4"x1/4", střední sady (nebo „podsady“) hlavice o rozměrech 6 až 19 mm mají otvory 3/8"x3/8", dále hlavice 8 až 22 mm mají otvory 1/2"x1/2" a největší hlavice 22 až 50 mm mají unášecí otvor se stranou čtverce 3/4".

Výhodnou „univerzální“ variantou jsou **posuvné ploché klíče**, zejména v sadě tří velikostí: v délce 100 mm (rozsah nastavení čelisti 0 až 15 mm), 200 mm (rozsah 0 až 24 mm) a 300 mm (0 až 36 mm). Kromě těchto tří velikostí mám ještě posuvný klíč s délkou 50 mm (rozsah 0 až 8 mm) a 500 mm (na matice až 6/4") - oba se „uživí“, malý má ale trochu velkou vůli mezi posuvnou částí a „šnekem“.

Nejmenší sady hlavice jsou většinou kombinovány se šroubovácovými hroty („bity“) a s hlaviceím imbusem, ty jsou ale vesměs šestihranné. Důležitou součástí těchto sad jsou proto přechodové díly „čtyřhran - šestihran“ (vnější i vnitřní), dokonce ve třech různých délkách. Těchto „adaptérů“ je dobré mít víc, snadno se někdy zakutálí a sada (nebo přinejmenším její polovina) není k ničemu. Přechodový díl „čtyřhran - šestihran“ využijeme i pro „oříšky“ ve spojení s aku-šroubovákem (matky nebo šrouby se šestihrannou hlavou).

Dlouholetá zkušenost ukazuje, že v domácí dílně pohodlně vystačíme se sadou plochých (rozvidlených) klíčů 4 až 14 mm a se sadou nástrčných hlavice stejných rozměrů. Pokud potřebujeme manipulovat s maticemi větších rozměrů (starší typy elektrolytických kondenzátorů nebo přepínačů), použijeme

jeme klíč stavitelný (posuvný). Ploché klíče se vyrábějí buď v sadách a v pořadí rozměrů např. „4 - 5“; „4,5 - 5,5“; „6 - 7“ atd. nebo v kombinacích pro matice metrické řady, tedy „5,5 - 7“ pro matice M3 a M4, „8 - 10“ pro matice M5 a M6 atd. Druhý způsob je pro praxi výhodnější, naproti tomu klíče odstupňované po milimetrech (nejmenší dokonce po 0,5 mm) nám dávají šanci zvládnout i např. poškozené matice, které je nutno „poopravit“ pilníkem. Je tedy výhodné mít obě sady, jsme tím zároveň „pojištěni“ pro případ, kdy potřebujeme utáhnout nebo povolit dvě kontramatky na šroubu či svorníku, což bez dvou shodných klíčů bývá dosti problém.

Rozměry (vzdálenost úchytných ploch) matic vzhledem k příslušným závitům jsou uvedeny v tab. 1.

Stejně klíče můžeme použít i pro matice s jemným závitem, používané k uchycení potenciometrů, přepínačů a jiné „bižuterie“. Pro matici se závit M8x1 je to klíč č. 14, pro M10x1 klíč č. 17, pro M12x1,5 klíč č. 19, pro M16x1,5 klíč č. 24 atd.

Měřicí a rýsovací náčiní

Důležitou skupinu tvoří nástroje měřicí a rýsovací, která však jsou obsahem samostatné kapitoly.

Elektrické nářadí

Z dnes již obtížně přehlédnutelné palety elektronářadí, využívaného nebo využitelného v elektronickém vývoji, a tedy (aspoň zčásti) i v domácích dílnách, probereme alespoň několik základních typů.

První byla nesporně **elektrická vrtačka**, napřed jen **ruční** a posléze upínaná do **stojanů**, kde v podstatě nahrazovala původní kliku a jednoduchý ozubený převod. Tohle je možno brát doslova, protože vrtačka výkonem svého motoru 150 až 180 W opravdu nebyla „žádný zázrak“. Pak se ale výkon motorů počal zvyšovat a již při překročení hranice 250 W začaly vrtačky být vybavovány mechanickým přepínáním rychlostí, jež umožňovalo při nižších otáčkách používat vrtačky průměru alespoň 8 mm i do oceli. Po zvýšení výkonu motoru na 350 W a více již bylo možno vybavit tyto vrtačky sklíčidlem na průměr 10 mm. To již byly vrtačky vybavovány tyristorovou regulací, která umož-

Tab. 1. Číslo klíče (odpovídá rozměrům matice) v závislosti na rozměru závitu

Klíč č.	Závít	Klíč č.	Závít
4	M2	12	M7
4,5	M2,5	13 (14)	M8
5,5	M3	17	M10
6	M3,5	19	M12
7	M4	24	M16
8	M5	30	M20
10	M6	36	M24

nila m.j. používat tyto vrtačky k vrtání dřeva. Výkon „zakletý“ do motorů, jejichž objem ani hmotnost se v podstatě nezměňovaly, vzrostl na 600 až 750 W a z vrtaček začaly mizet mechanické přepínače rychlosti - staly se zbytečnými, protože motor svou výkonovou rezervou dával dostatečný kroučící moment téměř v celém rozsahu otáček od „nuly“ do asi 2800/min.

Všechno v pořádku, až na ... - až na nedostatečné chlazení motoru při nízkých otáčkách, které ohrožovalo motory již ve vrtačkách s motory 350 W. Z toho plyne, že popsáný trend není zcela bez problémů. Je sice pravda, že vrtačka - vybavenou nadto přepínačem směru otáčení - můžeme používat přímo např. jako navijedku nebo elektrický závitofez, ale je radno mít ruku stále na motoru a občas ho nechat ochladit při „normálních“ otáčkách.

Pokud používáme motor nějaké starší vrtačky jako pohonnou jednotku např. navijedky, a pracuje-li tento motor vlivem tyristorové regulace trvale při nízkých otáčkách, je vhodné jej chránit proti přehřátí. Můžeme k tomuto účelu použít vcelku libovolný bimetalový spínač s vybavovací teplotou 85 až 95 °C, který upevníme na kryt motoru v místě, kde se ohřívá nejvíce. Jedná-li se o bimetalový spínač, může např. zkratovat část srážecího rezistoru přídržného vinutí „stykače“ motoru; je-li bimetal řešen jako rozpínač, může jednoduše toto přídržovací vinutí odpojit.

Druhý trend - rovněž jasně patrný v uplynulých desetiletích - je opuštění používání vrtačky jakožto univerzální pohonné jednotky pro kotoučovou pilu, vibrační brusku a další typy „neautonomního“ elektronářadí. To mělo logiku: vrtačka je potřebná stále a uvedená koncepce vedla mnohdy k pořízení druhé vrtačky pro pohon dalších přístrojů, což však nebylo výhodné ergonomicky ani ekonomicky - proto dnes má každý elektronářad svůj vlastní pohon.

Vývoj kvalitních, lehkých a výkonných NiCd a NiMH akumulátorů (především pro vojenské účely) umožnil vznik nové kategorie elektronářadí.

Začalo to „bezkabelovými“ vrtačkami a šroubováky, nyní se nabídka posunula až k akumulátorovým sekačkám na trávu.

Zatímco u akumulátorových šroubováků „doutníkového“ tvaru se „napětí zastavilo“ celkem rozumně na velikosti 3,6 V, u vrtaček - v zájmu co největšího výkonu a „výdrže“ akumulátoru - napětí „roste a roste“ z původních 9,6 V přes 12 V až k dnešním 24 V. Současně ovšem nepříjemně roste i hmotnost - vrtačka s akumulátorem 24 V je již téměř o 0,5 kg těžší než „síťová“ s motorem 650 W. Akumulátorová vrtačka používaná na Aljašce však stejně potřebuje náhradní akumulátor, a ten bude nutno znovu nabít, takže ???!

Sám ale mám vrtačku s akumulátorem 12 V a používám ji - i v dílně, když nechci mít kolem sebe moc kabelů. Ta-

hle vrtačka má totiž ještě jeden půvab: díky akumulátoru je vyvážená tak, že je možné ji držet jen jednou rukou a druhou mohu např. přidržovat na zdi elektroinstalační lištu nebo odhánět mouchy. Stejně dobře vyvážená (s držadlem pod motorem) je však i „síťová“ vrtačka Metabo, která už 30 let vrtá a vrtá ...

S ruční vrtačkou se dají i v domácí dílně (nebo spíš právě tam) dělat doslova kouzla. Upneme-li ji do „obyčejného“ stojanu, máme - při dostatečně výkonném motoru a tedy upínacím rozsahu sklíčidla - téměř plnohodnotnou náhradu malé „sloupovky“ (oproti níž má snad jen podstatně menší zdvih a méně pohodlné nastavování výchozí výškové polohy vřeten).

I „klasické“ stojany na ruční vrtačku se inovují - mají např. integrovaný „hloubkoměr“ nebo možnost natáčet vlastní uchycení vrtačky kolem vodorovné osy. To dále rozšiřuje možnosti využití brusných kotoučů typu Super Disc - můžeme jimi bezpečně řezat nebo rozbrušovat, majíce materiál upnutý ve „vrtačkovém“ svěráku a vedoucí kotouč do záběru ovládací pákou stojanu. Má-li svěrák otočnou základnu, upevníme jej k základně stojanu a máme pokosovou pilu nebo rozbrušovačku pro zhotovování např. předních rámu pro reproduktorové skříně. Upneme-li do vrtačky (s vřetenem se vodorovné poloze) ocelový drátěný kartáč, můžeme úspěšně napodobit „kartáčovaný“ hliník (než si troufneme na přední panel, „trénujeme“ tuto technologii na vnitřních dílech skříněk a na sub-panelech). Kartáčovaný povrch je ale nutno ihned - dříve než „zajde“ - nastříkat bezbarvým nitrolakem.

Velmi užitečným, i když dosti neobvyklým doplňkem vrtačkového stojanu je „šňůrové“ tlačítko (obvyklé nad nemocničními lůžky), upevněné k páce posuvu (těsně ke „kouličce“), do něhož - po zaaretování spouště vrtačky v zapnuté poloze - přemístíme funkci spouštění. Vrták (hlavně tenký) pak můžeme v klidu navést na požadované místo a teprve poté vrtačku spustit. Ne každé sklíčidlo má totiž „nulovou“ házivost upnutého vrtáku, a navádět na požadované místo vrták, jehož hrot opisuje kružnici o průměru okolo 1 mm (a až o průměru několika mm u delších vrtáků, což je běžný případ u komerčních sklíčidel) není nic příjemného. Toto řešení je ovšem někdy vyloučené v případech, kdy konstrukce spouště nedovoluje zaaretovat ji v libovolné poloze „čudlíčku“ regulace rychlosti (pak však můžeme vrtat jako v dobách, kdy vrtačky plynulou regulaci otáček ještě neměly, tj. plnou rychlostí).

Upneme-li vrtačku do „neobyčejného“ stojanu - u něhož se pohybuje stolek proti vrtačce (vyráběl ho dááávo Narex v České Lípě), máme tak „chytřý“ soustruh (na dřevo, plastické hmoty, hliník atd.), jak jen naše fantazie a „dovyráběné“ doplňky dovolí.

Upneme-li vrtačku do speciálního stojanu, změním ji na malou horní frézku nebo řezačku obkládů.

Malý plechový vozíček se čtyřmi kolečky promění vrtačku na výkonnou drážkovačku na ukládání kabelů nebo tenkých vodovodních trubek do zdi. Připomeňme, že vodovodní trubky z PE nebo PPH mají tak malý hydrodynamický odpor a vůbec „nezarůstají“, že rekonstrukce vodovodní instalace je možno dělat trubkami „o číslo“ menšími než byly původní kovové. Dřívější půlpalcové trubky tedy můžeme nahradit trubkami „třiosminovými“ atd.

Nasadíme-li na vrtačku ostříč vrtáků, nemusíme se „trápit“ s broušením vrtáků (bohužel však jen v rozpětí 3,6 až 10 mm).

Upneme-li do sklíčidla brusný kotouč typu Super Disc (černý - určený i pro tvrdkovy), můžeme brousit dřevorubecké sekery, zkracovat hlavně pušek aj.

Opatříme-li si (nebo vyrobíme-li si - pájením mosazí) prodloužené vrtáky do zdiva, můžeme provrtat i obvodovou zeď, otvorem protáhnout např. telefonní dvoulinku nebo kabel SYKFY a domovní zvonek pořídíme za desetinu ceny „bezdrátového“, aniž zbytečně zvyšujeme „elektromagnetický smog“ ve svém nejbližším okolí.

Další elektronářadí sice není tak univerzální jako vrtačka, ale ušetří nám také hodně času a námahu.

Kotoučovou nebo přímočarou pilou (popř. **elektrickou ocaskou**) řezeme dřevotřískové desky k reproduktorovým skříním, přímočarou pilou, elektrickou ocaskou či úhlovou brusku dělíme materiál na kovové police (jak již bylo upozorněno na jiném místě, dřevotříska není na police vhodná - zejména na větší zatížení, protože se po čase ošklově prověšuje), dále plech na výrobu panelů a skříněk, kuprexit, pertinax, textgumoid atd. S výjimkou dřeva, laťovky nebo dřevotřísky volíme vždy kotouč nebo list s jemným ozubením, tj. 20 až 30 zubů na palec.

Úhlovou brusku využijeme pro řezání válcovaných nebo vytlačovaných profilů „L“, „T“, „U“ nebo uzavřených trubek nebo jácklů především z oceli nebo z hliníku a jeho slitin (tedy zejména chladicích profilů). Zvláště pro přesné a čisté řezání drahých chladiců se vyplatí úhlovou brusku doplnit stojanem.

Vibrační brusku používáme pro úpravu povrchů skříněk pro natírání, dýhování (není dnes již tak složité, ale je dosti drahé) nebo „tapetování“ (pozor, nikoli samolepicími tapetami, běžné tapety je nutné pečlivě lepit!).

Ruční pásová bruska zastane do značné míry práci **hoblíku** (ručního nebo elektrického), na rozdíl od něho však umožňuje opracovávat nejen dřevo (úpravy hranolů a latěk např. na police nebo stojiny), ale i např. textgumoid, polystyren, ABS a jiné plasty (umí např. snížit sériově vyráběnou přístrojovou krabičku).

Pracujeme-li se dřevem nebo plastickými hmotami (zvláště deskovými při výrobě skříněk) častěji, využijeme **kombinovanou pásovou a kotoučovou brusku**. Není drahá, je funkčně univerzálnější než oba typy samostatně a všechny uvedené „brusičské“ práce je s ní možno dělat přesněji a s menším rizikem „zmetků“.

U všech nástrojů této kategorie volíme typ s možností odsávat piliny vysavačem (když už ne přímo s integrovaným odsáváním). U brusky je výhodné, aby byla vybavena integrovaným odsáváním prachu. Její cena je sice zhruba dvojnásobná oproti brusce bez odsávání (popř. s vývodem na hadici vysavače), práce s ní je však nesrovnatelně pohodlnější.

Mezi elektronáři je správné počítat i (klasické a pistolové) páječky, pistole pro tavné lepení, stříkací pistole na barvy aj.

Páječky a jejich příslušenství

Jakkoli se to zdá být zbytečné, **klasické páječky** je vhodné mít tři: **miniaturní** (s regulací teploty), **„střední“** (s příkonem 100 W) a **„velkou“** (s příkonem 500 W).

Nezbytnost prvního typu - vybaveného nadto případně dvěma pájecími pery s příkonem např. 6 a 25 W (Ersa) - není třeba zdůvodňovat, potřebujeme-li však např. dokonale „procinovat“ lanko průřezu již 2,5 mm², bez „středního“ typu se neobejdeme. A stačí, abychom byli postaveni před úkol „zaletovat“ prasklou měděnou trubku u kotle ústředního topení nebo „utěsnit“ topné těleso bojleru v mosazné přírubě (abychom obhájili právo na „takovýho verkajku“) - bez pájky 500 W nemáme šanci. Víme, jsou i tací, kteří si vypomáhají „podehríváním“ velkých dílů na kuchyňském sporáku, ale s příslušně velkou páječkou působí taková akce přece jen profesionálněji, nehledě k tomu, že i my sami občas zatoužíme něco velkého důkladně propájet...

Pro „středně jemné“ (nebo „středně hrubé“) pájení používám již déle než čtvrt století „originální“ způsob uložení pájky a kalafuny (z dřívějších dob jsem zvyklý „kalafunět“ vždy raději více). Základem jsou dvě krabičky od „odstraňovače pachů v chladničkách“ (mají rozměr 73x63x34 mm, ale je samozřejmě možno použít i jiné), spojené dny k sobě. Jedna, „horní“, je naplněna kalafunou, v „dolní“, zakryté původním perforovaným víčkem, je otočně (na osičce, která spojuje obě krabičky) uložena cívka s pájkou. *Simple, but very practical.*

I při takovém „luxusním“ vybavení páječkami je snad ještě „obhajitelná“ **páječka transformátorová**. Mohu odpovědně prohlásit, že s ničím lepším než s „oranžovou“ páječkou „Kyjovan“ 100 VA jsem neměl příležitost pracovat.

Kvalitu této páječky mohou doložit touto - obtížně uvěřitelnou - příhodou:

pracovní stůl byl plný „rozpracovaností“ a páječka byla připojena do jedné ze zásuvek vzadu nad stolem. Náhlé odvolání k vítání jakési návštěvy a páječka, zachycena rohem zásuvky (tentokrát šuplíku) za přírodní kabel, se do tohoto šuplíku svezla. Šuplík uzavřen, a páječka, sevřena mezi uložený otočný svěrák a jakési další neskladnosti, se zapnula. Po příchodu druhého dne - asi po 20 hodinách - v dílně příjemně teplo. Otevřením zásuvky se páječka sama vypnula, vychladla - a funguje dodnes. Ovšemže to mohlo dopadnout mnohem hůř, ale nedopadlo, a jde tady o něco jiného...

Dokonce i kdysi deklarovaný požadavek na rychloupínání pájecích smyček - výrobcem mezitím úspěšně vyřešený - upadl při používání „věčných“ smyček v zapomnění.

Jen jednu nectnost tahle páječka měla (možná právě vinou používání „věčných“ smyček): smyčky se trochu přehřívaly. Nevyřešil jsem to ale polovodičovou regulací, nýbrž pěti žárovkami 6 V/3 W zapojenými v sérii do přívodu k páječce a podle potřeby postupně zkratovanými přepínačem. Teplotu nastavuji podle potřeby (přepínač by tam po letech ani být nemusel) a 2 až 3 žárovky mi - upevněny na kratším „hadu“ - přisvětlují „pájecí“ pracoviště.

Že běžná „dráteničina“ se stává stále více „mikrodráteničinou“ a že se spíše blíží práci „klenotnické“, je každému jasné. Tam, kde ještě poměrně nedávno bylo možno úspěšně pájet téměř jakoukoli (měděnou) „kopisti“, je namísto mít několik výměnných originálních pájecích hrotů.

Ani na pájce (pájecím drátu) není radno šetřit. Dříve jsem považoval pájku s několika „jádry“ kalafuny za estetství, ale dnes, kdy nikdo nezaručí, že (jediné) „jádro“ kalafuny nebude „na malou chvíli“ přerušené, spoj se „nepodaří“ a při opravě spoje drahý brouk „odejde“, je opravdu lépe používat pájku jen nejvyšší kvality.

I teplotu je radno nastavit individuálně podle „vzácnosti“ součástek, hustoty spojů a dalších „proměnných“.

Dále: i když je stále častější případ, kdy objímka je dražší než brouk, pro který je určena, je radno (i precizními) objímkami nešetřit. V prázdné objímce se totiž mnohem snáze hledají zkraty, svody a jiné nepřístojnosti, než na „navtrdo“ zapájeném integrovaném obvodu.

Pružinová odsávačka - ač pracující na téměř principu, je nabízena v různém provedení v cenovém rozpětí až 1 : 5.

Při jejím výběru jsou důležité tyto vlastnosti:

- 1) Antistatické provedení.
- 2) Samočistící, výměnný hrot.
- 3) Snadno dostupné náhradní teflonové hroty běžného tvaru a v provedení pro SMD.
- 4) Snadno dostupné náhradní těsnicí kroužky a mazací prostředek na ně (ovlivňují účinnost odsávání!).

5) Takové konstrukční uspořádání, při kterém se odsátý cín nedostává do styku s pružinou.

6) Ergonomické uspořádání, zejména snadné ovládání spouště.

Kterýkoli typ pružinové odsávačky (zejména ovšem takový, který není ergonomicky optimální) můžeme (poněkud svérázně) vylepšit tím, že spoušť neovládáme přímo, ale pomocí malého elektromagnetu, jenž je napájen z kondenzátoru (kapacitu je nutno zjistit zkusmo podle parametrů elektromagnetu a napájecího napětí). Odsávačku můžeme vůči místu, které potřebujeme odcínovat, držet mnohem „smysluplněji“, protože spoušť ovládáme pedálem. Nebo ji doplníme elektroakustickým spínačem a můžeme na ni písknout...

Malá množství pájky (např. při „dočišťování“ spojových desek) je možno odstraňovat pomocí **odsávacího lanka**. Je to „licna“ z čisté mědi napuštěná tavídem, adjustovaná na cívce nebo lépe v pohledném pouzdře, které (snad) opodstatňuje asi nejvyšší cenu, za jakou je možné měděné lanko prodávat. Speciální lanko Soldasip určené k odpájení součástek SMD a k odstraňování zbytků pájky po této bohubilé operaci, je ještě „pouze“ desetkrát dražší.

Asociaci k naprosto opačnému případu: je třeba pocínovat konec lanka, které bylo od okamžiku svého vzniku v gumové izolaci, a je - vlivem síry a jiných chemikálií v gumě obsažených - potaženo archeologicky vyhlížející vrstvou. S kalafunou nebo jiným neagresivním pájecím prostředkem nemáme šanci - lanko proto očistíme protavením odřezkem nejběžnějšího (oranžového) novoduru.

Univerzální rám na osazování a opravy desek s plošnými spoji je konstrukčně tak jednoduchý, že jeho cena (v Kč) je až čtyřmístná. Je řešen k upínání desek o velikosti max. 160x235 mm (dvojitá „eurodeska“), umožňuje zaaretovat desku v šestnácti polohách (kolem vodorovné osy) a je vybaven jakýmsi „polopantografkem“ ve funkci třetí ruky. Hezká, ve „vážně se tvářící“ elektronické laboratoři nepostradatelná pomůcka, ale za tu cenu by měla být vybavena ještě miniaturním vodotryskem na sluneční pohon. Jsou i levnější, jenže nemají třetí úd...

Další elektrické nástroje

Pistoli pro tavné lepení volíme značkovou, robustnější a vybavenou regulací teploty (alespoň dvoustupňovou). Je totiž rozdíl, zda např. svazek kabelů fixujeme na pertinaxovou destičku nebo na hliníkovou stěnu skřínky, topné tělísko se s tím nemusí vždy úspěšně vyrovnat a celá přilepená „nádhra“ může po určité době upadnout.

Je rovněž nutno „přemýšlet, kam lepíme“, a vzhledem k nízké „teplotě měknutí“ lepidla zejména transformátory a chladicí profily vynechat.

Užitečným nástrojem je též **stříkací pistole na barvu**. Všechny dnes dodávané pistole vycházejí z po léta ověřeného principu vibračního motoru firmy Wagner. Při výběru dbáme na použitelnost pro všechny druhy (vodou ředitelných i rozpouštědlových) barev. Pokud předpokládáme, že budeme pistolí používat častěji, je výhodný typ se systémem „Easy Clean“, jenž umožňuje velmi rychle vyčistit všechny součásti pistole. Tento typ bývá sice dražší, ale mívá zároveň nejdůležitější funkční části (válec a píst) vyrobené z tvrzené resp. nerezové oceli, což činí pistolí odolnou i vůči barvám s abrazivními účinky.

Lakařský průmysl dnes nabízí tolik druhů barev (s „uživatelsky přátelskými“ vlastnostmi), že stříkací pistole s nimi téměř zaručuje (skoro) profesionální výsledek. Pouze je třeba předem uvážít, na co a jak stříkaný díl nebo výrobek upevníme, položíme či zavěsíme během schnutí (tam se dá totiž dost „pokazit“). Dvě jednoduchá a praktická řešení:

1) Prkénko či desku z čehokoli (plošně stačí třetina velikosti stříkaného dílu) protlučeme třemi dlouhými hřebíky, na něž stříkaný díl položíme. Stopy po špičkách hřebíků zpravidla nevadí, pokud přece, díl po zaschnutí otočíme a „důlky“ zatřeme nebo zastříkáme.

2) Pouze pro ocelové díly - na silný magnet nebo elektromagnet přichytíme (a případně izolepou zajistíme) jednu nebo několik ocelových „jehel“ na obrázků, na ně součástku nebo díl zavěsíme a stříkáme. V případě použití elektromagnetu si vypůjčíme od počítače UPS (nepřerušitelný zdroj proudu).

Se stříkací pistolí na barvu „druhově“ souvisí též **horkovzdušná opalovací pistole**, tu ale v elektronické laboratoři můžeme využít i jinak. Snížíme-li příkon topného tělesa (můžeme je např. napájet separátně z transformátoru 230/24 V) a opatříme-li ji úzkým „funitkem“, pomůže nám rychle nalézt „tepleně narušenou“ součástku v opraveném přístroji. Její původní funkce může přitom zůstat zachována.

Výběr elektrického nářadí se rozšiřuje takřka s každým novým katalogem. Za vyzkoušení a pravděpodobně za zařazení přinejmenším do perspektivního vybavení dílny rozhodně stojí **elektrická pilka - ocaska**. Vybavena výměnnými listy pro dřevo, plasty a kov by mohla konečně vyřešit zejména problém dělení velkých tabulí plechu. Rezné listy jsou téměř tak široké jako u klasické (ruční) ocasky, takže samy vedou čistý, přímkový řez. Plynulá regulace 0 až 4100 otáček za minutu by měla plně přizpůsobit řezný proces tvrdosti i tloušťce řezaného materiálu.

ce); posuvné měřítko nám též zastane - pro běžnou praxi dostatečně - **hloubkoměr**.

• **Ocelová měřítka** v délkách 150 a 400 mm, větší z nich raději širší (25 až 30 mm) se dvěma „protisměrnými“ stupnicemi; je výhodné, pokud alespoň kratší měřítko má stupnici s *půlmilimetrovým dělením*.

• **Ocelová pravítka** v délkách 150 a 400 mm (se stupnicemi).

• **Příložníkový a nožový úhelník**, oba o rozměrech 100x70 mm, nožový má mít na zkosném rameni rovněž stupnici.

• **Příložníkový a nožový úhelník**, oba o rozměrech 400x150 mm, nožový opět se stupnicí na zkosném rameni.

Pokud někomu tato čtveřice připadá jako luxus, ať si opatří napřed např. malý nožový a velký příložníkový (při častém používání si brzy chybějící dva brzy doplní). Při nižších nárocích na vybavení je však možné oba příložníkové úhelníky nahradit jedním stavitelným; běžně dostupné typy však mívají (právě mechanicky mnohem více namáhané) posuvné příložníkové rameno z plastu.

• **Rýsovací jehla**. Je vhodné porovnat profesionální rýsovací jehlu s řešením navrženým na jiném místě tohoto čísla KE. Rýsovací jehly zhotovíme z ocelových „jehel“ do betonu o průměru asi 2,5 mm, jimž ubrousíme hlavičky a vložíme je do „Versatilků“ - lépe se to drží, a když se hrot ztupí, jedna jehla se vyhodí a je k dispozici další. Pokud Versatilkův čelisti nemají „sílu“ jehlu při rýsování udržet (stává se to někdy i s tuhými), je nutné mít v „zásobníku“ vždy plný počet jehel.

• **Běžné „Versatilků“** (např. sada šesti kusů s barevnými tuhými tvrdostí přibližně „f“). Pokud se nám zdá, že žlutá je v dílně zbytečná, můžeme právě tuhle vyhradit pro rýsovací jehly.

• **Značkovač („fix“)** na kov (pro složitější vyznačování - např. otvorů různých průměrů či ohyby do různých úhlů - je výhodnější celá sada. Značky „fixem“ jsou vždy jen doplňkovým nebo zvýrazňujícím označením přesné rysky nebo důlku.

• **Důlčík** (zde jsou na výběr čtyři možnosti):

1) Profesionální, koupený důlčík.

2) Důlčík vyrobený z ventilového sedla motoru (vyžaduje to kvalitní soustruh s bruskou, ale je to „na věčné časy a nikdy jinak“).

3) Samočinný důlčík, pracující na principu jatečního popravčího nástroje. Má neocenitelnou výhodu, že nevyžaduje klavíro, a má nastavitelnou sílu úderu.

4) Nejjednodušší řešení: nastřelovací hřebky do betonu. Jsou téměř rovnocenné řešení podle bodu 1), avšak představují téměř nulovou investici.

• **Úhломěr** - dostatečně robustní, s rameny umožňujícími přímé vyznačování úhlů rýsovací jehlou. Je spíše fakultativ-

Rozměřování a měření v domácí dílně

„Kultura“ rozměřování a měření je vedle celkového uspořádání domácí dílny - a udržování pořádku v ní - jedním z charakteristických znaků a „vizitek“ jejího provozovatele. Souvisí těsně se „skladovým hospodářstvím“ a tedy s celkovými prostorovými nároky. Předešlým pár slov o nástrojích.

Měřicí nástroje

Pro určité pojetí práce v domácí dílně a laboratoři a pro určitý rozsah a zaměření prací v ní je sice možné „vystačit“ se starým školním pravítkem a trojúhelníkem, jenže ... Plastická hmota, z níž jsou tyto nástroje většinou vyrobeny, se brzy poškrábá, a vzhledem k postupně rostoucí kvalitě ostatního vybavení působí krajně neprofesionálně. Zásadní věc, kterou je vhodné na základě dlouholeté zkušenosti doporučit, je toto: všechny nástroje na měření a rýsování, které postupně do své dílny pořídíme - tedy *měřítka, pravítka, úhelníky, posuvné měřítka, úhломěr, dílenské kružítko a další*, mají být nejen ocelové, ale z **nerez oceli**. Tedy ne z plastické hmoty, i když vypadá zpočátku hezky, trvanlivě a „seriózně“, ani z obyčejné nástrojové oceli, a ani z lakované (obyčejné) oceli. Cena měřidel a nástrojů k rýsování z plastů je ne na-

darmo zlomkem ceny měřidel a nástrojů kovových. Plastové pomůcky jsou málo odolné proti povrchovému poškození, rychle se zašpiní a jejich stupnice jsou pak špatně čitelné. Také je třeba uvážít - i když v praxi domácí dílny pouze „akademicky“ - i teplotní nestálost jejich rozměrů. Obyčejná ocel brzy „zajde“, plastická hmota i lak se brzy poškrábá, je to ošklivé a stupnice se špatně čtou.

Které z těchto nástrojů potřebujeme?

• **Ocelový svinovací (dvou)metr** na rozměřování deskového a tyčového materiálu. Tento (dvou)metr má mít spolehlivou brzdu a hranaté pouzdro s definovaným dolním rozměrem (např. 50 mm), aby bylo možné přesně měřit i vnitřní prostory. Kdysi dávno jsem si z Anglie přivezl dvoumetr, který má stupnice na obou stranách pásu navzájem posunuté o velikost pouzdra. V horní průhledné části pouzdra je možné přímo číst vnitřní rozměry a není nutné přičítat rozměr pouzdra. Zdánlivá „rozmařilost“, jenže na „obyčejnější“ měření mám dvoumetr s pouzdem 56 mm ...

• **Posuvné měřítko** (česky „šupléru“) s rozsahem měření 0 až 150 mm a s odpočtem 0,05 mm (noniová stupni-

ní součástí vybavení. Lze totiž vycházet z toho, že v domácí dílně plně vystačíme s vytyčováním pouhých dvou úhlů: 90° a 45°. Úhel 45° nadto potřebujeme nanejvýš při výrobě čelních rámečků např. pro reproduktorové skříně.

Další měřicí techniku - např. digitální posuvné měřítko (nejméně trojnásobek ceny obyčejného), mikrometr, hloubkoměr, úchylkoměr aj. bychom v domácí dílně sotva „uživilí“. Např. jedno z mála smysluplných využití mikrometru v domácí laboratoři pro přesné měření průměru drátu na cívkou můžeme obejít známým trikem: na tužku navineme 10 závitů tohoto drátu, délku vinutí změříme přesně posuvným měřítkem a výsledek dělíme deseti ...

Co a jak v dílně měříme?

U koupeného plošného materiálu (plech, kuprexit, texgumoid, deskový polystyren atd.) je nutné vyhledat (a vhodně označit) alespoň jeden „referenční“ pravý úhel. Pokud to neučiníme (a pokud nemáme dostatečně cvičené oko), riskujeme, že rozměříme, vyřežeme a pečlivě začistíme ne pravoúhelníkové, ale lichoběžníkové díly např. na panel. Protože z lichoběžníku správně velký obdélník již nevykouzlíme, může se nám stát, že znehodnotíme velký kus drahého materiálu.

Vytýčit na velké tabuli plechu bez dostatečně velkého příložníkového úhelníku přesně pravý úhel, popř. přímo rozrýsovat díly na skříň zesilovače, není jednoduché. Pomůžeme si principiálně známou, v praxi však málo využívanou metodou úhlopříčkové kontroly.

Na tabuli plechu vybereme „nejčistší“ hranu (tu budeme považovat za „základní“) a od ní vyneseme podle přilehlé hrany (ať už se nám „líbí“ nebo ne) jeden - lépe menší - požadovaný rozměr dílu - např. délku $a = 340$ mm. Pak na „základní“ hranu vyneseme požadovanou šířku - např. $b = 460$ mm. Oba body spojíme přeponou trojúhelníka, jehož „pravoúhlost“ ověřujeme. Je-li délka přepony $c = 572$ mm, je výchozí úhel skutečně 90°. Pythagorova věta, podle které se počítá délka přepony, je: $c = \sqrt{(a^2 + b^2)}$. Podobně na tabuli vyneseme čtvrtý vrchol požadovaného obdélníku a změříme jeho vzdálenost od „referenčního“ bodu, ve kterém jsme začali měřit. Musí vyjít opět 572 mm, pokud ne, musíme hledat chybu.

Teprve, když máme (tužkou) vyznačený přesně požadovaný obdélník, orýsujeme ho „naostro“ rýsovací jehlou a můžeme začít řezat.

Řezeme - jak jinak?! - po vnější straně rysky, raději aspoň o půl milimetru dál od ní.

Potřebujeme-li od hrany hotového, začistěného pravoúhelníku (obdélníku zhotoveného podle předchozího odstavce) vyznačit kolmice (např. pro budoucí ohyby krytu skřínky nebo pro řadu větracích otvorů), použijeme příložníkový úhelník, který příložnou částí opřeme

o hranu a na předem - pomocí ocelového pravítka vhodné délky - vyznačených místech narýsujeme kolmice. Jedná-li se o vyznačení budoucích ohybů, rýsujeme na rubové straně plechu. Pro zajímavost ověříme, zda se kolmice vztyčené po přiložení úhelníku s druhé strany přesně kryjí s čarami již narýsovanými; pokud tomu tak není, hledáme chybu - nejčastěji nedostatečně odstraněný otěp po předchozím stříhání nebo řezání.

Vztyčujeme-li kolmice např. na vnitřní straně skřínky (pro otvory pro ovládací nebo indikační prvky, které již „sedí“ v desce s plošnými spoji), použijeme plochý (nožový) úhelník - pokud se do skřínky v požadovaných směrech vejde. Pokud ne, musíme vytyčovat opět příložníkovým úhelníkem a (mnohokrát!) měřit z vnější strany. Je výhodné, můžeme-li obraz desky s plošnými spoji vytisknout na tiskárně a použít ho jako vrtací šablonu (pozor na správnou „zrcadlovou“ orientaci (pro vrtací šablonu je nutno použít „obraz desky se strany součástek“ nebo obraz „se strany spojů“ pro tisk zrcadlově otočit).

Vnitřní povrch plastových skříněk bývá někdy dosti složité „pojednán“ různými nálitky, zpevňujícími žebry aj., které je nutné - zejména při stěsnaných konstrukcích - přesně „zmapovat“, abychom teprve při konečné montáži (kdy už „lícni“ strana skřínky je opatřena pečlivě zhotoveným čelním štítkem) nezjistili, že musíme „něco uvnitř“ odfrézovat. K tomuto účelu využijeme malé úhelníky, měřítka a posuvné měřítka jako hloubkoměr.

Dosti náročné může být rozměření několika protisměrných ohybů silnějšího plechu tak, aby výsledný tvar měl přesně požadované rozměry (jako příklad je možné uvést panel ve tvaru schodu se součástkami montovanými - např. z důvodu vzájemného odstínění - po obou stranách tohoto „schodu“, přičemž celek musí rozměrově korespondovat s deskami plošných spojů a ještě má přesně „zapadnout“ do skříně). V takovém případě je nutné brát pro ohýbání v úvahu tloušťku materiálu a největší dosažitelnou „ostrost“ ohybů; rysku pro ohýbání je třeba dělat vždy na vnitřní straně ohybu, tedy střídavě na rubové a lícni straně plechového polotovaru. Pro orientaci, „co to bude dělat“, je vhodné zkusmo „načisto zohýbat“ pás z téhož materiálu o šířce alespoň 50 mm.

Při rozměřování „podlouhlého“ materiálu (dřevěných latěk, pásoviny, kulatiny, profilů „I“, „L“, „T“, „U“, trubek nebo jácklů) musíme místo budoucího řezu (nebo vrtání) vyznačit výrazněji, abychom „správnou“ rysku či značku důlčikem nepřehlédli. Ke zvýraznění použijeme buď jehlový pilník klínového průřezu (zejména pro označování trubek) nebo rysku zvýrazníme značkovačem („fixem“) na kov.

Vyznačujeme-li pro řezání více kusů shodné délky (např. hranolky pro kon-

strukci reproduktorových skříní, di- stanční sloupky apod.), musíme předem zjistit šířku řezu ruční pily nebo pilového či rozbrušovacího kotouče a tuto šířku (plus rezervu nejméně půl milimetru, pokud řezeme „strojně“, a minimálně 1 mm při ručním řezání ocaskou nebo „obloukovkou“) připočítávat k vyznačovaným délkám, nebo lépe přímo zakreslovat mezi jednotlivé „čistě“ kusy. Vyhnete se tak nebezpečí, že např. celou trubku rozřežeme po nesprávné straně rysek (toto riziko progresivně roste s cenou popř. obtížností získat zpracovávaný materiál).

Velké potěšení si připravíme, rozděláme-li se např. horní část skřínky opatřit sítí chladicích otvorů a očekáváme-li profesionální vzhled.

Zde je možné doporučit tento postup: na rubové straně budoucí skřínky kvalitní rýsovací jehlou vytvoříme čtvercovou či jinou síť, v jejíchž průsečících důlčikem vyznačíme polohu větracích otvorů. Vrtáme tedy z rubové strany (pozor na třísky, aby nepoškrábaly lícni stranu!), raději profesionálně nabroušeným vrtákem a raději menšího průměru (některý z posledních otvorů nám totiž může v hliníku „ujet“). Teprve když je celá síť vyvrtána a když jsme malým kulatým pilníkem „odčinili“ případné „hříchy“, zvětšíme všechny otvory na zamýšlený průměr a jejich okraje „přelízáme“ kuželovým záhlubníkem (nikoli vrtákem většího průměru, mohl by vše pokazit!).

Zvláštní radost přináší měření malých součástí. Potřebujeme-li např. stanovit nejvhodnější průměr otvorů pro samozávrtné (samofézní) šrouby (může se navíc lišit podle tvrdosti resp. houževnatosti materiálu), musíme posuvným měřítkem měřit velice opatrně, abychom břity měřítka neporanili o závit (mnohdy dosti tvrdého) šroubu.

Výhodnější je zhotovit si k tomuto účelu univerzální měрку (do kusu např. duralového čtyřhranu 15x15 mm zavrtáme postupně všechny vrtáky, které máme nebo které si pro tento účel vypůjčíme - např. 0,5; 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,4; 2,5; 3,0; 3,2; 3,5 atd. Tuto měрку používáme i v řadě jiných případů (vždy je totiž pomohodnější a rychlejší zjistit orientačně průměr vrtáku, hřebíku, vrutu, šroubu, drátu aj. vsunutím do vhodného otvoru popsané měřky, než „zbytečně přesně“ měřit pomocí „šuplery“ (s rizikem poškození břitů). Že je nutné měрку přesně a trvanlivě popsat, není snad třeba připomínat.

Jak mnohdy vyplývá i z předchozích příkladů, často není ani tak obtížné něco rozměřit, jako to následně s požadovanou přesností vyvrtat či jinak realizovat. Dosti „nepříjemné“ mohou být např. opakující se skupiny otvorů, kupř. pro opakující se skupiny ovládacích a indikačních prvků (potenciometry, LED atd.) a konektorů (třeba dvojice nebo čtveřice konektorů CINCH). Poslední případ sice výrobci již zjednodušili nabídkou hotových skupin připojovacích

prvků, horší je to ale s předními panely, které musí být většinou řešeny jako (přesně navzájem svrtaná) dvojice „subpanel - krycí panel“. Zde se vyplatí hodně přemýšlet, jak celý problém vyřešit co nejeefektivněji. Nejlépe je narysovat a zhotovit šablonu pro první skupinu otvorů s alespoň dvěma „vodícími“ otvory pro další skupinu. Šablonu je nadto třeba vyřešit tak, aby byla použitelná pro základní panel i pro krycí panel. Zdá se to zbytečně složité (- „rozměří se to, otvory se předznačí důlčíkem, vyvrtá se to a je to!“), ale chceme-li dosáhnout skutečně profesionálního vzhledu... A jak hliník, tak polystyren je „na vrtní potvora!“

Problém s rozměřením může nastat i při „volném“ návrhu rozmístění většího počtu přístrojů na panelu, zejména v případě, kdy tyto přístroje mají nejen různé čelní rozměry, ale i rozdílnou stavební nebo montážní (- „tlusté“ kabelové formy) hloubku, či dokonce zadní část silně vyosenou (typickým příkladem je měřicí přístroj MP 80). Stalo se dokonce (naštěstí ne mně), že dva z takto pečlivě narysovaných vyvrtaných a vypilovaných otvorů pro přístroje (v panelu asi 350x450 mm) byly otočeny kolem vodorovné osy. V takovém případě není radno spoléhat se jen na měření, a je dobré zhotovit čelní panel „na nečisto“ ze silnější lepenky.

mívá navíc dva páry čelistí - úzké (např. 40 mm) a široké (např. 80 mm). Protože oba páry čelistí svírají souběžně, umožňují pevně upnout i např. velký plochý úhelník (do okenních rámců) nebo dokonce i větší součást s otvorem (pokud jím projde aspoň kryt vřeten svéráku), tedy např. přední díl reproduktorové skříně.

Velkou pozornost je nutno věnovat čelistem svéráku. Zásadně musí být výměnné, tzn. upevněné vždy párem šroubů (zpravidla M4 nebo M5). Čelisti koupíme několik párů a jejich vhodnou úpravou dalekosáhle rozšíříme funkční možnosti svéráku. Většinu úprav je ale možné úspěšně zvládnout jen s odpovídajícím strojním dilenským vybavením. Úpravy jsou naznačeny na obr. 5a až obr. 5h, na kterých pro přehlednost nebyly zakresleny dvojice otvorů pro upevnění čelistí ke svéráku.

Na obr. 5a je základní provedení čelistí bez drážkování (to stejně nic pořádně neudrží). Je vhodné mít dva páry - jeden „čistý“ (např. na rovnání plátků zlata) a druhý „pracovní“, kterým můžeme bez výčitek rovnat třeba velké skoby.

Na obr. 5b jsou čelisti s vyfrézovanými „prizmatickými“ drážkami pro upínání kulatiny. Pokud nemáme možnost natáčet čelisti (kloubový nebo „dvouosý“ svérák) a požadujeme upínat kulatinu kolmo (např. pro řezání vnějších závitů), je lépe „kolmé“ drážky nechat vyfrézovat do dalšího páru čelistí (ne do jednoho páru křížem). Provedení podle obr. 5b je možné používat také pro vinutí spirálových pružin (ne ovšem „nasucho“, ale mezi koženými vložkami napuštěnými olejem), přičemž je nutno pamatovat na kuličky nebo svorku k uchycení začátku pružiny.

Na obr. 5c je provedení čelistí vhodné zejména pro upínání pravoúhlých součástí z měkkého materiálu (např. PVC, PE atd.).

Na obr. 5d je „kuličkové“ provedení čelistí k upínání plochých součástí nejrozličnějších tvarů (kruhů, nepravidelných čtyřhranů, trojúhelníků, pětihelníků atd.). Kuličky vyrobíme z oceli Ø5x25 mm a zakalíme, přesné otvory v čelistech mají být hluboké 5 mm. Pro upínání obrobků z měkkého (PVC, PE apod.) nebo křehkého (akrylát, sklo) materiálu opatříme kuličky gumovými

Upínání obrobků a součástí je základní operací v každé dílně, domácí dílnu nevyjímaje. Právě spolehlivým upnutím, přiměřeným zamýšlené činnosti, se práce v dílně primárně odlišuje od práce „na koleně“. A protože kolen je třeba si vážit a např. elektrická páječka nebo vrtačka jim nedělá dobře, je praxí vyžadováno vybavení každé dílny svérákem.

Nejuniverzálnějším začátkem je **přímochodý svérák** se šířkou čelistí 60 nebo 80 mm. Do menšího svéráku (s čelistmi 40 mm) upneme jen drobnosti a jeho úzké a krátké čelisti nic pořádně neudrží, svérák se širšími čelistmi (100 mm a více) je zpravidla příliš rozměrný a těžký. I kdybychom ještě neměli „definitivní“ pracovní stůl (česky „ponk“ - problematiku pracovního stolu probíráme v kapitole „Vybavení elektronické laboratoře“), opatříme si svérák otočný, avšak k pevnému uchycení vruty nebo šrouby, nikoli tedy svérák k uchycení pod deskou stolu jako mlynek na maso. Sebepevněji utažená svěra se totiž např. při řezání pilou tajně pod stolem uvolní a svérák spadne - zpravidla na nohu (člověkovu). Svéráku pevně, byť provizorně přišroubovanému na prkno např. 20x200x1000 mm (pro truhláře dělit deseti) a na tomto prkně pevně uchycenému dvěma poctivými - truhlářskými - svěrami ke stolu (být zatím třeba jen kuchyňskému) se taková taškařice již nepodaří (celek můžeme ještě vylepšit podlepením prkna vroubkovanou podrážkovou gumou - tu můžeme později využít k původnímu účelu).

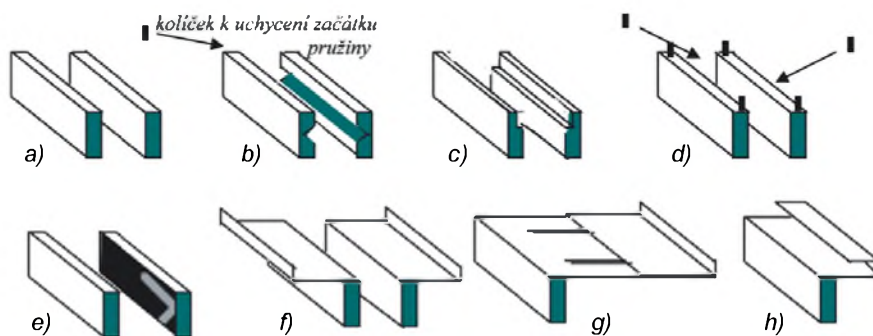
Velmi vhodný pro uvažovaný účel je bukový nebo dubový dveřní práh. Celk můžeme ještě vylepšit lištou např. 10x10 mm, přilepenou nebo přišroubovanou ke spodní hraně této „pracovní desky“, již se deska opře o okraj stolu. Použijeme-li dveřní práh, můžeme jich koupit více (3 až 5) a vybrat je tak, abychom z nich mohli zhotovit skutečnou pracovní desku o rozměrech např. 1x0,8 m (truhláři snad prominou, ale tohle se ještě dá slepit natupo kvalitním lepidlem na hokejky). Jinak je samo-

zřejmě možné prahy spojit zespodu svlaky. Ty můžeme dát i z boku a zezadu, aby nám z desky nepadaly piliny, šroubky a jiné cennosti. Tím se však nebezpečně přiblížíme tradičnímu kuchyňskému válu, ale koneckonců - proč ho nepoužít přímo?

Jak bylo řečeno, svérák sám má být otočný, aby umožňoval natočit čelisti - a tedy i obrobek - o libovolný úhel, aby bylo možno řezat vždy v čelném směru nebo aby součástky (např. z hodinového strojku) padaly na stůl a ne na podlahu. Při výběru je ovšem třeba dbát na způsob spojení základny svéráku s jeho otočnou částí - aby se svérák samovolně neuvolňoval a neotáčel např. při řezání.

Lákavou možností - i když ještě zrádnější ve smyslu předchozího upozornění - je **svérák na kulovém kloubu**. Zde je třeba při koupi pečlivě prohlédnout kouli i její (horní i dolní) uložení a vyzkoušet, zda při lehkém utážení kladě při otáčení do všech směrů stejný odpor. Pokud po takovém svéráku bezmezně toužíme, je třeba se nedat odbyt a vyzkoušet stejným způsobem více kusů. Ještě důležitá rada: průměr koule by měl být minimálně 2/3 šířky čelistí!

Prakticky touž službu jako kloubový svérák zastane svérák „dvouosý“ (otočný jednak kolem kolmé osy jako v předchozím textu a dále kolem vodorovné osy (t.j. kolem osy souběžné s osou vřeten). Tento typ svéráku



Obr. 5. Modifikace čelistí svéráku

(případně tvarovanými) návleky. Čím více otvorů, tím jsou takto upravené čelisti univerzálnější. Opatříme-li si sadu kladek různých průměrů s obvodovou drážkou o průměru 8 až 10 mm, máme dosti univerzální ohýbačku silnějších drátů či měděných nebo hliníkových trubek.

Čelisti na obr. 5e jsou dvojího provedení. Jedny jsou opatřené strojním vroubkováním (a pokud možno zakalené), druhé jsou polepené vroubkovanou gumou.

Na obr. 5f jsou čelisti s nástavci pro upínání rozměrných plochých dílů (nástavce mohou čelisti libovolně přesahovat - i šířkově).

Na obr. 5g jsou čelisti podobné jako na obr. 5f, které jsou však délkově nastavitelné (díly jsou vzájemně spojeny šrouby ve štěrbínových otvorech).

Na obr. 5h jsou čelisti podobné jako na obr. 5f, které však dodatečně zajišťují upnutou součást.

Dále můžeme mít několik volných čelistí (rezervních) pro ohýbání složitých tvarů např. z pásoviny a několik párů opracovaných ocelových úhelníků o rozměrech 30x30 nebo 40x40 mm v délkách např. 300, 500 a 1000 mm k ohýbání plechů (ocelového do tloušťky 0,6 mm a hliníkového do tloušťky 2 mm).

Celkově lze s uvedenými adaptéry i na nejjednodušším svěráku bezpečně upínat a kvalifikovaně obrábět většinu drobnějších dílů, které se mohou běžně v domácí dílně vyskytnout. „Količkový“ svěrák můžeme s výhodou používat např. při osazování spojových desek, při připojování kabelů na zástrčky popř. při opravách zámků či vodovodních ventilů.

Samozřejmě je možné naznačenými adaptéry „pojednat“ i jakýkoli dokonalejší svěrák počínaje dvouosým. Do něho můžeme - s přídatnými čelistmi podle obr. 5f nebo obr. 5g popř. obr. 5h upnout spojovou desku libovolných rozměrů, ale můžeme ji i otáčet. V případě kloubového svěráku je pak polohového nastavení spojové desky dokonce flexibilnější než u speciálního „osazovacího“ držáku (s jedinou nevýhodou, kterou je nemožnost zaaretovat desku ve dvou pracovních polohách).

Nicméně však s jedním svěrákem - nadto pouze střední velikosti - „nemůžeme“ zdaleka všechno. Brzy zjistíme, že potřebujeme **miniaturní kloubový svěráček** s čelistmi o šířce asi 20 mm. Hlediska pro jeho výběr (především přesný tvar koule kloubu a preciznost jejího uložení) by měla být stejně přísná jako u „velkého“ kloubového svěráku. Kloubový svěráček by nám ale (se svým upevněním pomocí malé svěry) samotný moc nepomáhal - nejlépe je namontovat jej (fakultativně) na kovový „had“ nebo ještě výhodněji na kloubový stojan staré kancelářské lampy. Máme-li již svůj pracovní stůl a na něm ještě dost místa, můžeme využít i původní podstavec lampy (je zpravidla

dostatečně stabilní díky skleněné, litinové nebo betonové (!) zátěži uvnitř), jinak had nebo kloubový stojan upevníme pomocí svěry (která se dodávala někdy fakultativně místo kruhového podstavce). Pak máme - v kombinaci s větším kloubovým či „dvouosým“ nebo aspoň běžným („jednoosým“) svěrákem - „třetí ruku“, s níž „zvládneme“ i bez předchozího cviku řadu prací, které bychom jako dvouručí tvorové nedokázali (zváť v takových případech na pomoc manželku nebo tchyni je příliš zavazující).

Vybočení z praxe domácí elektroniky dělný: potřebujeme-li např. narovnat třeba jen ohnutou osu dětského kočárku, je i náš největší svěrák žalostně malý. Zkušenost ukazuje, že pro běžnou údržbu rodinného domku je nezbytný **svěrák se šířkou čelistí 120 až 150 mm**, dokonale upevněný tak, aby „vydržel“ např. i manipulaci s vodovodními trubkami. Ani na tomto (bezmála) maxisvěráku mnohdy „neroztočíme“ zarezlý fitink a pokud už takový svěrák máme, je vhodné jej vybavit zvětšení-nami alespoň některých adaptérů uvedených v předchozích odstavcích (přinejmenším prizmatickými čelistmi, které mohou s výhodou oběma svými rozměry přesahovat čelisti původní). Naštěstí kovové vodovodní, teplotsoné a pozvolna i plynové instalace jsou na ústupu, a to v takovém rozsahu, že i vadné kovové části (trubky, fitinky, ventily atd.) jsou nahrazovány díly z PE nebo PPH, takže s ocelovými trubkami se už nejspíš trápit nebudeme a možná téměř ani nesetkáme.

Přesto však je velký svěrák potřebný - a mnohdy nenahraditelný - např. při „malé“ údržbě automobilu či zahradní techniky. Je však třeba nekompromisně dbát také na jeho trvale pevné uchycení. I ten nejbytelnější kancelářský stůl z poloviny minulého století, na který tento svěrák přišroubujeme v přesvědčení, že je to „na věčné časy a nikdy jinak“, se ve vlhkém prostředí suterénu (jinam nám rodinná rada stejně „takovou obludu“ nedovolí instalovat) časem rozklídí a svěrák se musí stěhovat.

Je proto lépe nechat rovnou svařit pevný stolek z Jäcklových profilů nebo z úhelníků min. 40x40 mm o rozměrech asi 1000x1000x700 mm, případně ho ještě zavětrovat ocelovou páskovinou např. 4x25 mm, a ukotvit ho ke zdi a/nebo k podlaze. Pozor přitom na dostatek prostoru nalevo i napravo od svěráku!

Ani největší svěrák nám však nepomůže, pokud řezeme - ať už ruční pilkou, elektrickou kotoučovou pilou, elektrickou ocaskou nebo kmitavou pilou z velkého kusu překližky, novoduru nebo z tabule plechu. Řezat ve svislé rovině uvedenými elektrickými nástroji je dokonce nebezpečné - zlomení nečtně drahého pilového listu (deklarovaného často jako „věčný“) je nejmenším neštěstím, které nás může potkat.

Deskový materiál můžeme kvalitně a bezpečně dělit buď na stolní kotoučové pile (s respektováním všech zásad bezpečné práce s tímto opravdu nebezpečným nástrojem) nebo výše uvedenými „ručními“ nástroji, přičemž musí být vždy pevně upnutý na okraji nějakého starého stolu.

Deskový materiál upínáme truhlářskými svěrami vždy na obou koncích (desky nebo stolu), jeho střed podle potřeby ještě uprostřed zatížíme, aby nekmital a jeho okraje se nám netřepily (nepříjemné je to zejména při řezání umakartu). Máme-li možnost u řezného nástroje plynule regulovat otáčky nebo frekvenci kmitání, stojí za to předem zkusmo je nastavit tak, aby materiál co nejméně vibroval. Toto malé zdržení se nám téměř vždy vrátí v podobě čistšího řezu.

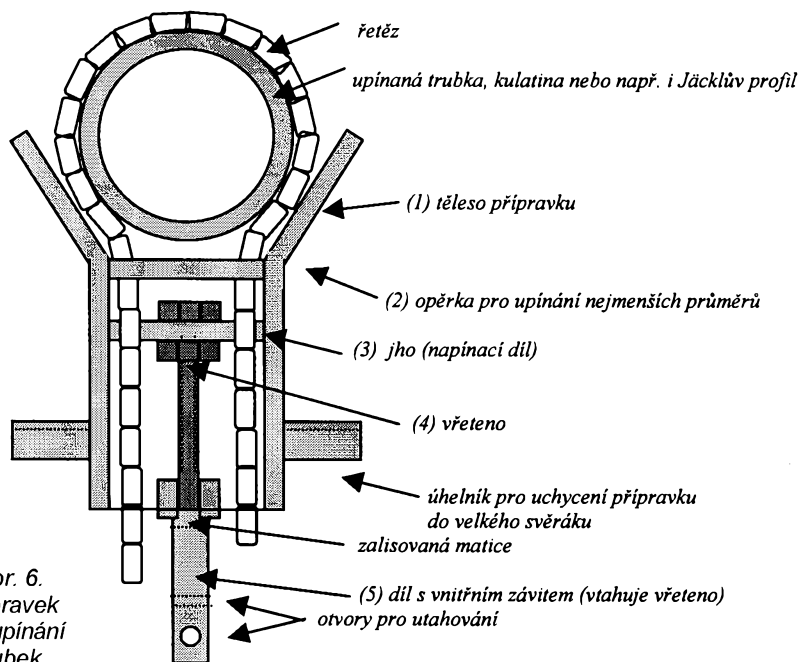
Tabule plechu - stejně pečlivě upnuté - můžeme řezat také rozbrušovačkou (jde to rychle, ale nesmí být nikdo doma). Je-li řezaný materiál opravdu tenký (a „živý“, i když je upnut na samém okraji stolu), podložíme pod obě svěry ještě vhodný kus profilu „L“, „U“ nebo Jäcklova profilu.

Potřebujeme-li upnout kulatinu nebo trubku tak, aby se nám neprotáčela i při větších krouticích momentech (např. při rozebírání vodovodní instalace, pokud na protějším konci trubky není nějaký fitink, za který bychom mohli celek upnout pohodlněji), máme dvě možnosti. Buď trubku obalíme smirkovým plátnem nebo ji obtočíme starým převodovým řetězem. Vytaháný a pro původní účel již zcela nevhodný řetěz (zejména dvou- nebo třířadý, tedy z motocyklového nebo automobilového motoru) je jednou z nejužitečnějších upínacích pomůcek. Musíme si však pospíšet, protože převodové řetězy v motorech jsou postupně vytlačovány (při provozu mnohem tiššími) ozubenými řemeny. Staré spoje vodovodních trubek těsněně konopím je vždy vhodné při povolování řádně prohřát plamenem nebo horkovzdušnou opalovací pistolí.

Pro opravdu pevné upínání trubek a tyčového materiálu doporučuji přípravek podle obr. 6. Oproti klasickému instalatérskému (trubkovému) svěráku má výhodu ve zcela bezkonkurenčním držení při mnohem menším poškození upínaného profilu, dále v možnosti upínat prakticky cokoli (řetěz obepne např. i nesouměrný profil L).

Přípravek je též mnohem skladnější než instalatérský svěrák; snad jedinou jeho nevýhodou je to, že se nedá bočně rozevřít jako klasický trubkový svěrák.

Těleso přípravku (1) vyrobíme ze **silnostenného profilu U (o rozměrech např. 100x60 mm)**. Kritériem pro hloubku profilu je, aby se do něj bez zbytečné vůle vešel řetěz. Je-li „účko“ příliš hluboké nebo máme-li jen dvouřadý řetěz, necháme je snížit na hoblovice. Jde to i pilníkem (nebo napřed rozbrušovačkou a pak pilníkem), ale je to práce pro trestance, tchána nebo mlad-



Obr. 6.
Připravek
pro upínání
trubek

šího bratra). Část spodní části profilu odřízneme (viz předchozí poznámka) asi ve dvou pětinach celkové délky a ramena vyhneme v úhlu asi 60°. Musíme za tepla, např. v kotli ústředního topení (samozřejmě na koks).

Opěrku (2) pro upínání nejmenších průměrů se nám snad ještě podaří „vyšetřit“ z odřezku tělesa (1). Po vyfrézování (nebo vyvrtání a vypilování) otvorů pro řetěz ji vevaříme těsně pod ohyb ramen.

Jho (napínací díl) (3) bude součástíka mechanicky velmi namáhaná a proto ji vybrousíme např. z vyřazeného listu strojní pily. Úzkými brusnými kotoučky vytvoříme zuby, které přesně zapadají do článků řetězu. Otvor pro vřeteno budeme muset nechat vypálit (na vzhledu „díry“ nezáleží).

Vřeteno (4) zhotovíme buď ze šroubu M12 (pokud možno tzv. strojního) nebo použijeme vřeteno s pravoúhlým závitem) - např. z truhlářské svěry. Druhé řešení je konstruktérsky čistší, ale neobejdeme se bez soustruhu (horní zakončení vřetena, protizávít). Použijeme-li šroub, pak jho (3) uchytkujeme jednoduše mezi hlavu a matici (s vějířovou položkou). Matici třeba ještě zajistíme „pomačkáním“ závitu důlčičkem. „Pracovní“ část závitu šroubu občas namázneme vazelinou.

Utahovací díl (5) s vnitřním závitem je kus trubky (z kvalitnější oceli - zejména dolní konec bude dosti namáhan). Použijeme-li jako vřeteno šroub M12, vybereme trubku s takovou světlostí, abychom do ní právě zalisovali (příp. za tepla) matku. Ta má být opět - jako vřeteno - ze strojní oceli. Můžeme též použít *trubkový klíč* (o „číslo“ menší), do něhož matku - po opatrném spilování nebo sbroušení - zalisujeme. Jsme-li „estéti“, odřízneme protilehlou část trubkového klíče. Utahovací díl se opírá o „kostku“ přivařenou na spodní hranu tělesa (1). Kostka má výřez, kte-

rým je možné vřeteno - po předchozím povolení utahovacího dílu - vyklopit, aby bylo možno upravit délku řetězové smyčky.

Z řetězu - i jednořadého, tedy např. z jízdního kola - můžeme snadno vyrobit další užitečný nástroj - **řetězový hasák** (obr. 7). Potřebujeme k tomu již jen kus trubky z kvalitní oceli o světlosti kolem 10 mm v délce 150 až 250 mm, čím delší, tím lépe (můžeme použít i starý, uvnitř „vyžvejkavý“ trubkový klíč č. 10/11 nebo 11/12). Máme-li možnost opracovávat ocel za tepla, vytváříme jeden konec trubky tak, aby otvor měl čtvercový tvar (v kotli ústředního topení jej zahřejeme do oranžového žáru a pak jej narazíme na stopku truhlářského vrtáku). Jiná možnost je tento konec předem vybrousit do požadovaného tvaru (viz obr. 7 nahoře) a pak - opět za tepla - jednotlivé části vytvářet na kusu oceli o síle rovné šířce řetězu. Pak do „ramen“ vyvrtáme otvory vhodného průměru a naražením kolíčku z kvalitní oceli (stopka spirálového vrtáku) upevníme konec řetězu. Nakonec vytváříme „zobáček“ tak, aby

řetěz pevně držel, ale byl ochoten ho v případě potřeby snadno uvolnit. Nakonec celek případně znovu zakalíme. Je-li hasák vyroben z trubkového klíče, je krátký, a proto do něj narazíme kus kulatiny nebo lépe zbytek starého šroubováku s rukojetí.

Obložení obrobku smrkovým plátnem využijeme i při upínání větších desek do (poměrně nevhodně malých) čelistí svěráku - děláme-li to častěji, je vhodné si vyrobit další doplněk ke svěráku, tj. páry desek z polotvrdého hliníku síly asi 3 mm o rozměrech např. 100x150 mm (pro malý svěrák) a např. 200x300 mm (pro velký svěrák). Na desky přišroubujeme nebo přinýtujeme vodící lišty (hliníkový hranolek 5x5x150 resp. 5x5x300 mm), aby aspoň zčásti „visely“ na čelistech při upínání např. většího kusu pertinaxu.

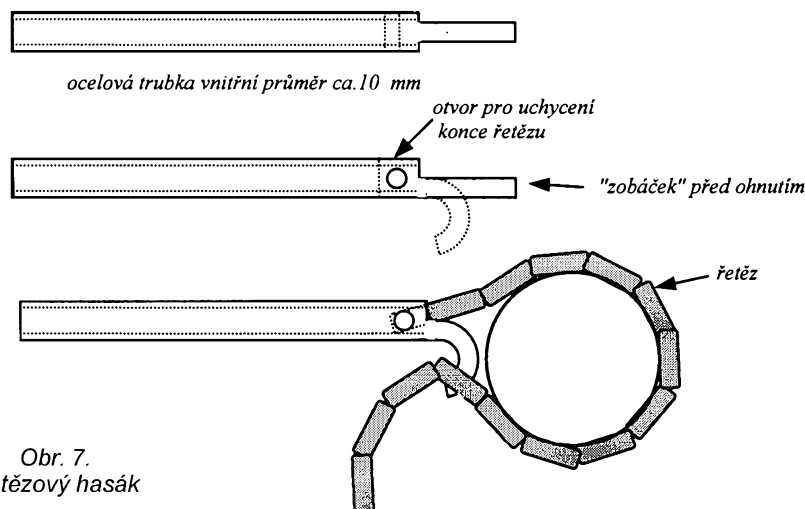
Účelným, a v mnoha situacích nenahraditelným typem svěráku, je **svěrák k vrtačce**. Jedině s jeho pomocí můžeme vrtat stojanovou vrtačkou (nebo ruční vrtačkou ve stojanu) zaručeně kolmo popř. v libovolném definovaném úhlu.

Máme-li neodolatelnou potřebu vrtat v jiném úhlu než kolmo k povrchu materiálu, pak napřed o něco větším vrtákem vytvoříme v materiálu „normálním“ vrtáním (tedy kolmým) důlek. Ten je však třeba „o něco“ posunout směrem, ve kterém má otvor svírat s povrchem součástky menší úhel než 90°.

Vrtačkový svěrák je také nezbytný při vrtání menších až velmi malých součástek, jež „upínat“ pouze mezi prsty je nespolehlivé a nebezpečné. Součástku můžeme sice přidržet jen „kombinačkami“ nebo „síkovkami“, ale nemáme záruku, že otvor bude skutečně kolmý.

Dokonalejší vrtačkové svěráky - **úhlové svěráky** - umožňují úhlové nastavení roviny čelistí vůči základně a tím šikmé vrtání nebo frézování v definovaných úhlech.

Zdá-li se někomu cena úhlově nastavitelného vrtačkového svěráku příliš vysoká (je zhruba dvojnásobkem ceny běžného vrtačkového svěráku) vzhledem k malé četnosti požadavků na šik-



Obr. 7.
Řetězový hasák

mé vrtu v domácí dílně, má asi pravdu. Potřebu šikmých vrtů nebo šikmého frézování (např. při zhotovování rámu na „brokát“ do reproduktorových skříní) je možno vyřešit buď úhlově nastavitelným vrtačkovým stojanem (viz zmínka o stojanech pro vrtačku na str. 11) nebo pomocí klínové podložky, kterou snadno vyrobíme z tvrdého dřeva pomocí kombinované kotoučové a pásové brusky.

Výhodnou vlastností novějších typů vrtačkových svěráků je **rychlostavitelnost** čelistí. Stisknutím „knoflíčku“ oddálíme dolní polovinu protizávítu od vřeten (nebo dvě poloviny od sebe navzájem, podle konstrukce) a posuvnou čelist můžeme volně (bez otáčení vřetenem) posunout na požadovanou vzdálenost.

„Chef d'oeuvre“ v oboru vrtačkových svěráků je **úhlový vrtačkový svěrák s otočnou základnou**. Jeho cena (desetinásobek ceny běžného vrtačkového svěráku) jej však odsouvá do oblasti snů, pokud se nepoštěstí jej - jako i jiné užitečnosti popsané v této kapitole - získat za rozumnou cenu ve specializovaných „nářadových“ bazarech.

O čelistech vrtačkového svěráku platí mnohé z toho, co bylo řečeno v předchozím textu této kapitoly. Asi nejvhodnější je vyvrtat do „dásní“ svěráku otvory pro adaptéry z obr. 5 - potřebné jsou zejména adaptéry c), d) a f), prizmatický výřez pro kolmé upínání vrtačkové svěráky většinou již mají.

Vrcholem dokonalosti upevňovacích možností pro obrábění (ale pravděpodobně i ceny) je **souřadnicový stůl** (např. Micromot firmy Proxxon nebo o něco větší, dodávaný firmou Proma).

Jeho základem je křížový posun principiálně převzatý z malého soustruhu; ve spojení s kvalitním vrtačkovým stojanem a s běžným vrtačkovým svěrákem (nebo i bez něho, sám též má jednoduché upínací příločky) umožňuje vrtat, frézovat a brousit takřka se „setinkovou“ přesností.

Hezké, ale pro domácí dílnu téměř luxus (souřadnicový stůl můžeme fakultativně využít jako součást malého soustruhu).

Za vhodný kompromis je možno považovat **křížový svěrák**, který je „křížencem“ přesného svěráku a souřadnicového stolu. Má sice jen asi poloviční posuv v podélném směru (v příčném směru je posuv zhruba stejný jako u souřadnicového stolu srovnatelných rozměrů), jeho cena je však téměř poloviční...

Důležitým znakem kvality každého svěráku je způsob vedení pohyblivé čelisti. Nejlepší je vedení sousými trubkami. Trubka, která je součástí pohyblivé čelisti, je vřetenem vtahována do druhé trubky, jež je součástí těla svěráku. Celek bývá ještě zajištěn proti natáčení trubek - a tedy i čelisti - tak, že vnitřní trubka má vyfrézovanou podélnou drážku, do níž zasahuje volně posuvné „pero“ ve vnější trubce. Takto jsou konstrukčně řešeny svěráky naší výroby (York) - neocenitelnou výhodou

je dokonalá ochrana vřeten proti nečistotě, zejména proti „vražedným“ ocelovým třískám a pilinám.

Levnější konstrukční řešení vede pohyblivou čelist buď po široké kolejnici nebo jednou či dvěma vodícími tyčemi.

Přesnost vedení zjistíme tak, že do čelisti upneme na jednom okraji kousek kulatiny o průměru asi 1/20 šířky čelisti (např. pro čelisti šířky 80 mm vrták o průměru asi 4 mm). Pokud se protějším konce čelisti při utažení dotknou, o svěrák se přestaneme zajímat.

V předchozím textu byly několikrát zmiňovány svěry. Jsou to běžné truhlářské nástroje k pevnému vzájemnému stahování lepených popř. svrtávaných nebo jinak najednou opracovávaných dílů. V podstatě to jsou kusy pásové oceli naplocho ohnuté do tvaru „L“, protikusy jsou opatřeny závitem pro upínací šroub zpravidla s pravoúhlým profilem závitu. Důležitá je rychlostavitelnost - objímka protikusu se po nastavení na vhodnou délku při utažení na delším rameni vzpříčí a drží v potřebné poloze. Svěry je vhodné mít ve dvou velikostech - s největším rozpětím asi 200 mm a asi 400 mm, vždy ve dvou exemplářích.

Zajímavým typem svěry je tzv. nekonečná svěra. Jsou to v podstatě jen „příčné“ díly klasické svěry, u nichž je „plochá“ nahrazen instalatérskou trubkou zpravidla 3/4". Trvale archivovat musíme jen příčné díly, k nimž podle potřeby použijeme kus trubky vhodné délky (a nelze nic namítat ani proti nekolanásobnému nastavení trubky, potřebujeme-li touto svěrou stáhnout např. dům).

Na závěr této kapitoly popíšeme pomůcku či spíše zařízení, které je často nazýváno „**Workmate**“ (= „**spolupracovník**“). Je to jednoduché, avšak velice užitečné ... co vlastně?! Kříženec kovové „kozy“, malého pracovního stolu a svěráku s čelistmi širokými přibližně 1 m (šířka je shodná s šířkou stolu a čelisti tvoří pracovní plochu). Čelisti jsou při své šířce ovládány dvěma vřeten a řada otvorů jim dává schopnost upnout (pomocí „ponkajzen“) takřka cokoliv - od poměrně drobné součásti až např. po sedák k židli nebo velkou reproduktorovou skříň o objemu 80 litrů. Do otvorů můžeme - pomocí vhodných adaptérů, pokud nechceme do pracov-

ní desky zbytečně vrtat - uchytit klasický svěrák, stojanovou vrtačku apod.

„Spolupracovník“ ve složeném stavu zabírá prostor jen asi 1200x800x200 mm, takže je možno jej snadno vynést na zahradu nebo převézt na chatu. Jediný problém, který kalí radost práce s ním „pod širákem“, je hledání šroubků v trávě. Hledač kovových předmětů je ale stejně součástí doporučeného vybavení každé (= jakkoli orientované) dílny.

„Spolupracovníka“ mohou vřele doporučit, při jeho nákupu je však třeba nedávat za každou cenu přednost nízké hmotnosti a dbát na dostatečnou stabilitu v obou směrech (při řezání nebo pilování i při hoblování), t.j. hlavně na tuhost „zavětrování“ v „pracovním“ stavu.

Sám jsem si „spolupracovníka“ vyrobil podle fotografie již asi před dvaceti lety. Je sice poněkud těžší (nohy má ze silnostěnných hliníkových Jäcklových profilů - nic vhodnějšího jsem tehdy nesehnal), zato má ale díky teleskopickým nohám výšku nastavitelnou od 80 do 120 cm, takže umožňuje práci vsedě i vestoje. Vřeten jsem použil z velkých truhlářských svěr, protizávítu jsem odlil z epoxidové pryskyřice (dnes je ovšem jednodušší odříznout dva kusy ze závitové tyče M12). Čelisti a pracovní plochy jsem zhotovil z betonářské překližky, která je nejen dostatečně pevná, ale také vodovzdorná. Na „přední“ stranu (směrem ke kličkám vřeten) jsem namontoval na spodní část noh sklápěcí „stabilizační“ desku (o ni se opírám nohama při řezání), na „zadní“ stranu jsem přišrouboval „bohatě dírkovanou“ desku na odkládání (zapichování) nástrojů. Pokud ji nezvednu do pracovní (= vodorovné) polohy, funguje jako přídavné zavětrování „spolupracovníka“ ve směru jeho delšího rozměru (funguje tak i ve zdvižené poloze, jenže je s nohama spojená jen ve dvou bodech). V příčném směru dostatečně zajišťují stabilitu nůžkové mechanismy po obou stranách noh (vešroubované do ušších stran Jäcklových profilů).

Dnes je výroba „spolupracovníka“ - vzhledem k ceně, za kterou se prodává např. v OBI - na hranici efektivnosti a je možno ji doporučit jen tehdy, pokud již předem počítáme s podstatnými vylepšeními a pokud materiál (především na nosnou konstrukci) získáme z vhodné „para“-zdroje.

Dělení, začišťování a tvarování materiálu

Dělení materiálu

Dělení materiálu je jednou z nejčastějších „přípravných“ operací v domácí dílně i v elektronické laboratoři.

Jedná se zejména o dělení deskového materiálu (plech, kuprexit, polystyren nebo dřevo či dřevotřískové desky při výrobě reproduktorových skříní) a

dále kulatiny a pásoviny (distanční sloupky, svorníky, podpěry apod.).

Základním způsobem dělení materiálu je řezání ruční nebo elektrickou pilou popř. rozbrušovačkou. Ocelový (pozinkovaný), hliníkový nebo duralový plech z tabulí je ovšem nejvhodnější stříhat na klempířských (pákových) nůžkách. Pokud tuto možnost nemá-

me, musíme potřebné díly (např. na větší přístrojové skříňky) řezat.

Řezání zejména ocelového plechu ruční pilou je ale práce pro tchána - obloukovou pilou totiž uděláme řez jen do délky 20, nejvýše 25 cm a celý „zbytek“ musíme dělat tzv. pilkou mini, což je jednostranný list, který není obalen vlhkým hadrem, ale je upnut do (většinou dosti neergonomického) „držátka“. Pro tuto práci musíme volit pouze levný list, kvalitní (a drahé) listy jsou totiž křehké a při jejich zlomení (při letmém uchycení) je značné nebezpečí poranění. Riziko zlomení zmenšíme tím, že list do držáku upneme tak, aby zabíral tahem.

Mnohem výhodnější je proto elektrická přímočará pilka, u níž četnost kmitů (= rychlost otáček motoru) i předkmit pilového listu nastavíme zkusmo na konkrétním řezaném materiálu. Ve všech případech je nutné zvláště větší tabuli plechu řádně upnout, a to nejen na koncích (truhlářskými svěrami), ale i uprostřed (zde stačí zatížit např. 100 až 200 VA transformátorem).

Pilové listy (bez ohledu na způsob upnutí popř. držení při řezání) volíme podle řezaného materiálu. Pro řezání plastů a měkkých kovů (hliník, měď) volíme listy s hrubými zuby (do 16 zubů na palec), mosaz a ocel řezeme listy s jemným ozubením (28 až 32 zubů na palec).

Pilové listy na kovy pracují zásadně tahem, při řezání „tlustého“ materiálu je mažeme emulzi oleje pro vrtání nebo strojním olejem.

Listy na měkké kovy se osvědčují i při řezání tvrdého dřeva (dub, buk) - řez je čistší a „definovaný“ hlavně při dořezávání. Boky listů v tomto případě mažeme mýdlem.

Stejně zásady je možno uplatňovat i při volbě vhodných listů pro přímočaré (kmitavé) elektrické pilky a výsledky práce můžeme se zájmem porovnávat s doporučeními výrobce.

Deskový polystyrén, polymethylmetakrylát („plexisklo“) a jiné „uměliny“ můžeme dělit lámáním přes kovovou hranu po předchozím naříznutí - nejlépe na obou stranách - ostrým (lámácím) nožem. Opět je radno zatížit střední část lánané desky (tentokrát nejlépe ocelovým pravítkem).

Pro řezání vrstvených materiálů (pertinaxu, umakartu, laminované dřevořísky apod.) ruční kotoučovou pilou je výhodné, máme-li samostatný tyristorový nebo triakový regulátor. Takový regulátor byl několikrát popsán v AR i v PE, je dostupný i jako stavebnice nebo dokonce jako hotový modul. Musíme zkontrolovat, zda výkonový prvek regulátoru pilu „utáhne“ - v případě nutnosti jej vyměníme za výkonnější.

Pilu připojíme přes regulátor - kotoučové pily z obtížně pochopitelných důvodů regulaci otáček nemívají - a zkusmo nastavíme otáčky kotouče bezpečně mimo vlastní „rezonanční kmitočty“ řezaného materiálu. Řez je

mnohem čistší a nevyštípává se tvrdší laminovaná vrstva na řezné hraně.

Zvláštním případem dělení materiálů je rozbrušování, v podstatě řezání úhlovou bruskou. Používá se především na řezání ocelových profilů („L“, „U“, kruhových nebo čtvercových či obdélníkových, tzv. Jäcklových) zejména v případech, kdy nemáme k dispozici tchána nebo mladšího bratra, kterému bychom dali řezání ruční pilou do popisu práce.

Úhlová bruska je „vděčný“ nástroj, umožňující rychle uřezat vodovodní potrubí (pokud možno bez vody), visací zámek, k němuž klíč najdeme až potom, ulomený plotový sloupek, o jehož pahýl jsme předtím několikrát rozřízli pneumatiku, a jiné. Uplatníme ji však i v dílně. Upneme-li ji do speciálního držáku, zastane téměř stejnou práci, jako strojní pila (pouze nesmí být nikdo doma).

Specializované supermarkety (např. OBI) prodávají zvláštní „hybrid“ - sadu rozbrušovací, brusných i jinak využitelných kotoučů (zpravidla pod názvem „Super Disc“). Tyto kotouče se upevní do speciální stopky, stopka se uchytí do vrtačky, vrtačka se upne... třeba do velkého svěráku a máme dosti nebezpečný nástroj na broušení nožů k sekačkám, seker, mačet a jiných mírumilovných nástrojů. Nebo na rychlé začišťování zkrácených úhelníků, dřevěných špalíků, desek s plošnými spoji (opatrně!) apod. K těmto sadám „Super-disků“ jsou prodávány i speciální stolky (z nichž pak „čouhá“ jenom kousek „Super-disku“), jsou ale dosti drahé a nebudí příliš důvěru ohledně stability.

Řezeme-li uzavřené otvory (např. obdélníková okénka pro stupnice), musíme napřed předvrtat 3 + 5 otvorů pro vložení pilového listu. Otvory navzájem propilujeme jehlovým pilníkem kruhového průřezu a „velký“ otvor řezeme zpravidla listem pily na kov, upnutým do zmíněného držáku „mini“. Tento postup musíme opakovat na všech čtyřech stranách otvoru. Je-li požadovaný „velký“ otvor blízko některé konečné hrany, můžeme použít buď obloukovou ruční pilu, do níž list upneme natočený o 90°, nebo „chlupatý“, všesměrový pilový list, kterým můžeme čtvercový nebo obdélníkový otvor vyříznout najednou. Je-li však otvor dále od okraje, musíme (plochý i všesměrový) list vyjmout z rámu a držet v ruce. Všeměrový list je však zpravidla velmi křehký a v rozporu s reklamou je vhodný většinou pouze na měkké kovy, texgumoid apod.

Šťěstí „vyrábět“ kruhové otvory pro ručkové měřicí přístroje formátu MP80 nás již snad tak často nepotká, pokud ano, „vyryjeme“ strojnickým kružítkem do panelu hlubší kružnici o průměru asi o 4 mm menším, než má být výsledný otvor. Tato kružnice bude fungovat jako „vodící“ pro značky důlčíkem, podle nichž při pečlivé práci můžeme vyvrtat

kruhovou řadu otvorů tak přesně, že vnitřní kotouček jen vyklepneme kladívkem a otvor snadno začistíme půlkulovým pilníkem vhodných rozměrů. Je-li panel z měkkého materiálu (hliník, texgumoid, polystyrén, „plexisklo“ apod.), můžeme požadovaný otvor vyříznout vykružovačem (profesionálním nebo improvizovaným).

Kruhové otvory středních průměrů (12 až 30 mm) předvrtáváme vrtákem 10 až 12 mm (větší do skličidla běžné vrtačky stejně neupneme) a na požadovaný průměr je zvětšíme **kuželovými frézami**. Pro podobné účely je ovšem vhodné nechat si na soustruhu „stočit“ stopky vrtáků průměrů 14, 16, 18 a případně i 20 mm na největší průměr, který je skličidlo naší vrtačky ochotno „akceptovat“, tedy zpravidla na 12 mm. Otvory předvrtané „desítkou“ pak můžeme v „našich“ materiálech, tj. v hliníku, texgumoidu apod., zvětšit na potřebný průměr, aniž bychom neúměrně „trápili“ motor a převody vrtačky.

Podstatně dražší, avšak (snad) trvanlivější jsou jednak **vystružovací vrtačky** (některé mají na zploštělé části, která slouží také k odvádění třísek, dokonce stupnici, na níž je možno přímo odečíst „dosažený“ průměr), a dále **stupňovité vrtačky**, které mají „vrtákový“ hrot, takže požadovaný otvor (zpravidla do 20 mm) je možné získat jedinou operací. Nevýhodou těchto vrtáků, vzhledem k jejich vysoké ceně, je skutečnost, že se (logicky) tupí především v rozsahu průměrů, které je možné vrtat běžnými - skoro o dva řády levnějšími - spirálovými vrtačky.

Všemi těmito nástroji je výhodné - pokud je to technologicky možné - otvor zvětšovat (i při tenkém materiálu) střídavě z obou stran. Tyto nástroje umožňují zhotovovat (zvětšovat) otvory prakticky ve všech materiálech, pouze např. polystyrén, PPH a hliník „zamazé“ zuby (a musí se z nich „vyrvát“ jehlou) a ocel (pozinkovaný plech) levnější kuželové frézy dosti rychle tupí.

Všeobecně platí, že pokovením těchto nástrojů (i běžných spirálových vrtáků) nitrídem titanu se zvětší jejich životnost. Je-li životnost takto „pozlacených“ řezných nástrojů úměrná ceně, nelze v běžných podmínkách zjistit.

Podobnou práci jako kuželové frézy (i když zdaleka ne v takovém rozpětí průměrů) zastanou rotační pilníky.

Je ovšem třeba se rozhodnout: buď koupíme sadu rotačních pilníků v ceně do 100 Kč a tu ztupíme hned, nebo kupujeme rotační pilníky kategorie „Profi“ v cenách od 100 Kč za kus, a ty ztupíme o něco později. Brousit se - stejně jako klasické pilníky - rozumně nedají.

Frézy do vrtačky, které mají rovnou čelní plochu, uplatníme zejména při odstraňování různých nálisků např. ve dnech elektroinstalačních krabic, přístrojových skříněk aj. Je to vždy bezpečnější než odsekávání nebo odtavo-

vání pistolovou páječkou. Předpokládá to ovšem možnost zaaretovat stůl vrtačky (je-li zespodu výsuvný) nebo sklíčidlo vrtačky ve stojanu v určené poloze. Kdyby se podařilo v tomto „systému“ přidat ještě jednu - stejně přesně definovanou - polohu (stolu nebo sklíčidla vrtačky), bylo by takto možné zhotovovat „frézované“ plošné spoje.

Frézy s rovnou čelní plochou můžeme nahradit větším spirálovým vrtákem (o průměru alespoň 8 mm), jehož špičku sbrousíme do roviny kolmé k ose.

Máme-li vyříznout okrouhlý nebo oválný otvor o průměru několika desítek cm do laťovky, dřevotřísky nebo podobného materiálu (např. otvory pro reproduktory), použijeme **elektrickou přímočarou pilku**. Pro kruhový otvor si zhotovíme vodící raménko, které na pilce upneme do otvoru pro příložník. Vyžaduje-li to geometrie reproduktorové skříně, můžeme na pilce nastavit šikmý řez a otvor vyrobí rovnou kuželový. Pouze je třeba dbát na to, abychom šikmým nastavením listu v dosti „tlustém“ materiálu nepřekročili maximální hloubku prořezu.

Větší vnitřní (uzavřené) otvory můžeme zhotovovat frézováním. Pro tuto operaci můžeme principiálně použít tři funkčně podobné nástroje. Tyto nástroje si jsou navíc podobné i svým příkonem (500 až 1000 W), cenou (2000 až 2500 Kč) a v uvažované aplikaci i použitým řezným nástrojem (válcovou frézou o průměru 6 až 8 mm).

První možností je **vyřezávačka**, dále je to **horní frézka** a nakonec je to pro domácí dílnu nejzajímavější **vrtačka ve funkci horní frézky**.

Elektrická (síťová) vrtačka vhodných parametrů (o příkonu větším než 500 W a s více než 2500 otáčkami za minutu) je již skoro v každé domácí dílně, takže toto řešení je současně investičně nejméně náročné. Vyžaduje pouze **víceúčelový stojan pro vrtačku**, který ji „povyší“ (až na menší rychlost otáčení řezného nástroje a tím o něco nižší výkon) na horní frézku.

Vrtačka v tomto víceúčelovém stojanu umí i další užitečnou věc - vrtat přesně kolmo k povrchu i do objektů, které se nevejdou pod vrtačkový stojan a které vrtat „od ruky“ by bylo riskantní funkčně i společensky (např. továrně vyrobené reproduktorové skříně).

Pro úplnost je v této části kapitoly vhodné zmínit se o třech méně používaných způsobech dělení materiálů, a to o řezání lupenkovou pilkou, řezání japonskou pilkou a o tavném dělení.

Řezání **lupenkovou pilkou** bylo kdysi oblíbeným způsobem výroby např. královských trůnů do loutkových divadel. Později tento způsob upadl téměř v zapomnění (snad vinou nízké kvality, obtížné dostupnosti a přitom vysoké ceny vlastních pilek - řezacích „drátků“). Situaci nenapravilo ani několik šikovných

návodů na pohon lupenkových pilek vibračním motorkem. Přitom lupenková pilka umožňuje řezat takřka v libovolném materiálu (i v tenkém ocelovém plechu) prakticky libovolné tvary, a to tak čistě, že řez - při přesném vedení - mnohdy není nutno začišťovat. Je pouze třeba mít (natrénovat) „klidnou ruku“ při vedení (vždy poměrně dosti těžkého) rámu, mít řezaný materiál stále dokonale upnutý (nikdy nesmí být „zvedán“ zuby při zpětném pohybu) a mít pilový „list“ vždy upnutý tak, aby zabíral při pohybu dolů (tj. aby při řezání „spoluúčinkovala“ i hmotnost rámu).

Japonské pilky se na našem trhu objevily poměrně nedávno. Jsou to plátky z vysoce kvalitní oceli, jsou velmi tenké (0,3 mm) a pracují zásadně tahem. Proto nepotřebují velkou tuhost v podélném směru, dodávají se však přesto zpravidla vyztužené hřbetní lištou (pak ale umožňují hloubku řezu jen asi do 30 mm). Prodávají se také bez hřbetní lišty, širší a s oboustranným ozubením. Hlavní předností japonských pilek je extrémně čistý a úzký řez, pro který jsou vhodné např. pro dělení desek s plošnými spoji (DPS) s velmi jemnou kresbou, pro dělení objemek na integrované obvody, miniaturních svorkovnic apod. Nesmíme ovšem zapomínat, že všechny tři druhy ozubení, s nimiž jsou tyto pilky dodávány (trojúhelníkové, trapezové a univerzální), jsou určeny přednostně pro řezání dřeva.

Tavné dělení je vhodné pro některé termoplasty, shodou okolností důležité při konstrukcích např. reproduktorových skříní (pěnový i deskový polystyren). Pro tuto technologii vystačíme s běžným rámem lupenkové pilky (i takovým, který je pro původní účel příliš těžký), do něhož upneme kus drátu z libovolného materiálu s větším ohmickým odporem (měkká ocel, ocelová struna, konstantan apod.), samozřejmě na jednom (horním) konci izolovaně od rámu (např. teflonovou izolační trubičkou). Celek připojíme např. na sekundární vinutí většího transformátoru pro halogenové žárovky, který zapojíme na síť přes regulační autotransformátor o výkonu 500 VA. Po ověření, že v této stavě „hřeje“ opravdu jen tavný drát, můžeme začít řezat. Výhodou (u pěnového polystyrenu) je čistý řez, který bychom žádnou „mechanickou“ pilkou nedosáhli.

Začišťování materiálů

Pro vzhled výrobku, ale i pro „dobré svědomí“, je třeba **začišťovat** všechny řezné i lomné hrany, stejně jako všechny otvory. Pomyšlení, že někdo dostane náš přístroj třeba do opravy a po sejmutí (čistě opracovaného) krycího panelu by nás zařadil do kategorie „vepřových“ konstrukterů, není povzbudivé, a je dobré se takové situaci bezpečně vyhnout.

Znamená to vzhledově a kvalitou opracování „nešdit“ ani takové kon-

strukční díly, které po konečné montáži „nejsou vidět“. Dodržování této zásady nám umožňuje „trénovat“ přesné vrtání, svrtávání, ohýbání spojovacích prvků, opracování panelů a další operace, které pak na exponovaných místech provádíme s mnohem větší jistotou.

Řezné hrany začišťujeme větším plochým pilníkem, jehož „hrubost“ volíme nejlépe zkusmo tak, že pilníkem bez přitlaku druhou rukou „zabereme“ na hraně řezu, jež hodláme začišťovat. Zanechá-li pilník na hraně „stopu svých zubů“, volíme pilník jemnější.

Toto kritérium uplatňujeme v případech, kdy začišťujeme řezy kolmo k jejich podélnému rozměru, tedy v podstatě tímž směrem, kterým jsme předtím řezali, ať už ruční pilkou nebo elektrickou přímočarou pilkou, popř. i pilkou kotoučovou (např. dřevotřísku). Ani jeden z těchto nástrojů nám totiž nezaručí dokonale přímkový řez. Výjimkou mohou být řezy, provedené elektrickou pilou s použitím příložníku, to však logicky předpokládá, že „předchozí“ řez, který příložník a tedy i pilku vede, je dokonale rovný. Rameno příložníku však bývá dosti krátké - většinou jen asi 200 až 250 mm. Pokusíme-li se rameno nahradit delším, příložník již stejně „nevede“ dostatečně přesně, protože při větší délce zpravidla již „neudrží“ potřebné pravé úhly. Tuto vadu by sice bylo možno napravit stabilnějším upevněním ramene na příložníku a zmenšením vůle (staviteleho) uchycení příložníku na tělese nástroje, omezení použitelnosti na případy s dokonale rovnými předchozími řezy však zůstává.

Lepší než příčně je začišťovat řezy pilníkem bez držadla podélně, t.j. ve směru hrany. Pohledem „pod pilník“ můžeme průběžně kontrolovat, kde to ještě „svítí“ a tedy - opačně - kde máme „přitlačit“. Pilník vedeme po materiálu vždy prsty ruky, kterou pilník vedeme a tlačíme do záběru. Je také možné si zhotovit „vodítko“ - jakési korýtko z plechu, které obepíná (čtyřhranný) pilník ze tří stran. Pilník má zpravidla tvar protáhlého jehlanu, takže pokud vodítko sleduje zužování pilníku, stačí do něho pilník zlehka zarazit. Vodítko pak můžeme opatřit vhodným držadlem „hoblíkového“ tvaru.

Tyto a řadu jiných „začišťovacích“ prací je ovšem možné v profesionální kvalitě provádět na kombinované brusce, která je popsána v kapitole o nástrojích.

Začišťovat je ovšem vhodné i vrtané (kruhové) otvory - vždy použijeme buď vrták alespoň trojnásobného průměru, kterým vyvrtaný otvor „přelízíme“ z obou stran. Pozor, upneme-li „velký“ vrták do vrtačky, musíme „hlídat“ otáčky i přitlak, jinak se vrták může s chutí „zakousnout“ do „předvrtaného“ otvoru a máme o problém navíc. Otvory v měkčích materiálech (až po hliník) proto začišťujeme raději ručním záhlubníkem.

Zvláštním případem začišťování řezů je zarovnávání lícních ploch např. distančních sloupků, které i po zkrácení musí stát kolmo.

Distanční sloupek upneme do sklíčidla vrtačky a za otáčení jej tlačíme proti kusu kvalitního smrkového plátna nebo proti velkému plochému pilníku. Tato operace je o to zdouhavější, čím tvrdší je materiál, ze kterého je distanční sloupek vyroben. Mosazné nebo ocelové distanční sloupky proto raději nezkracujeme nebo je necháme zkrátit na soustruhu.

Zde rovněž zbývá problém prodloužit závit v distančním sloupku. Ten je řešen v kapitole "Spojování konstrukčních dílů".

Tvarování materiálu

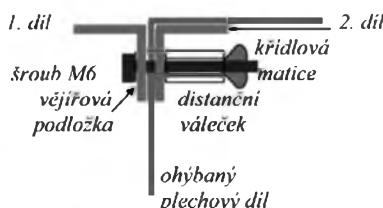
I když tento pojem v běžném pojetí zahrnuje např. i výrobu misek tvaru kulových vrcholků pro rituální svícný, omezíme se téměř výhradně na problematiku ohýbání plechových dílů (popř. dílů z termoplastických materiálů) pro výrobu přístrojových skříněk, a dále ohýbání pásoviny do tvaru různých vzpěr, třmenů a jiných konstrukčních dílů.

Ve třetím čísle KE z letošního roku byl zveřejněn návod na krásnou (polo)profesionální ohýbačku. Už už jsem se rozhodoval, že si ji podle uvedeného návodu vyrobím, ale pak jsem si uvědomil, že jsem již déle než čtvrt století plně „vystačil“ s nesrovnatelně jednodušším (a levnějším) ohýbacím přípravkem, s jehož pomocí jsem vyrobil více než 20 skříněk různých tvarů a velikostí, a kromě toho jsem zvládl i všechny další ohyby, které ode mne byly požadovány. Přípravek se osvědčil zejména poté, kdy mu bylo dáno spolupracovat s pevně uchyceným svěrákem s čelistmi o šířce 100 mm.

Přípravek je opravdu jednoduchý - je tvořen dvěma ocelovými profily „L“ o rozměru 20x20 mm a o délce asi 700 mm. Tato délka je ověřeným kompromisem mezi maximální šířkou ohýbatelných dílů, tuhostí profilů o rozměrech pouze 20x20 mm a možností dostatečně pevně upnout přípravek ve svěráku. Pokud bychom chtěli délku zvětšit, museli bychom v prvé řadě použít profily minimálně 30x30 mm.

Profily jsem měl možnost nechat ohoblovat. Pokud tuto možnost nemáme, zakoupíme dva kusy o délce asi 1,5 m, které již v prodejně vybíráme tak, aby byly co nejrovnější. Z nich pak vybereme a vyřízneme „úplně nejrovnější“ kusy o uvedené délce asi 700 mm. Tyto kusy pak případně ještě „poopravíme“ pilníkem, na koncích opatříme otvory se závitem M6 (první díl) a o průměru 6,2 mm (druhý díl).

To již napovídá, co dál. Do prvního dílu vešroubujeme šrouby M6x40, jejichž hlavy utáhneme nejlépe přes vějířovou podložku. Na závit procházející do 2. dílu navlékneme distanční válečky o délce asi 18 mm, celek spojíme kříd-



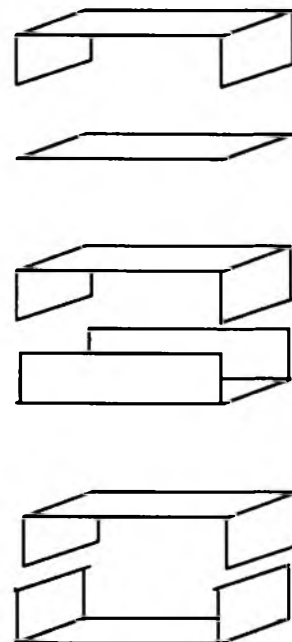
Obr. 8. Řez jedním koncem ohýbacího přípravku

lovými matkami M6 a ohýbací přípravek je hotov (obr. 8).

S přípravkem pracujeme tak, že do něho pomoc křídlových matic pevně upneme ohýbaný díl podle rysky požadovaného ohybu. Celek pak upneme „bokem“ do svěráku a kládívem přes dřevěný špalík (nebo gumovou palici) provedeme část ohybu (asi do 30 °). Pak přípravek vyjmeme, zkontrolujeme, zda „jsme stále na rysce“, a přípravek upneme druhým „bokem“. Postup opakuje tolikrát, až dosáhneme požadovaného úhlu a vzhledu. Takto vyrobíme během několika minut díly na přístrojové skřínky nejběžnějších typů (obr. 9).

Stěny skřínky z ohnutého plechu doplníme předním a zadním panelem, subbpanely, vnitřními přepážkami atd. Citlivým dopilováním panelů můžeme dalekosáhle „odčinit hříchy“, kterých jsme se případně dopustili při ohýbání.

Při pečlivé práci a pozorném, postupném ohýbání můžeme zhotovit



Obr. 9. Příklad tvarů stěn skříněk

skřínku jakýchkoli rozměrů a určení (na hi-fi zesilovač, pro jinak subtilní nabíječku s ventilátorem v zadní stěně apod.).

Výsledek bude samozřejmě ještě závislý na povrchové úpravě, ta však - s použitím palety (nevypalovací!) kladívkových laků typu Hammerite - by rovněž neměla být problémem.

Řezání závitů

Řezání závitů v domácí dílně je činnost, která sice v posledních letech vlivem dostupnosti stále rozsáhlejšího sortimentu samořezných šroubů, lepicích technik (umožňujících i rozebíratelné spoje pomocí tavných lepidel) i jiných spojovacích technik využívajících např. trvalé pružnosti umělých hmot („zaskakovací“ spoje) ztrácí své dřívější postavení, přesto však je v řadě případů - dokonce i v běžné domácí údržbě - nenahraditelné, a to nejen pro dosažení profesionálního vzhledu výrobků nebo výsledků amatérské činnosti, ale mnohdy i pro samu funkčnost výrobků nebo výsledků práce.

Závity v domácí dílně řežeme pomocí **závitníků** (závity v otvorech) a **kruhových závitorezných čelistí (oček)** (vnější závity na táhlech, dlouhých svornících apod.).

Závitníky jsou vlastně šrouby z velmi tvrdé oceli s průměrem postupně se zvětšujícím až na jmenovitý rozměr závitu, opatřené třemi podélnými drážkami na odvádění třísek a na případné dodatečné ostření.

Prodávají (a zpravidla používají) se v sadách po třech, někdy (závitníky s jiným než běžným metrickým závitěm) po dvou. Jsou-li tři, platí, že první (někdy „přední“) závitník závit předřezává, druhý („střední“) ho řeže a třetí („dokončovací“) ho kalibruje.

Z toho vyplývá, že vynecháním kteréhokoli z nich riskujeme, buď že se nám závit „nepodaří“ (a musíme si vypomoci buď vyříznutím závitu „o číslo“ většího nebo delším šroubkem a maticí s druhé strany, pokud je přístupná), nebo že následující závitník zlomíme (a zlomený závitník je jednou z největších nepříjemností, které nás mohou v dílně potkat).

Pro úspěšné vyřízení závitu je důležitý zejména průměr předvrtaného otvoru. Malý otvor způsobí, že se v něm první závitník „neujme“, a je-li otvor hlubší, snadno v něm „jedničku“ zlomíme, příliš velký otvor první závitník dostatečně nevede (pokud jím závitník přímo nepropadne), závit je nekvalitní a šroub ho při větším utažení snadno strhne. Průměry otvorů pro běžné metrické závity jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 2. Průměry otvorů [mm] pro běžné metrické závity

Závit	Otvor	Závit	Otvor
M1	0,8	M5	4,2
M2	1,7	M6	5,0
M2,5	2,1	M7	5,8
M3	2,5	M8	6,75
M3,5	2,9	M10	8,5
M4	3,3	M12	10

V praxi ovšem vystačíme se „zlatým pravidlem“ které zní:

$$\text{průměr otvoru} = \text{číslo závitníku} \times 0,8,$$

tedy pro závit M3 vrtáme otvor o průměru 2,4 mm, pro závit M6 otvor o průměru 4,8 mm atd. Při práci s ruční vrtáčkou se osvědčuje napřed předvrtat otvor vrtákem o několik desetin mm menším, tedy pro závit M3 vrtat napřed vrtákem např. o průměru 2 mm, pro závit M4 vrtákem o průměru 3 mm atd.

Pro závitníky jiných rozměrů stačí posuvným měřítkem (česky: „šuplér“) změřit průměr prvního závitníku u jedné třetiny jeho délky. Jak jsme již zdůraznili v kapitole „Měření a rozměrování v domácí dílně“, měříme velmi opatrně, abychom o ostré řezné hrany závitníku „neporanili“ břity posuvného měřítka!

Pro zrychlení řezání závitů - zejména je-li třeba opatřit závitem najednou třeba 20 otvorů, i to se v domácí dílně někdy poštěstí - se vyrábějí **kombinované vrtáky/závitníky**. Takový nástroj vrtá otvor potřebného průměru, vyřízne závit a odstraní ořez, popř. vytvoří zahluštění pro hlavu šroubu. Je vybaven šestihrannou stopkou, aby neprokluzoval ve skličidle vrtáčky. Krása. Když se ale zlomí, je nutno jej - na rozdíl od „normálního“ závitníku, který můžeme přebroušením „zachránit“ takřka do posledních několika závitů - definitivně vyhodit. Škoda, protože jeho cena je nejméně desetinásobkem ceny sady běžných závitníků i s příslušným vrtákem. Tento kombinovaný nástroj má ale ještě další závažnou nevýhodu, která omezuje jeho použitelnost - nemožňuje řezat závity ve slepých otvorech.

Zvláštní pozornost vyžaduje řezání závitů do plechu, zvláště tenčího. Pokud není možné se mu vyhnout (možnosti jsou uvedeny dále), je třeba alespoň „prodloužit“ otvor pro zamýšlený závit tím, že do něj (ze strany, odkud se bude šroubovat) ve svěráku zalisujeme ocelovou kuličku vhodného průměru (z ložiska) nebo ocelový kužel (někdy je vhodný důlčík). Otvor musí být vždy téměř „o číslo“ (závitů) menší, aby se po prolisování do přibližně kuželového tvaru mohl „protáhnout“ vrtákem podle výše uvedené tabulky. Řezání závitů (především metrického) do plechu (především tenkého) je však radno se vyhnout zejména tehdy, je-li předpokládáno namáhání závitů opakovaným šroubováním (např. v dílech plechové skříňky).

V takovém případě se vyplatí zhotovit závitové příločky ze silnějšího materiálu (např. z ocelového pásu o tloušťce 3 mm), které na potřebná místa přilepíme, přinýtujeme nebo přišroubojeme.

Aby závitníky dobře řezaly (a nelámaly se v nejnevhodnějších otvorech a situacích), musí být ostré. Protože jejich broušení daleko přesahuje mož-

nosti „rozumně“ vybavené domácí dílny, je nutné je mazat.

Na otázku, čím mazat zejména při řezání závitů do neželezných kovů, se odborníci kupodivu dodnes beze zbytku neshodují.

Na ocel (čím tvrdší, tím je mazání logicky náležitější) je asi nejvhodnější (ale také nejdražší) speciální kapalina na řezání závitů. Pro řezání závitů do oceli používám již několik desítek let - vepřové sádlo. Sadu závitníků „Uro-Präzission Schneideisen“ z bývalé NDR, kterou jsem koupil koncem 60. let minulého století a kterou po celou tu dobu mažu tímto „kacířským“ mazivem, používám dodnes.

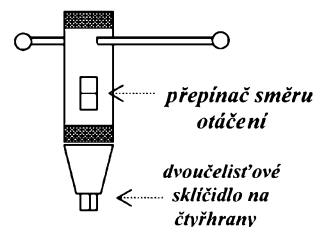
Závitníky pracující ve slitinách mědi se nemažou vůbec a hliník..., hliník se sám „maže“ tak, že do něho jemné metrické závity raději ani neřezeme - stejně by se brzy strhly. Lepší - a rychlejší - je použít samofezné šrouby s hrubším závitem a větším stoupáním, stejně jako do většiny plastických hmot (s několika málo výjimkami, zejména texgumoid), a optimální průměr otvoru zjistit podobně jako u neznámých závitníků.

Závitníky je třeba při řezání závitů něčím otáčet. Po léta byla k tomu účelu k dispozici jen klasická **univerzální (stavitelná) vrtadla**, zpravidla ve třech velikostech: nejmenší o délce asi 100 mm pro závitníky M2 až M6, střední o délce asi 200 mm pro závitníky M8 až M16, a velké o celkové délce 300 a více mm a o váze okolo 1 kg.

I nejmenší z těchto vrtadel bylo však pro nejtenčí závitníky příliš „neohrabané“, a proto jsem je nahradil **sadou klíčků k natahování hodin**. Další výhodou klíčků je, že závitníky jsou jimi o 20 až 30 mm prodloužené, takže je možné řezat závity i tam, kde „se s běžným vrtadlem neotočíme“, např. ve stísněných prostorách (mezi součástkami).

Již asi před 20 lety se sice ve specializovaných prodejnách začaly objevovat - v sadách i jednotlivě - **prodlužovací nástavce pro řezání závitů** na obtížně přístupných místech, ty však jsou „nectně“ drahé a hlavně nekorespondují přesně s rozměry čtyřhranů na závitnicích. Mimoto závitníky nijak nepřidržují, takže je nutno závitník do otvoru (vyvrtaného případně dlouhým nebo prodlouženým vrtákem) napřed vložit např. velkou pinzetou.

Poměrně nedávno se v prodeji objevila šikovní **vrtadla s malým dvoučelistovým skličidlem** pro závitníky do rozměru M6, která mají rohatkový („ráčnový“) mechanismus, beze zbytku převzatý z rohatkových šroubováků, jaké se prodávají zpravidla se sadou hrotů („bitů“) a nástrčných matkových klíčů („oříšků“). Vrtadlem se otáčí tyčinkou vloženou do příčného otvoru nad „ráčnovým“ mechanismem, nejmenší závity je možno řezat otáčením za vroubovanou hlavu vrtadla. Tento velmi



Obr. 10. Rohatkové („ráčnové“) vrtadlo na závitníky M2 až M6

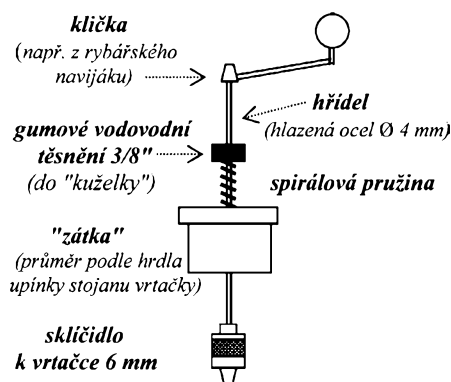
užitečný nástroj je načrtnut na obr. 10. Je možné ho vyrobit i „poloamatérsky“ s využitím rohatkového šroubováku s malou rukojetí ve tvaru přibližně žárovky 25 W se závitem E14. Pokud se nám nepodaří získat (nebo vyrobit - na soustruhu to není problém) dvoučelistové skličidlo na čtyřhran, můžeme použít „klasické“ tříčelistové skličidlo jako v přípravku na obr. 11.

Závity mají být vždy kolmé k rovině spojovaných dílů. Někdy je to jen věc estetiky nebo profesionální cti, jindy, např. u letmo upevněných os, je to funkční nezbytnost. Nesrovnatelně důležitější je ovšem správné (kolmé) nasazení závitorezných očí na kulatinu, z níž zhotovujeme svorník nebo právě zmiňovanou „letmou“ osu.

Zajištění kolmosti při řezání vnějších závitů bude uvedeno dále, zde popíši přípravku pro přesné řezání malých závitů zejména do měkkých materiálů (měď, hliník, plastické hmoty), v nichž je možno neopatrným ručním řezáním ještě nehotový závit poškodit, ba i zcela zničit. Přípravek je znázorněn na obr. 11.

Z obrázku je zřejmé, že přípravek je určen pro uchycení do stojanu pro ruční vrtáčku. Při jeho výrobě je kritická souosost hřídele s čelistmi skličidla, nikoli s jeho tělem, které v praxi často značně hází, i když skličidlo samo je schopno upínat s překvapující přesností. Pro zajištění dostatečné souososti, která je podmínkou funkčnosti přípravku, se osvědčuje následující postup.

Do skličidla našroubojeme (nebo narazíme, pokud skličidlo nemá závit, ale kuželový otvor) kousek kulatiny opatřené příslušným zakončením, který o několik milimetrů přesahuje zadní



Obr. 11. Přípravek pro přesné řezání závitů M2 až M6

stěnu skličidla. Do skličidla pak upneme kousek přesné kulatiny o jmenovité největším průměru, pro který je skličidlo určeno (v našem případě 6 mm). Za tuto kulatinu je upneme do patrony soustruhu a do zadní strany skličidla (do předem zhotovené „zátky“) vyvrtáme a vystružíme přesný otvor, do něhož nalisujeme hřídel přípravku. Aby se skličidlo proti hřídeli při větších krouticích momentech neuvolnilo, můžeme spojení zajistit „prokolíčkováním“ nebo třemi šroubky M2 až M3 ve vzájemném úhlu 120°.

Dlouhá hřídelka přípravku umožňuje snadnou výměnu závitníků. Pružina, jejíž tlak - a tedy tah hřídelky směrem nahoru - nastavíme posunutím pryžového „stavěcího kroužku“, jemně vytahuje závitník z otvoru a tím zabraňuje poškození ještě nehotového závitu (zejména předním závitníkem) v měkkých materiálech, což se může snadno stát při řezání závitu „od ruky“.

Přípravek je dále vhodný jako přesná „ruční“ vrtačka např. pro vrtání desk s plošnými spoji nebo pro navíjení malých cívek.

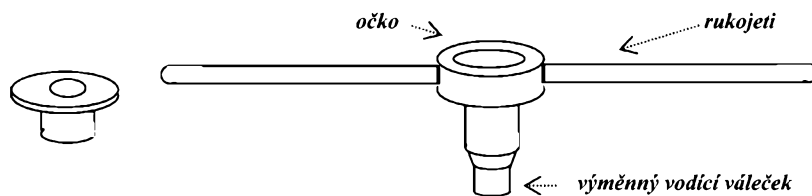
Řezání vnějších závitů se uplatňuje především při úpravě šroubů a svorníků, výrobě dlouhých svorníků, úpravě kotev do zdi a speciálních dílů se závity, např. poloos.

Potřebu zhotovovat vnější závit v posledních letech značně snížila všeobecná dostupnost závitových tyčí, které jsou k dostání v každém větším železářství v rozměrech od M3 do M12 i výše, v „černém“ i pozinkovaném provedení (někde dokonce i mosazně).

Pro řezání (popř. prodloužení nebo opravu) vnějších závitů používáme **kruhové závitorezné čelisti**, krátce **závitová očka**. Jsou to jakési matice z nástrojové oceli se třemi nebo čtyřmi souběžnými otvory, rozloženými kolem „závitového“ otvoru na kružnici v úhlu po 120° popř. 90°, jejichž úkolem je odvádět třísky a případně umožnit ostření závitorezných čelistí.

Závitová očka se dřív vyráběla tzv. dělená - měla radiální šterbinu v místě proti jednomu z bočních otvorů. Příslušnými stavěcími šroubky („červíky“) s kuželovou špičkou ve vratidle bylo možno očko buď rozvírat nebo stahovat a tím v určitém rozsahu měnit průměr řezaného závitu a případně kompenzovat opotřebení řezných čelistí. V praxi měl-li např. svorník pevně držet třeba v panelu, šterbina v očku se při zhotovování svorníku povolením šroubku rozšířila, závit měl větší průměr a svorník v panelu pevně držel. „Dělená“ očka se již dávno nevyrábějí a občas se mi po nich stýská.

Závitovým okem, podobně jako závitníkem, otáčíme při řezání závitu **vratidlem**. Vratidlo má tvar misky bez dna, do které se očko vkládá a proti otáčení se zajišťuje trojicí (nebo čtveřicí) šroubků (červíků) po obvodu vratidla. Do misky jsou radiálně vešroubo-



Obr. 12. Vodicí „hříbek“ do vratidla a vodící vratidlo

vány dvě rukojeti na otáčení. Očka mají řadu normalizovaných průměrů. Aby bylo možno počet potřebných vratidel omezit na rozumnou míru, bývají opatřena výměnnými redukčními vložkami, takže s jedním vratidlem „vystačíme“ pro 3 až 4 očka, zpravidla pro M3 až M5, dále pro M6 až M10 a pro M12 až M16. Protože výměna očka je časově mnohem náročnější než výměna závitníku (vyžaduje povolení a opětné utažení tří nebo čtyř šroubků), umožňují lépe vybavené soupravy závitorezných čelistí uchytit při dané práci souběžně nepoužívanější očka (např. M3 a M4 nebo M6 a M8) do dvou „sousedních“ vratidel (jedno přímo, druhé pomocí redukční vložky).

Jak již bylo řečeno, není řezání vnějších závitů příliš časté, většinou se jedná o prodloužení závitu na šroubu, svorníku nebo kotvě.

Pokud však závit zhotovujeme „na kulatině“ (např. závit M4 pro klíčku přípravku na obr. 11), bývá dosti obtížné ho zaříznout přesně souose, a podle zákona schválnosti je to tím obtížnější, o čím speciálnější díl se jedná (např. hřídelka přípravku z obr. 11 už může mít na dolním konci kuželový nebo závitový nástavec pro skličidlo).

Pokud se s takovými případy setkáváme častěji, je dobré uvažovat o vhodných vodičkách.

Je např. možno zakoupit **sadu vodiček** - soustružených dílů „hříbkovitého“ tvaru, jejichž hlava svým průměrem vždy odpovídá průměru očka a „noha“ má otvor s průměrem závitu, který okem řezáme. Vodicítku uchytneme do vratidla pod očko a jeho „noha“ pak navede závitorez přesně souose. Tato sada má však nevýhodu: i když jsou hlavy vodiček nízké (výška asi 1,5 mm pro všechny rozměry oček), očka ve vratidlech již „nesedí“ přesně, a protože očka mají zpravidla pro tři (čtyři) souměrně rozložené stavěcí šroubky jen důlky, šroubky se do nich „nestrefí“ a očka jsou pak „unášena“ de facto jen jediným šroubkem v drážce očka. Sada je také dosti drahá - její cena je asi polovinou ceny kompletní soupravy závitorezných čelistí. Je proto výhodnější buď si sadu (nebo jen aktuálně potřebná vodička) nechat vyrobit na soustruhu (je to úkol pro učené - nejlépe z kalitelné oceli a pak zakalit), nebo si opatřit dokonalejší **sadu vodičích vratidel**.

Vodicí vratidlo je kombinací běžného vratidla pro kruhové závitorezné čelisti (očka) a vodícího „hříbku“. Aby nebylo třeba pro každé očko mít zvláštní

vratidlo s vodícím otvorem příslušného průměru, bývají v sadě kromě vložek pro menší očka ještě kalené válečky vrтанé vždy na příslušný průměr, které se podle potřeby vešroubují do „hrdla“ vodícího vratidla.

Vodicítku a vodící vratidlo jsou načrtnuty na obr. 12.

Dalším, ne vždy snadným úkolem, je součástku, kterou chceme opatřit závit, **řádně upnout**, tj. vhodným způsobem ji uchytit do takové polohy, abychom do ní (nebo na ní) mohli vyříznout závit.

Při řezání vnitřního závitu je součástí zpravidla již upnuta od předchozí operace - vrtání otvoru. Upínání obrobků a součástí je předmětem stejnojmenné kapitoly, zde proto popíšeme jen výrobu přípravku - **upínací čelisti pro řezání vnějších závitů**, pro opravu poškozených závitů, zhotovování popř. úpravu poloos, svorníků, kotev aj.

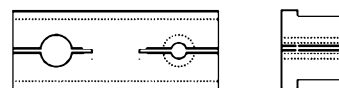
Upínací čelisti umožňují upnout kulatinu i závit (šroub, svorník, závitovou tyč atd.) dostatečně pevně a přitom téměř vylučuje poškození povrchu nebo závitu, což se běžně stává dokonce i v prizmatických čelistech svěráku.

Upínací čelisti vyrobíme z ocelového čtyřhranu 10x15 mm, z něhož nařežeme shodné kusy o šířce 30 mm. Do nich vyvrtáme dvojice otvorů, z nichž vždy jeden má závit (M3, M4, M5 atd. až M10) a druhý má odpovídající otvor (o průměru 3,1 mm, 4,1 mm atd.). Tyto otvory pak prořízneme z obou stran přípravku ve směru jeho delší osy lupenkovou pilkou (nebo jemnou kotoučovou pilkou) na kov vždy do dvou pětín délky přípravku, tedy asi 12 mm. Náčrty přípravku je na obr. 13.

Mnohem jednodušeji lze sadu upínací čelisti vyrobit z matic, nejlépe čtyřhranných, které rozřízneme vhodným směrem tak, aby bylo možno je za plochy sevřít do svěráku. Jednu ze dvou matic vždy provrtáme na průměr označení závitu (např. matku M8 „protáhneme“ vrtákem 8 mm (8,1 mm) pro upínání kulatiny popř. dílů bez závitu).

Tyto upínací čelisti lze samozřejmě také vyrobit vždy jen ad hoc a sadu z nich vytvořit postupně.

otvor Ø 8,1 mm otvor se závitem M 8



Obr. 13. Jeden kus ze sady upínacích čelistí (pro kulatinu o průměru 8 mm a závity M8)

Také je možné vyrobit upínací čelisti univerzální pro všechny průměry a závitů najednou. Do kusu čtyřhranu vhodné délky vyvrtáme všechny potřebné otvory a vyřežeme příslušné závit. Pak celek podélně rozřízneme, spojíme posuvně kolíčky na obou koncích (kolíčky budou do jednoho dílu naražené nebo vlepené) a nakonec všechny závit „pročistíme“ dokončovacími závitníky. Tato verze je zřejmě výrobně nejnáročnější, je zpravidla „nad sílu“ běžné domácí dílny a je otázka, zda by se tam „uživila“.

Konečně se dostáváme k vlastní technice řezání závitů. Většinou je to rutina, jsou však případy, kdy vyřezat kvalitní závit v atypických podmínkách (třeba vleže šikmo nahoru při opravě automobilu nebo brány) a nezlomit přitom závitník, vyžaduje dosti zkušenosti a citu.

Především je nutno dbát na to, aby se přední (první) závitník v otvoru správně „ujal“. Musíme ho tedy do záběru tlačit, ovšem téměř do každého materiálu jinou silou - tlačíme-li ho do tvrdého materiálu málo, může nepřiměřeně zvětšit otvor, tlačíme-li příliš, můžeme ho zlomit.

Závitník při práci mažeme (nebo nemažeme - podle materiálu), při tvrdší oceli a/nebo hlubokém otvoru mažeme závitník několikrát.

Závit řezeme vždy tak, že otáčíme o třetinu až polovinu doprava (tj. ve směru hodinových ručiček) a poté „couváme“ o čtvrt otáčky zpět, abychom rozdrtili třísky a uvolnili tak řezné hrany čelistí. Nečiníme-li to, riskujeme nekvalitní závit a/nebo zlomení závitníku.

V podstatě stejné zásady platí při řezání vnějších závitů. Jak již bylo zdůrazněno, je nejen pro vzhled závitů, ale i pro jeho kvalitu důležité, aby osa závitů byla totožná s osou válcové součásti, na niž závit řezeme. Delší nesouosý závit se nakonec na jedné straně válcové plochy zcela „ztratí“ a na druhé straně se „zařezává“ příliš hluboko, což snižuje jak pevnost v tahu (svorníky), tak i pevnost v ohybu (kotvy, poloosy).

Vnější závit řezeme - na rozdíl od vnitřního - jen jedním nástrojem, proto je započítí řezání („nahození“ očka) vždy obtížnější než správné zavedení prvního závitníku. Začátek válcové části je nutno opatřit kuželovým „náběhem“ - kuželové zkosení (s vrcholovým úhlem asi 60°) stačí vytvořit pilníkem. Výhodné je, můžeme-li při vytváření kužele součást upnout do sklíčidla vrtačky, kuželové frézy s vnitřním ozubením pro tento účel se i dnes obtížně shánějí a jsou velmi drahé.

Závěrem několik rad pro případ, že závitník zlomíme. Nejraději se lámou závitníky v již téměř hotových, unikátních dílech, pokud možno chromovaných nebo s jinou povrchovou úpravou, náročnou na celistvost a neporušenost vzhledu.

Zlomí-li se závitník hluboko a v neprůchozím otvoru, můžeme naň zapomenout. Důležité také je, jak velký závitník, který v pořadí, v které své části a samozřejmě v jakém materiálu se zlomil. Není žádné štěstí, zlomil-li se závitník tak, že z otvoru vyčnívá jeho (nepravdělné) torzo - to se totiž při pokusu o vytočení kleštěmi zpravidla stejně rozláme.

Jediná šance je zlomenou část závitníku zakapat olejem a po několika minutách se snažit ji vytočit ocelovou „jehlou“ (na zavěšování obrazů) opatrným poklepáváním menším kladivem. Je ale třeba klepat „dokola“, na okraje všech tří drážek zlomené části závitníku, jinak se tato část může v otvoru vzpříčit.

Co dělat, abychom závitník nezlomili?

1) Pracovat s citem - závitníky do M5 i při řezání závitů do oceli otáčet jen dvěma prsty; oběma rukama pracovat se závitníky M6 a většími.

2) S nejmenšími závitníky (M2 až M4) pracovat „v ruce“ jen pokud je to nezbytné, raději vždy používat vhodný vodící přípravek, např. z obr. 9.

3) Vyhýbat se používání „spálených“ závitníků. Zjistíme-li, že lom zlomeného závitníku je matně šedý, je důvodné podezření, že takto „spálené“ (a tedy křehké) jsou i ostatní závitníky z téže sady. Tyto závitníky buď zcela vyřadíme, nebo (po označení barvou nebo izolační trubičkou) ponecháme na méně náročné práce - řezání závitů do plechu, oprava „poraněných“ závitů apod.

4) Doporučuje se též závitníky záměrně zeslabit - mají-li se už zlomit, ať se zlomí na příhodnějším místě než v otvoru, do něhož právě řezeme závit. Zeslabení provedeme mělkým zápichem ve stopce tak, abychom znemožnili čtení pořadí závitníku. Zápich zhotovíme malým karborundovým brusným kotoučkem Ø25 x 2 upnutým ve druhé vrtačce, přičemž průměr stopky zmenšíme asi o čtvrtinu.

Spojování konstrukčních dílů

Spojování konstrukčních dílů může být běžně rozebíratelné a nerozebíratelné. Mezi tyto základní kategorie je nutno ještě včlenit kategorii spojů rozebíratelných v případě potřeby.

Několik typických případů: Běžně rozebíratelné jsou spoje šroubové, záskočkové, spoje na magnety apod. Spoje rozebíratelné v případě potřeby jsou spoje vrutové, tavným lepidlem, pájené (měkkou pájkou) apod. Běžně nerozebíratelné jsou spoje nýtované, lepené, pájené natvrdo, svařované atd.

Výběr druhu spojení (spojovacích prvků) provádíme většinou mechanicky podle zvyku, popř. podle toho, „co dílna resp. příslušný šuplík dá“.

Situace se ale mění i zde (šrouby, matky a podložky - zejména větší - jsou poměrně drahé, zato je dostupný dříve nebyvalý výběr samořezných šroubů, samozávrtných vrutů, závitových tyčí, trhacích nýtů a jiných prvků. Stejně tak je k dostání široký repertoár kvalitních lepidel a svařovacích technik, z nichž některé dokonce od základu mění tradiční postupy některých řemesel (truhlářství, instalatérství).

U všech technik spojování konstrukčních dílů posuzujeme nebo bychom měli posuzovat jejich vlastnosti:

- **Cena spojovacích prvků** zejména při rozsáhlejších konstrukcích (např. volba systému uchycení nástrojů v dílně nebo laboratoři (viz kap. „Vybavení elektronické laboratoře“).

- **Snadnost a rychlost zhotovení** - např. šroubový spoj s maticí zhotovíme nej-

rychleji - rychleji a snáze než šroubový spoj s ručně zhotoveným protizávitím, naproti tomu klasické nýtování (byť hliníkovými nýty) bychom uplatnili ... snad jen při výrobě replik vojenských zařízení z 2. světové války (i toho se můžeme dožít!).

- **Mechanické vlastnosti** - pevnost (zejména malých šroubů nebo dutých nýtů ve stříhu), odolnost vůči vibracím a samovolnému uvolňování při provozu nebo transportu zařízení (zajištění pérovými nebo korunkovými podložkami, závlačkami, pojistnými maticemi, zákápním lakem apod.).

- **Odolnost spojů proti vlhkosti** (díly z vodovzdorné překližky a použití vodostálých lepidel), proti korozi (zinkované, mosazné, nerezové nebo jiné šrouby a vruty) a zamezení elektrochemické koroze (např. vkládáním polyethylenových podložek pod hlavy mosazných šroubů nebo pod matice, spojující ocelové či hliníkové konstrukční díly). Elektrochemická je svou podstatou téměř každá koroze - zde je míněna kontaktní koroze např. ocelového šroubu v mosazné svorce, způsobovaná vzdušnou vlhkostí.

- **Možnost zajistit spojovací prvky proti demontáži nepovolanými osobami** (např. použití šroubů s trojsměrnou drážkou, šroubů s levým závitem apod.).

- **Trvanlivost spojů při opakovaném rozebírání** (extrémně nízká u vrutových spojů v měkkém dřevě) - např. použití kovových nebo polyamidových závr-

ných závitových vložek (či příložkových matic) do dřeva a vlastní spojování šrouby s metrickým závitem nebo naopak záměrné použití šroubů s větším než metrickým závitem do hliníku nebo umělých hmot.

• **Uplatňování estetických hledisek** - co největší počet spojovacích prvků (hlav šroubů, matic, vícefunkční využití např. matic potenciometrů či přepínačů) se umístí pouze na subpanel, hlavy šroubů se zakrývají panelovými štítky, lakem nebo plastovými krytkami apod.

Obdobně je nutno promyslet i **elektrické propojení** jednotlivých konstrukčních dílů. Zde existují - obdobně jako v úvodu této kapitoly - propojení *rozebíratelná, dále rozebíratelná v případě nutnosti a nerozebíratelná (nerozpojitelná)*.

I když konektory (s libovolným počtem pólů) elektrickými i mechanickými parametry dosáhly již pravděpodobně maxima možných kvalit a je oprávněný předpoklad, že nebudou Achillovou patou ani složitějších konstrukcí, není vhodné jimi hýřit a tam, kde funkčně i z hlediska případných oprav vyhovuje *dostatečně dlouhá smyčka kabelu nebo vodičů svázaných do „formy“*, je vždy lépe řešit propojení jako nerozebíratelné. „Formu“ zhotovíme buď „klasicky“ reznou nití nebo „převlečením“ polyethylenovou spirálou (když už ne jednoduše „nacpáním vodičů do bužírky“).

Předpokládáme-li naopak nutnost vodiče častěji rozpojovat za účelem oprav, posezónního úklidu části zařízení či zabránění její „privatizaci“ např. za noci nebo během dovolené, je vhodné tuto část zařízení připojit *pomocí konektoru*.

Pro tento i další případy je možno doporučit konektory Canon (D-SUB). Je jich dostatek ze starých počítačů, jsou v provedení s „libovolným“ počtem pólů, „samec“ i „samice“, s krytem i bez krytu, s kusy profesionálně připojených kabelů dlouhými i několik metrů, a pokud by bylo zapotřebí konektorem „protáhnout“ i proud několik ampér, není problém propojit libovolný počet kolíčků a dutinek paralelně. Je-li zapotřebí vést stejnou cestou i několik vodičů na úrovni 230 V, jsou k dostání i „předpisové“ vícepólové konektory (opět v provedení „samec“ i „samice“) s kontakty „faston“. „Někde mezi“ jsou určité případy konstrukčních celků, které je vhodné propojit „podmíněně rozebíratelně“, tedy tak, že jednotlivé propojovací kablíky se nebudou „ztrácet“ někde ve spojových deskách, ale budou připájeny (a řádně označeny) na pájecích lištách na okrajích těchto desek.

Stručně k jednotlivým druhům spojení a spojovacích prvků.

• **Použitelnost závitových spojů** značně rozšiřuje široký sortiment samořez-

ných šroubů, samozávrtných vrutů a také závitových tyčí, umožňujících rychlou výrobu svorníků a - ve spojení s trubičkami vhodných průměrů - distančních sloupků. Zvláštní skupinku představují duté závitové dily („nyple“), zejména se závitem M8x1 a M10x1, určené především pro montáž objímek na žárovky E14 a E27 a pro montáž a opravy svítidel. Tyto drobné, ale často nenahraditelné součástky jsou i dnes k dostání pouze ve specializovaných prodejnách (osvětlovací techniky) a jejich takřka absolutní nedostupnost před rokem 1989 mě vedla k - značně obtížnému - získání závitorezných oček a sad závitníků pro tento účel. Tyto sady je vhodné mít i dnes - závit M8x1 a M10x1 (též M6x1) mají totiž potenciometry, přepínače a jiná podobná „bižuterie“.

Nevýhodou mnoha samozávrtných vrutů je, že často nemají - jako klasické vruty - část dřívku bez závitu. Takový vrut se sice dá sám bez problémů zavrtat i do tvrdšího dřeva (v dubu nebo buku raději otvory stejně předvrtávám), když je ale třeba přišroubovat ještě (rovněž tvrdou) lištu, působí jako „kontrazávit“, a práce se pak zbytečně komplikuje (vrut musí závit v liště napřed „strhnout“ a teprve pak je možno ji řádně „přitáhnout“ k „základu“). Ještě hůř se to projevuje při upevňování lišt na zed' pomocí obyčejných hmoždinek - tam je již nezbytné všechny otvory v lištách napřed vyvrtat a teprve podle těchto otvorů dělat na zdi značky pro umístění hmoždinek.

• **Hmoždinky** jsou relativně nový „fenomén“. Dokud nebyly, bylo nutno vyřezávat špalíky ve tvaru komolého jehlanu, do zdi vysekávat čtyřhranné otvory a pečlivě, kvalifikovaně sádrovat! Přesto však nejsou plně využívány všechny možnosti, které nabízejí. Hmoždinky umožňují např. „zapavit“ příliš velký otvor ve dřevě. Dovolují také z trubky vhodného průměru a délky, uzavřené z obou stran hmoždinkami, zhotovit distanční sloupky takového vzhledu, který by jinak byl dosažitelný jen na soustruhu (zde mám na mysli především distanční sloupky, jaké můžeme zhotovit z měděné, chromované instalatérské trubičky o průměru 8 mm). Hmoždinky umožňují také - opět bez soustruhu - velkou redukci průměru libovolné trubky vzájemným vložením např. tří hmoždinek do sebe (např. při zhotovování stojin).

Používání hmoždinek značně rozšířil a zrychlil jejich nový typ: „hmoždinky s límečkem“. Při montáži elektroinstalčních lišt nebo krabic se díry do zdi vrtají ne na předem označená místa (odkud často ošklivě „ujedou“), nýbrž přímo, „skrz“ lištu nebo krabici. Do otvoru se pak vloží (případně zarazí) „hmoždinky s límečkem“ a celek se na zed' upevní přiloženými vruty (které navíc není nutno zašroubovávat - je možno je zatloukat kladivem).

• **Nýty** - zde je vhodné upozornit na málo známé brašnářské nýty, v domácí dílně vhodné např. na spojování částí krytů nebo jiných plošných dílů do celkové tloušťky až 6 mm (podle délky dřívku). Nýty jsou dvoudílné (de facto třídílné, protože hlavička se skládá ze dvou částí), mají dobrou povrchovou úpravu (niklované, „zlaté“ nebo černé) a je možné je roznýtovávat bez jakýchkoli dalších přípravků jen v (hladkých) čelistech svěráku. Jsou tudíž výhodnější než běžné duté nýty, které musíme roznýtovávat kladivem pomocí např. kuželové špičky důlčíku. V případě potřeby je možno je snadno odvrát - dřík je dutý a bezpečně vede větší vrták;

• **Klasické lepení** - je třeba se zbavit nedůvěry k této technologii spojování (v situaci, kdy se lepí i okna na karoserie dopravních prostředků...). Namísto kdysi jediného spolehlivého lepidla - živočišného klišu - je dnes k dispozici takřka obtížně přehlédnutelná „paleta“ lepidel, která pokryjí většinu potřeb na lepení (dřevo v interiéru, dřevo do exteriéru, kovy, guma, řada plastů) a většinou „splní, co slíbí“ - tj. slepené díly drží pohromadě déle než do druhého dne. Jen je třeba přesně dodržovat technologickou kázeň při lepení, hlídat „expirační dobu“ zejména některých druhů lepidel (!!!) a respektovat skutečnost, že stále existují (a nejspíš budou existovat i nadále) hmoty, které nižším lepidlem lepitel nelze - polyamid, polyethylen, ...).

Nepřijímá-li vlastnosti některých lepidel (zejména akrylátových, tzv. vteřinových) je neodčinitelné zasychání zásoby lepidla - je možné je omezit jen „našťádáním“ lepení tak, abychom drahy (většinou předraženy) „flakónek“ otvírali co nejméně (to je přirozeně na úkor operativnosti používání uvažovaného lepidla).

S rezervou je rovněž třeba brát tvrzení - opět týkající se především akrylátových lepidel, že „jedna kapka stačí na 8 cm² lepené plochy“. Jistě, schopnost extrémně rychle se rozprostřít po velké ploše (takřka do monomolekulární vrstvy) je jednou ze základních vlastností těchto lepidel, ale ani lepené povrchy - s výjimkou „čerstvých zlomeňin“ nejsou ideální, takže je možno podezřívavě výrobce, že si takto vytvářejí „prostor pro reklamace“. Množství lepidla vzhledem k lepené ploše je proto nutné vyzkoušet a u dané značky lepidla je pečlivě dodržovat.

• **Tavné lepení** je poměrně nová technologie, která využívá vlastností některých nízkotavných plastů v tekutém stavu vázat se pevně na povrch druhově značně široké palety materiálů - kovů, dřeva, některých plastů apod. Výhodou je pohotovost této technologie - rychlost lepení je srovnatelná s „vteřinovými“ lepidly; také mechanická pevnost běžně dostačuje (je srovnatelná s pevností výchozí lepicí tyčinky). Termoplasticity spojů je možno považovat

buď za přednost (rozebíratelnost spojů), nebo za určitý nedostatek. Není např. radno - v zájmu kompaktní konstrukce - spojit tavným lepidlem transformátor s blokem usměrňovače, stabilizátoru a filtračních kondenzátorů. Za normálních podmínek může být sice pracovní teplota těchto součástek hluboko pod tavnou teplotou (kvalitní transformátor, diody 200 mA, nízkopříkonový stabilizátor), pak se ale v přístroji něco víc zahřeje a může to... v lepším případě začít „chrastit“.

• **Pájení** (cínovou pájkou, mosazí) a svařování (některých plastů, kovů) jsou vlastně technologie navzájem příbuzné, lišící se „pouze“ spojovanými materiály, teplotou spojování a z principu vyplývajícími odlišnostmi a omezeními. V domácí dílně pracujeme běžně pouze s postupy první skupiny, tj. s měkkým a někdy též tvrdým pájením, to ale neznamená, že bychom neměli znát i technologie vyšší a umět je - alespoň teoreticky - využít. Např. při úpravě vodovodní instalace v okolí dílny nebo při svařování superpevného stolku pod velký svěrák.

Proudové chrániče

Vývoj v elektrotechnice vykazuje mj. dva výrazné vývojové směry:

1) **Zvyšování bezpečnosti před úrazem elektrinou v profesionální oblasti i ve „spotřební“ sféře.** Skříňové rozvaděče na stavebních, ovládací skřínky motorů stavebních a jiných strojů, pojistkové skříňové apod. z plechu, litiny nebo z hliníkových slitin jsou nahrazovány skříňkami a skříňkami z nárazuvzdorných plastů, běžné elektrotechnické součástky (vypínače, zásuvky, objímky, ...) jsou konstrukčně řešeny tak, že kovové jsou v nich opravdu jen kontakty a připojovací svorky.

Pro úsměvné srovnání připomeňme „celomosazné“ nástěnné vypínače a objímky z počátku 20. let minulého století. Zatímco zásuvky a vypínače s mosaznými kryty (pokud nebyly niklované, musely se leštit jako kliky) najdeme jen v technickém muzeu a ve sbírkách specializovaných sběratelů, mosazné objímky (s porcelánovým „prstýnkem“ mezi vnějším krytem a „Edisonovým“ závitem s porcelánovým hranolkem, nesusícím střední kontakt a připojovací svorky) mám ve svém lustru dodnes i já.

Napájení (zejména elektronických) přístrojů je stále častěji řešeno tzv. zásuvkovými zdroji (síťovými adaptéry), takže do přístrojů přichází jen bezpečné malé napětí (max. 12 V).

I ostatní „domácí“ spotřebiče se blíží maximu dosažitelné bezpečnosti - z krytů z nárazuvzdorné umělé hmoty už „nečouhá“ jediný šroubek, polyamidová převodová kola a ozubené řemenní tvoří další izolační bariéru, nemluvě o rozvoji „akumulátorové“ techniky (od šroubováků a vrtaček až po nůžky na živé ploty a sekačky na trávu), kde nebezpečných 230 V rovněž končí v nabíječce, řešené zpravidla opět jako zásuvkový zdroj.

2) S tímto trendem ovšem kontrastuje stále širší nabídka přístrojů napájených ze sítě, určených fakultativně nebo dokonce výhradně pro venkovní použití, které jsou takřka extrémně nebezpečné nejen svou podstatou (cirkulárky, elektrické řetězové pily), ale i zcela nedostatečným jištěním přívodu proudu proti nebezpečnému dotyku (nelze ovšem zapomínat ani

na automatické pračky, myčky nádobí, „mokré“ vysavače atd.).

Letální nebezpečnost elektřiny (nebezpečnost života) je - aspoň teoreticky - známa téměř každému. Stručně zrekapitulujeme:

Z řady důvodů - mj. i bezpečnostních - se elektřina v oboru nízkého napětí takřka po celém světě rozvádí zpravidla tak, že jeden vodič je (záměrně a co nejdokonaleji) spojen se zemí a ostatní (u jednofázového proudu jeden, v třífázových rozvodech tři) vodiče tedy mají proti zemi jmenovité napětí.

Princip distribuce elektřiny, v němž byly všechny vodiče izolovány od země, byl všeobecně opuštěn již po 1. světové válce (kdy se zároveň přestal rozvádět stejnosměrný proud, protože se nedal transformovat a protože je mnohem nebezpečnější než střídavý - při zásahu v lidském těle vyvolává elektrochemické procesy - především rozkládá krev).

Důvodem byla - v tehdejší době - i možnost ochrany před nekontrolovatelnými vlivy elektřiny (úrazy, požáry). Jakmile se vodič pod napětím dotkl druhého vodiče nebo „země“, vzrostl procházející proud na velikost danou napětím sítě (v té době nejčastěji 110 nebo 120 V) a odporem ve vedení a v místě poruchy. Pokud vznikl nárůst proudu přesáhl jmenovitý proud pojistky (nebyla-li pojistka předtím „odborně“ opravena např. tenkým hřebíkem) - přerušil pojistku (později odpojil jistič) a tím zabránil případnému požáru popř. následnému úrazu dotykem s poškozenou částí instalace. Před nebezpečným dotykovým napětím, jehož riziko bylo mnohem větší než dnes, připomeňme tehdy problematickou kvalitu pryžové izolace kabelů, nechráněné kolíky zástrček, různé „zlodějky“ (kombinace objímek se zásuvkami) atd., však tento systém nechránil vůbec.

Je s podivem, že tento tak primitivní způsob ochrany před nebezpečným dotykem „vydržel“ v podstatě beze změny více než půl století.

Pojistky i jističe mají - v závislosti na druhu a požadované funkci - různou dobu odezvy na vzrůst proudu nad svou jmenovitou hodnotu, přičemž tato doba je vždy delší, než stanovi hle-

disko ochrany před nebezpečným dotykem, tj. řádově nejméně desítky ms. U mnohých jističů je doba odezvy prodloužena záměrně proto, že některé spotřebiče (zejména asynchronní motory) odebírají po zapnutí - po několika set ms až několika sekund - proud o jeden řád převyšující jmenovitý proud jističe.

Nadto porucha v instalaci - ve vedení nebo v chráněném spotřebiči či jeho části (páječka na síťové napětí, síťový transformátor v odkrytém zesilovači apod.) může při dotyku vyvolat zdraví nebo dokonce života nebezpečný proud, který je však v naprosté většině případů jen nepatrným zlomkem vybovovacího proudu příslušného jističe.

Je-li v instalaci taková porucha, může mít různé vážné následky, od „zaklení“ (pokud dostaneme „ránu“, s jejíž možností počítáme), přes úlek až šok (snad nejčastější případ), úraz (popáleniny, zlomeniny při pádu, zejména při pádu ze žebříku) až po smrt. Jistič však přitom - stejně jako pojistka téměř před sto lety - vůbec není „povinen“ porouchaný obvod odpojit.

Závažnost (nebezpečnost) poruch tohoto typu je ovlivněna řadou dalších činitelů:

• **Výše napětí (a kmitočtu) v porouchané instalaci nebo úvodu.** V praxi je - vzhledem k dále uvedeným faktorům - za skutečně bezpečné možno považovat napětí pouze do 20 V. Naproti tomu již práce v oboru „nízkého“ třífázového napětí - 400 V - vyžaduje mnohem větší opatrnost než práce s „běžnými“ 230 V! Naopak proud o „nebezpečném“ napětí, avšak s kmitočtem řádu jednotek nebo desítek kHz je mnohem méně nebezpečný než běžná síťová „padesátka“.

• **Odpor zasažené osoby v místě dotyku.** Je ovlivněn vlhkostí kůže, plochou dotyku, tlakem na místo pod nebezpečným napětím atd. Odpor zvyšuje - a tím snižuje nebezpečí - používání izolovaného nářadí, ochranných rukavic a ochranné nebo alespoň běžné dobře izolující suché obuvi.

• **Doba expozice nebezpečnému napětí.** Důležité je instinktivní „ucuknutí“ a doba reakce ochrany; nejhorší je naopak případ, kdy se postižený vinou vzniklé křeče nemůže sám „odpojit“ a křečovitě sevření dále snižuje odpor v místě dotyku.

• **Místo dotyku se „zemí“.** Pro následky zasažení elektrickým proudem je podstatná, zda je se „zemí“ spojena druhá ruka, nohy nebo jiná část těla (nechráněná nebo chráněná oděvem).

• **Pravděpodobnost „zemního“ dotyku s malým odporem.** Možnost dotyku se „zemí“ je podstatně zvětšena blízkostí radiátoru ústředního topení, uzemněných skříněk přístrojů, páječky na 230 V nebo úpravami na pracovišti pro práci s obvody CMOS apod.

• **Chování a „postoj“ ohrožené resp. zasažené osoby.** Zde je důležité ze-

jména to, zda osoba dodržuje - aspoň v kritickém okamžiku - zásadu práce s levou rukou v kapse, dále již zmíněná psychická kondice a postoj k možnosti zásahu. Zásadu práce s levou rukou v kapse je nutné - alespoň při „rizikových“ pracích - dodržovat proto, aby se proud při průchodu tělem do „země“ nedostal do blízkosti srdeční krajiny, ať už cestou „levá ruka - levá noha“ nebo cestou „levá ruka - pravá ruka“.

Takřka výsměch všem těmto rizikům je zejména letní práce s elektrickou sekačkou na trávu, „jištěnou“ pouze běžným desetiampérovým jističem. Sekačka sama je bezpečná (má nejméně dvojitou izolaci), přesto však představuje jeden z nejnebezpečnějších „domácích spotřebičů“.

Toto tvrzení podporuje skutečnost, že elektrická sekačka je nejděčnějším námětem pro amatérské konstrukce, přičemž diletantství zde může vést ad absurdum: motor od pračky přibitý (!) pomocí dvou prvků k podvozku dětského kočárku. Paradoxem ovšem je, jak málo chybí k tomu, aby se taková „konstrukce“ svou bezpečností vyrovnala profesionálnímu výrobku. Uvažujeme: kola mají široké gumové obruče, podvozek je tedy poměrně dobře izolován od země; motor je izolován od podvozku dřevěnou nosnou konstrukcí, takže k tomu, aby tato sekačka byla stejně bezpečná jako profesionální, je třeba pouze: (a) zakrýt motor izolujícím krytem (polyethylenový kbelík s řadou větracích otvorů na boku), (b) s ochranným vodičem spojit pouze motor, (c) unášecí přírubu nože - stejně musí být soustružená - vyrobit tak, aby izolovala nůž od hřídele motoru, tedy z polyamidu nebo textumoidu, (d) rotující nůž zakrýt shora a z poloviny z boku plochým kruhovým krytem - např. velkou plechovou poklicí. Není to návod, jen ukázka, že nic není nemožné!

„Nasekneme-li“ přírodní kabel k sekačce (ve večerní zarosené trávě, která se dobře seká) tak šikovně, že „odizolujeme“ podle zákona schválnosti právě jen černý, tedy fázový vodič, nic se nestane, my se nic nedovíme a můžeme sekat dál. Pak ale potřebojeme odhodit kabel, „abychom ho nepřesekli“, a uchopíme-li kabel (opět podle zákona schválnosti) právě na místě s porušenou izolací „fáze“ a to (tentokrát celkem zákonitě) levou rukou - může být v rukavici, ale ta už je pravděpodobně mokrá - a pravou rukou držíme sekačku, jejíž kostra je spojena s ochranným (žluto-zeleným) vodičem, může se snadno stát, že tenhle článek už nedočteme. K úrazu s fatálními následky může dojít i proto, že naše obuv je od večerní rosy již vlhká. A přitom „všechno bylo v pořádku, až na ten pitomej kabel...“

Tento až děsivě pravděpodobný příklad ukazuje, jak nedokonalá je - u nás dosud běžná - ochrana nulováním, jež odpojuje spotřebič v podstatě jen v případě přetížení nebo zkratu. Pouze „pří-

mým“ spojením fázového vodiče se zpětným (nulovým) nebo s ochranným vodičem (je to prakticky jedno, protože „nulák“ je s ochranným vodičem propojen v zásuvkách) nebo při zkratu v motoru prochází vedením zkratový proud, který je většinou několikanásobkem proudu, na nějž je instalace dimenzována. Bytové jističe mají (zásuvkové) obvody vypínat při proudu větším než 10 A; pokud však při poruchovém stavu, který vytváří riziko dotyku s nebezpečným napětím, součet odporů v celé instalaci přesáhne 23 Ω , a to se zejména na prodlužovacích kabelech k „zahradní technice“ nastrádá snadno, nemusí jistič vůbec zareagovat, i když se „po cestě“ děje cokoli.

Přitom existuje řešení, které bezpečnost provozu těchto zařízení - i celých instalací v domácnostech, laboratořích i jiných, zvláště „venkovních“ provozech, posouvá na nejvyšší dnes dosažitelnou úroveň a je s podivem, jak relativně málo je dosud - vzhledem ke své účinnosti a dnes již běžné dostupnosti - u nás využíváno.

Je to ochrana proudovými chrániči (nezaměňovat s proudovou ochranou třífázových motorů proti poškození nebo zničení vinutí při výpadku jedné fáze!). Ochrana proudovými chrániči je založena na myšlence, že proud, který prochází vodičem ze zdroje do spotřebiče, se musí přesně rovnat proudu, jenž se vrací druhým vodičem zpět do zdroje. Jakmile se oba proudy liší, je „někde něco“ v nepořádku.

Je-li proudový chránič - jeho princip popíšeme za chvíli - vřazen do přívodu k sekačce a nastane-li popsaná životu nebezpečná situace, projde část proudu „sekačkovým“ tělem, proudový chránič ji vyhodnotí jako tzv. rozdílový (reziduální) proud a okamžitě odpojí sekačku od sítě. Velikost reziduálního proudu a časová odezva proudového chrániče je volena tak, aby nemohla nastat tzv. fibrilace srdce, kdy jeho normální tepová činnost přejde na pouhé chvění (srdeční síně přejdou z normální tepové frekvence na kmitočty 150 až 200 Hz), následkem čehož se zastaví krevní oběh s fatálními následky.

Princip proudového chrániče objasníme na jeho schématu na obr. 14.

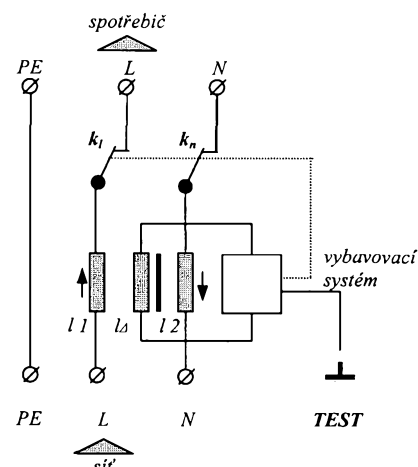
Jádrem proudového chrániče je tzv. součtový proudový transformátor, jehož cívky I_1 a I_2 (popř. I_1 až I_4 u třífázového proudového chrániče) jsou vinuty tak, že za normálních okolností je vektorový součet proudů ve všech pracovních vodičích roven nule. Při poruchovém stavu vzniklý chybový proud indukuje v sekundárním vinutí I_{Δ} „rozdílové“ napětí, které přes vybavovací systém rozpojí kontakty k_1 a k_n a tím odpojí vadné zařízení nebo vedení od sítě. Vybavovací systém je tvořen velmi citlivým tzv. diferenčním relé a zásobníkem energie pro spoušť rozpojovacích kontaktů. Zásobník energie je buď mechanický (stlačená pružina) nebo elektrický (kondenzátor). U chráničů s ne-

přímým vypínáním ovládá diferenční relé vnější stykač - tento celek pak může chránit obvody s *většími proudy* a má i větší *zkratovou odolnost*.

Aktivace proudového chrániče tedy není závislá na proudu procházejícím chráněným obvodem (jako v případě ochrany nulováním - se všemi výše uvedenými nedostatky), ale pouze na tzv. *rozdílovém (reziduálním) proudu* (viz dále).

Izolace elektrických zařízení za proudovým chráničem nikdy není dokonalá. Týká se to zejména kabelových zástrček a zásuvek, zvláště pokud ve „venkovních“ aplikacích nejsou použity „vodotěsné“ typy (začaly se dovážet poměrně nedávno a jsou dosti drahé). Odpory řádu stovek kiloohmů až jednotek gigaohmů uniká do země tzv. *zemní svodový proud* I_S . Při poruše izolace fázového vodiče a/nebo při dotyku se živou částí (ve výše uvedeném případě k dotyku s kabelem s poškozenou izolací fázového vodiče) prochází do země tzv. *zemní chybový proud* I_F . Proudový chránič reaguje na součet obou těchto proudů, tj. na tzv. *rozdílový (reziduální) proud* I_{Δ} (I_{Δ} je definován jako vektorový součet okamžitých hodnot proudů tekoucích proudovým chráničem). Z toho plyne, že proudový chránič nesmí reagovat na běžnou úroveň zemního svodového proudu, ale až na poruchový stav, tedy na reziduální proud. To je nutno respektovat při výběru proudového chrániče v případech, kdy běžná hodnota I_S je poměrně velká, tedy zejména ve vlhkém prostředí (zahrady, koupelny, prádelny).

Citlivost proudového chrániče - běžně v intervalu 0,015 do 0,5 A - je jeho nejdůležitějším parametrem. Pro ochranu v sítích TN (základní ochrana nulováním) jsou výhodnější chrániče méně citlivé (300 až 500 mA), protože - jak bylo objasněno výše - nereagují na svodové a unikající proudy (zejména v tepelných spotřebičích). Pro byty, kanceláře, (elektrotechnické) laboratoře a podobné prostory se však používají jističe s citlivostí zpravidla 30 mA, koupelny, prádelny, chemické laboratoře apod. je vhodné vybavovat proudový-



Obr. 14. Schéma proudového chrániče

mi chrániči 100 nebo 300 mA. Naopak v případech, kdy je zcela prioritní maximální bezpečnost (a svodové proudy jsou minimální, např. v dětských pokojích nebo některých nemocničních prostorách) jsou doporučovány chrániče nejcitlivější - 15 mA.

Proudové chrániče jsou dále vyráběny s různou citlivostí na druh proudu tekoucího v pracovních vodičích. Existují chrániče na (sinusový) střídavý proud (typ AC - nejčastěji používaný), chrániče na střídavý proud se ss složkou (typ A - ss složka max. 6 mA), chrániče na hladký ss proud, pulzující ss proud a st proud (typ B - konstrukčně nejnáročnější).

Od této kategorizace je třeba odlišovat další parametr proudových chráničů, tj. jmenovitý kmitočet. Nejčastěji je to samozřejmě 50 Hz, ale vyrábějí se - pro speciální aplikace - i typy konstruované na kmitočty vyšší (200 nebo 400 Hz).

Příklad provedení proudových chráničů pro jednofázový a třífázový rozvod síťového napětí je na obr. 15.

Proudový chránič je konstrukčně náročný elektromechanický přístroj, jehož funkčnost je třeba kontrolovat častěji, než v normami stanovených intervalech revizí celých chráněných instalací.

Proto je každý proudový chránič vybaven testovacím tlačítkem, které umožňuje i „laickou“ kontrolu jeho funkčnosti. Tlačítko vřadí do obvodu za proudový chránič rezistor, jenž vyvolá simulovaný chybový proud 2,0 až 2,5 $\cdot I_{\Delta n}$ ($I_{\Delta n}$ je jmenovitý reziduální proud). Tento chybový proud vyvolá vypnutí chrániče, přirozeně pouze tehdy, je-li pod napětím (u třífázového proudového chrániče musí být napětí na všech fázových vodičích!).

Tato zkouška je však pouze orientační - neprověřuje účinnost ochrany, protože chránič vypne i tehdy, když odpor ochranného uzemnění přesahuje povolenou hodnotu, nebo je-li ochranný vodič dokonce přerušen. Porucha tohoto typu je však mnohem méně pravděpodobná než (mechanická) závada chrániče (např. koroze nebo vyschlý olej ve vybavovacím mechanismu odpojovače), takže kontrola funkčnosti tlačítkem „TEST“ má své opodstatnění a doporučuje se alespoň jednou měsíčně.

Proudový chránič má odlišnou funkci než pojistka nebo jistič, nechrání to-

tiž před nadproudem nebo zkratem. Jeho kontakty proto musí být dimenzovány nejen na určitý „jmenovitý“ proud (v oboru, který je předmětem našich úvah, volíme proudový chránič s jmenovitým proudem 16 nebo 25 A), ale důležitá je též zkratová odolnost kontaktů. Výhodný je proto proudový chránič s vestavěnou nadproudovou a zkratovou ochranou, t.j. takový, který je integrován s jističem s tepelnou a zkratovou spouští. Firma Felten & Guillaume - nejznámější a nejstarší výrobce proudových chráničů - vyrábí tento typ ve dvoupólovém provedení pro 32 A s vypínací schopností 10 kA. Je doporučován jako hlavní vypínač v rozvaděcích a bytových rozvodnicích.

Hlavní přednosti proudových chráničů jsou tyto:

1) **Dokonalá ochrana osob při nepřímém dotyku** (při zavléčení nebezpečného napětí na neživou část zařízení - např. svod na vlhkých zástrčkách/zásuvkách prodlužovacích kabelů k sekačce).

2) **Jedině možná ochrana osob při přímém dotyku** (dotyk osoby s živou částí zařízení - např. dotyk s „naseknutou“ izolací fázového vodiče kabelu k sekačce).

3) **Odpojení vadné instalace při vzniku nebezpečného unikajícího proudu** (např. jako v případech podle bodu 1)). Proudový chránič nechrání jen osoby, ale účinně ochraňuje i zařízení. Např. svody ve vinutí motoru sekačky (v důsledku navlhání izolace) se dají opravit vždy snáz než vinutí posléze „spálené jako františek“, jehož oprava je vždy nákladnější. Běžný jistič vinutí neochrání, protože působí až v okamžiku průrazu izolace, tedy při něm již nevratně poškození.

4) **Vysoká provozní spolehlivost** s možností snadné - i laické - kontroly (tlačítkem „TEST“).

Snad jediným „nedostatkem“ je nutnost změnit instalaci za proudovým chráničem na třívodičovou (resp. pětivodičovou pro třífázové spotřebiče).

Instalujeme-li tedy proudový chránič do bytové jističové skříně, znamená to - pokud původní rozvod není v trubkách nebo lištách - nutnost „překopat“ celou bytovou instalaci (k zásuvkám a všem „pevným“ spotřebičům), což není ani levná, ani příjemná záležitost.

V řadě případů proto volíme kompromisní řešení a individuálními proudovými chrániči vybavíme „kritické“ prostory (dílnu, laboratoř, koupelnu, prádelnu, Δn zásuvky atd.).

Samostatný ochranný vodič je totiž nutný jak v případě, kdy je ochrana nulováním naprosto nedostatečná a proudový chránič má být základní ochranou (např. u „zahradních“ zásuvek), tak i tehdy, když proudový chránič má tvořit (spolu se stávající ochranou nulováním) zvýšenou ochranou.

Použití zvláštního ochranného vodiče je však výhodné i u samotné ochra-

ny nulováním proto, že odpadá nebezpečí záměny fázového a nulového vodiče, která je podle zahraničních statistik příčinou velké části smrtelných úrazů. Nebezpečí zůstává v případě záměny fázového a ochranného vodiče, to je však vzhledem k výraznému barevnému odlišení vodiče PE (žluto-zelená) mnohem méně pravděpodobné, a kromě toho by takto připojený spotřebič stejně nefungoval.

V instalaci se zvláštním ochranným vodičem lze také snadno zvyšovat úroveň ochrany postupným zaváděním citlivých „zásuvkových“ proudových chráničů.

Statistiky ukazují, že povinné používání proudových chráničů snižuje počet smrtelných úrazů až o 90 %.

Důležitým parametrem proudových chráničů, jenž tyto přístroje člení do tří základních typů, je časová závislost (zpoždění) jejich vypínání.

Z předchozího textu vyplývá, že jednou ze základních předností proudových chráničů je rychlost reakce na vznik poruchového stavu. Elektrovedná síť se však zdaleka nechová „ideálně“ a zejména vlivem přepětí při bouřkách nebo v důsledku spínacích jevů v síti (při zapínání výbojových svítek, spínaných zdrojů, ale i přímotopných konvektorů) se proudové chrániče samovolně vypínají, což je naprosto nepřipustné zejména v (zásuvkových) obvodech, ze kterých jsou napájeny počítače a jiná zařízení, choulivá na nežádoucí „bezduvodné“ vypnutí. Není překvapující, že venkovní vzdušná vedení jsou statisticky pětikrát náchylnější k vyvolávání nežádoucích chybných vypnutí proudových chráničů než vedení podzemními kabely.

Samovolnému vypínání lze sice zabránit např. předřazením přepětových ochranných, výhodnější však je použít *chrániče se zpožděním*.

V těchto případech volíme proudový chránič typu „G“ - z němčiny „Gewitter“ (= „bouřka“), jenž má zpoždění 10 ms. Chrániče typu „G“ jsou totiž - stejně jako chrániče bez zpoždění - normami povoleny pro ochranu před *nepřímým i přímým dotykem*.

Naproti tomu chrániče typu „S“ („selektivní“ - pro selektivní, v podstatě nejčastěji seriové řazení proudových chráničů) vypínají se zpožděním 40 ms a jsou přípustné jen pro ochranu před *nepřímým dotykem*.

Jak již bylo řečeno, jsou proudové chrániče poměrně choulostivé elektromechanické přístroje, na něž se přitom v elektroinstalacích - vzhledem k jejich „poslání“ - spoléhá víc, než na jiné přístroje s ochrannou funkcí (kontroly, zda např. bytové jističe skutečně vypínají při svém „štitkovém“ proudu, se běžně provádějí snad jen „post festum“ - např. v případech, kdy se zjišťují příčiny vzniku požáru).

Funkčnost proudových chráničů se proto prověřuje - kromě již uvedené „laické“ kontroly tlačítkem „TEST“ - při revizích instalací poměrně složitými



Obr. 15. Proudové chrániče pro jednofázový a třífázový rozvod síťového napětí

měřicími přístroji a postupy, které mají ověřit přinejmenším toto:

1) Proudový chránič musí vypínat aspoň při dosažení svého jmenovitého reziduálního proudu $I_{\Delta n}$.

2) Při provozu nesmí být překročeno trvalé dotykové napětí (25 popř. 50 V).

3) Pokud při zvyšování chybového proudu I_F chránič nevypne dříve, než dotykové napětí překročí povolenou mez, a chybový proud je přitom menší než jmenovitý reziduální proud $I_{\Delta n}$, je příliš velký odpor ochranného uzemnění.

4) Pokud chránič nevypne při dosažení maximálního povoleného dotykového napětí a chybový proud je větší než jmenovitý reziduální proud $I_{\Delta n}$, je vadný chránič.

Z předchozího textu je jasné, že proudové chrániče musí být náležitě „ošetřeny“ i normativně. V závěru tohoto článku proto uvedme stručně relevantní normy s tím, že všechny ČSN jsou již harmonizovány s odpovídajícími normami evropskými:

- **ČSN 3320 00 ... 4-41** - stanoví obecné *druhy ochrany* před nebezpečným dotykem;

- požadavky na *instalace s proudovými chrániči* jsou v **ČSN 61557**, zejména v **ČSN 61557-1 a -6**;

- **ČSN 3320 00-6-1** - se zabývá výchozími *revizemi* instalací s proudovými chrániči;

- všeobecné požadavky na *konstrukci* proudových chráničů (pro výrobce) formuluje **ČSN IEC 755**.

Povinná instalace proudových chráničů je předepisována v koupelnách, v „zahradních“ zásuvkách a obecně v zemědělských objektech.

Z dějin vědy a techniky

(Dokončení ze str. 2)

V horách nedaleko Innsbrucku na Haufelekaru ve výši 2300 m nechal postavit observatoř pro studium kosmických paprsků. Spolu s C. D. Andersonem byl v roce 1936 navržen k udělení Nobelovy ceny, již předtím získal Abbeho cenu a medaili od Institutu Carl Zeiss v Jeně a stal se dopisujícím členem Akademie věd ve Vídni.

Začátky jeho práce, které byly dovršeny získáním Nobelovy ceny, spadají do let 1911 až 1913 a byly publikovány ve vědeckých pojednáních vídeňské Akademie věd. Publikoval tam asi 60 prací a vydal několik knih, z nichž velmi ceněná je jeho „*Teplné záření radia*“ z roku 1912.

Další jeho práce se týkaly např. dějů v ionizovaných plynech, měření v oblasti gamma paprsků, měření radiace, elektrické vodivosti ionizovaných plynů a atmosféry, změn ionizace v atmosféře, elektrických nábojů v ovzduší, měnění se intenzity kosmického záření atd.

Ještě před 2. světovou válkou se odstěhoval do Spojených států, žil v New Yorku a v USA získal v roce 1944 občanství. Zemřel v roce 1964.

Jeho práce znamenaly pokrok v poznávání jevů v ionosféře, ionizaci a její závislosti na kosmickém záření.

C. D. Anderson

Carl David Anderson se narodil v New Yorku 3. září 1905 švédským rodičům, kteří se rozhodli žít ve Spojených státech.

Vystudoval prestižní Kalifornský institut technologie v roce 1927 s titulem vědeckého bakaláře v oborech fyzika a inženýrství a doktorskou hodnost získal tamtéž v roce 1930. V letech 1930 až 1933 se tam stal členem vědecké rady, od roku 1933 asistentem a v roce 1939 byl jmenován profesorem fyziky.

Ve válečných letech se aktivně podílel na projektech zadávaných Národní bezpečnostní komisí a Úřadem pro vědecký výzkum a rozvoj. Hlavním jeho oborem byl výzkum v oblasti Roentgenova záření. Zabýval se prostorovým rozložením fotonů produkovaných Roent-

genovými paprsky v různých plynech. V roce 1930 s profesorem Millikanem začal se studiem kosmického záření, které nakonec vedlo k objevu pozitronu. Pomocí Wilsonovy komory zjistil, že pozitron má hmotnost elektronu, ale s kladným elementárním nábojem.

Věnoval se studiu energetických poměrů kosmického záření a úbytkům energie při vysokých rychlostech, jakými se pohybují elektrony na svých drahách. V roce 1933 spolu s Dr. Neddermeyerem dokázali prakticky, že pozitrony vznikají při pronikání gamma záření některými materiály.

Od roku 1933 pak pokračoval na pracích z oblasti radiace a pilně publikoval v časopise *Physical Review and Science*. Má velkou zásluhu o hlubší poznání struktury hmoty obecně. V roce 1936 při výzkumu kosmického záření objevil (opět spolu s Neddermeyerem) novou částici, kterou předtím teoreticky předpověděl japonský fyzik Yukawa a která byla nazvána μ Mezon a patří do řady dalších částic tohoto druhu objevených později. Mimo Nobelovy ceny za fyziku získal řadu dalších ocenění převážně amerických vědeckých pracovišť.

Po válce v roce 1946 se oženil a zemřel v roce 1991.

Jaroslav Šafránek

Naším prvním propagátorem televize byl profesor PhDr. Jaroslav Šafránek, který se narodil 23. května 1890 v Plzni, v rodině krejčího. Již jako student gymnázia se podílel na tehdy vydávaných učebnicích fyziky a chemie, dále pak studoval na filozofické fakultě UK v Praze. Jeho diplomová práce pojednávala o fyzikálních vlastnostech selenu.

Po absolvování VŠ se začal zajímat o možnostech využití elektřiny v lékařství a přednášel budoucím lékařům kapitoly z fyziky. Po kratším pobytu na univerzitě ve Štrasburku přešel zpět do Prahy a byl jmenován docentem.

Vzhledem k tomu, že pilně studoval zahraniční literaturu, začal se záhy zajímat o tehdy první publikované práce o televizi, které prorokoval velkou budoucnost. Podnikl sám cestu po Evropě, aby se seznámil s posledními poznatky fyzikálních věd. Udržoval osobní

kontakty se známým anglickým fyzikem Johnem Logie Bairdem, který se experimentům s televizi věnoval od roku 1923. Dr. Šafránek sám 10. prosince 1927 v Domě zemědělské osvěty na Vinohradech předváděl poprvé v Československu televizi na principu Nipkowova kotouče. Přednášky s touto tematikou s předváděním televize pak absolvoval ve více městech republiky.

Angažoval se také v předválečném Československém Radiosvazu, byl předsedou jeho technické komise a členem redakční rady časopisu *Československý radiosvět*. Byl to on, kdo se později zasloužil o sloučení dvou klubů - rivalů KVAČ a SKEČ - do jedné organizace ČAV. V roce 1941 vyšla u nás první knižní publikace o televizi pro širokou veřejnost z jeho pera.

Po válce pak přešel do Plzně, kde se stal děkanem lékařské fakulty. Mezi studenty byl velmi oblíben jednak pro svůj lidský přístup, jednak pro svůj břitký humor, kterým komentoval tehdejší situaci. Jeho výrok, že bude nutné zrušit Pythagorovu větu z ideologických důvodů, se dlouho na fakultě tradoval. Od roku 1955 pak působil opět v Praze.

Zemřel 22. srpna 1957 a dnes je po něm pojmenována nová část pražské lékařské fakulty.

Literatura

- [1] Šafránek, J.: Co máme vědět o rozhlasu. Ministerstvo zemědělství, Praha 1934.
- [2] Šafránek, J.: *Televize*. J. Hokr, Praha 1947.
- [3] Millikan, R. A.: *Electrons, Protons, Photons, Neutrons, Mesotrons, and Cosmic Rays*. The University of Chicago Press, Chicago 1947.
- [4] Seger, J.: *Televize - dílo generací*. NADAS, Praha 1978.
- [5] Korsunskij, M. I.: *Atomové jádro*. SNTL, Praha 1954.
- [6] <http://www.czech-tv.cz>
- [7] <http://www.nobel.se>
- [8] Hall, T.: *Carl Friedrich Gauss: A Biography*. MIT Press, Cambridge 1970.

QX

ZAJÍMAVÁ A PRAKTICKÁ ZAPOJENÍ

V této kapitole jsou uvedena zapojení z oblasti radiotechniky a měřicí techniky. Konstrukce doplněné deskami s plošnými spoji byly zhotoveny a prakticky ověřeny. Popsaná zapojení je vhodné brát především jako podnět a inspiraci k další tvůrčí činnosti a je možné s nimi dále laborovat.

Radiotechnika

Přímospěšující přijímač MRX-80 pro pásmo 80 m

Přijímač MRX-80 je určen pro příjem telegrafie na jediném kmitočtu 3,6864 MHz (daného použitým krystalem) v radioamatérském pásmu 80 m (3,5 až 3,8 MHz). V USA na tomto kmitočtu vysílají radiostanice sítě NoGA (North Georgia QRP Club), u nás je tento přijímač vhodný např. pro experimentování s přijmem telegrafního signálu QRP vysílače osazeného krystalem o stejném kmitočtu. Přijímaný kmitočet lze samozřejmě změnit použitím krystalu o jiném kmitočtu (v pásmu 80 m).

Protože se návodů na podobné přímospěšující přijímače vyskytuje v zahraničních časopisech velké množství, byl tento přijímač jako jejich reprezentant realizován a byly změřeny některé jeho parametry, aby si čtenář mohl učinit představu o jejich vlastnostech.

Popis zapojení

Schéma přijímače MRX-80 je na obr. 1. Signál z antény se přivádí přes konektor K1 na potenciometr R4, který slouží jako vstupní útlumový členek a ovládá se jím citlivost přijímače. Potenci-

ometr je zapojen přímo na vstupu proto, aby mohl být příliš silný signál z antény zeslaben dříve, než se přivede na směšovač a přebudí ho (s následkem vzniku křížové modulace apod.). Měřením bylo zjištěno, že potenciometr tlumí vstupní signál maximálně o 40 dB. Tohoto útlumu je dosaženo již při úhlu natočení hřídele 30° od dorazu s minimálním útlumem (0 dB). Uvnitř uvedeného úhlu otáčení se útlum zvyšuje plynule, při dalším otáčení hřídeli se však již nezvětšuje. Zdá se, že potenciometr funguje jako kapacitní dělič s proměnnými vnitřními parazitními kapacitami, pro daný účel je to snad postačující.

Z běžce potenciometru R4 je vstupní signál veden přes oddělovací rezistor R1 na kapacitní odbočku vstupního laděného obvodu (L1, C1, C2). Obvod je naladěn na kmitočet asi 3,6 MHz a vybírá ze spektra signálů dodávaných anténou pouze kmitočty v požadovaném pásmu 80 m.

Vzhledem k malé jakosti cívky L1 (běžná konfekční tlumivka na feritovém jádře s axiálními vývody) a značnému zatlumení laděného obvodu anténou a směšovačem je obvod pevně naladěn bez možnosti doladění. Šířka přenášeného pásma je natolik velká, že i při běžné toleranci (10 %) součástek C1A



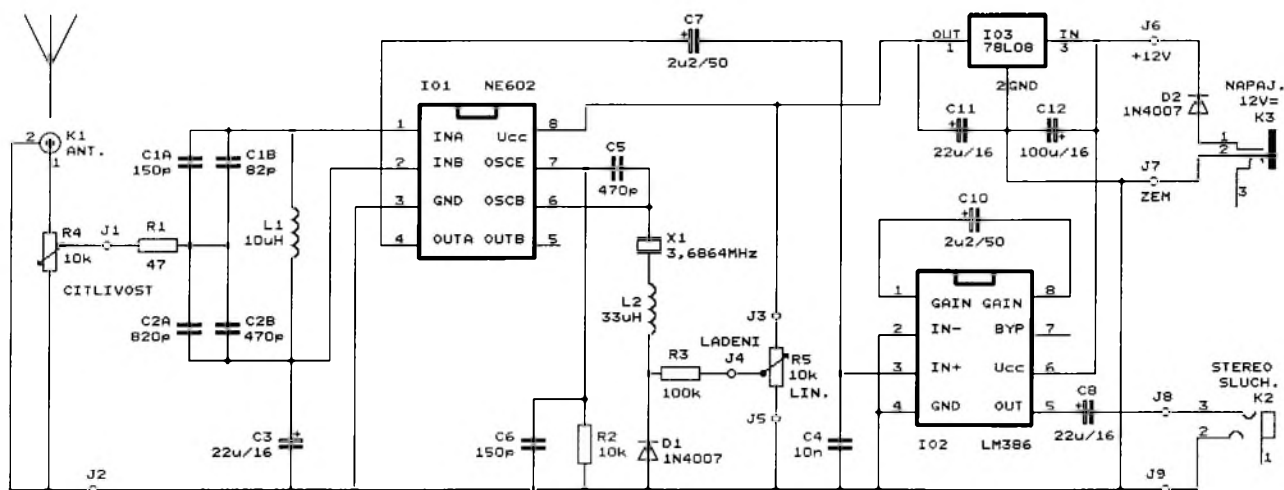
Osazená deska s plošnými spoji
přijímače MRX-80

až C2B a L1 je obvod stále dostatečně naladěn. Přestože na laděném obvodu příliš nezáleží, jsou v něm použity stabilní keramické kondenzátory s dielektrikem NPO, které jsou s potřebnou kapacitou běžně dostupné pouze v provedení SMD.

Laděný obvod působí též jako transformátor se vstoupným transformačním poměrem, který přizpůsobuje malou impedanci antény (50 Ω) velké vstupní impedanci směšovače IO1 a který také zvětšuje asi 6,6x (asi +16 dB) napětí signálu z antény před přivedením na směšovač.

Z laděného obvodu se signál vede do dvojité vyvážené směšovače, ve kterém se směšuje se signálem z místního oscilátoru tak, aby vznikl slyšitelný nf signál (zázněj). Přijímaný kmitočet je o kmitočet zázněje vyšší a/nebo nižší než kmitočet oscilátoru.

Směšovač i aktivní součástky místního oscilátoru jsou obsaženy v popu-



Obr. 1. Přímospěšující přijímač MRX-80 pro pásmo 80 m

Tab. 1. Závislost kapacity C_D přechodu polarizovaného v závěmém směru na přiloženém napětí U_R u různých diod

U_R [V]	0,5	1	2	3	5	7	10	15
C_D [pF] 1N4001	17,3	14,5	11,8	10,4	8,7	7,7	6,8	5,8
C_D [pF] 1N4006	16,8	14,0	11,5	10,1	8,6	7,6	6,8	5,9
C_D [pF] 1N4007 #1	14,6	12,3	11,1	9,0	7,7	6,9	6,2	5,4
C_D [pF] 1N4007 #2	16,8	13,8	11,2	9,8	8,3	7,4	6,6	5,7
C_D [pF] BB121	20,2	17,2	13,7	11,4	8,7	6,8	4,9	3,4
C_D [pF] BB405	20,0	17,0	13,8	11,5	8,7	6,8	5,0	3,7

Tab. 2. Závislost kmitočtu f_o oscilátoru s krystalem X1 na ladicím napětí U_L . V řádcích X1 + D1 jsou uvedeny kmitočty pro případ, že jsou zapojeny do série pouze krystal X1 a dioda D1, v řádcích X1 + L2 + D1 jsou uvedeny kmitočty pro sériové zapojení krystalu X1, cívky L2 a diody D1. Ve všech případech je D1 typu 1N4007 #2. Jmenovitý kmitočet krystalu X1 je 3,686400 MHz, skutečný kmitočet oscilátoru se samotným krystalem X1 (dolní vývod krystalu je přímo uzemněn) je 3,685914 MHz. Kmitočet oscilátoru s krystalem X1 zapojeným do série s cívkou L2 bez diody D1 (dolní vývod cívky L2 je přímo uzemněn) je 3,685447 MHz

U_L [V]	0	0,5	1	2	3
f_o [MHz] X1 + D1	3,686005	3,686125	3,686263	3,686523	3,686760
f_o [MHz] X1 + L2 + D1	3,686381	3,686478	3,686583	3,686791	3,686990
U_L [V]	4	5	6	7	8
f_o [MHz] X1 + D1	3,686963	3,687123	3,687209	3,687270	3,687320
f_o [MHz] X1 + L2 + D1	3,687167	3,687301	3,687379	3,687433	3,687473

lárním obvodu NE612AN (může být i NE602AN, SA602AN nebo SA612AN). Konverzní zisk směšovače v tomto IO je asi 21 dB.

Vnějšími součástkami místního oscilátoru je krystal X1 a jeho vazební kondenzátory C5 a C6. Rezistor R2 je zapojen paralelně k vnitřnímu emitorovému rezistoru oscilačního tranzistoru a zvětšuje kolektorový proud tohoto tranzistoru, aby oscilátor lépe kmital. Cívka L2 a dioda D1, pracující jako varikap, slouží k doladování kmitočtu oscilátoru. Varikap se řídí přes oddělovací rezistor R3 napětím z běžce potenciometru R5. Ladicí napětí se pohybuje v rozmezí 0 až 8 V.

Náhrada pravého varikapu běžnou usměrňovací diodou je převzata ze starých zapojení z časů, kdy se varikapy „ještě“ neprodávaly, a je vhodná i dnes, kdy se varikap prakticky „již“ neprodávají. Sériový odpor usměrňovací diody je vyhovující, ovšem průběh závislosti kapacity na přiloženém napětí je horší než u varikapu.

Pro zajímavost byla závislost kapacity na napětí u několika typů usměrňovacích diod (1N400x) i varikapů (BBxxx) změřena a naměřené hodnoty jsou uvedené v tab. 1. Je vidět, že změna kapacity při určité změně napětí je u varikapu podstatně větší než u usměrňovací diody a že při větším napětí je kapacita usměrňovací diody značná a již příliš neklesá. Proto pokud chceme zvětšit přeladitelnost přijímače, můžeme nahradit usměrňovací diodu varikapem („vytěženým“ např. ze starého televizního „tuneru“), není to však nutné.

Aby bylo možné učinit si představu, jak mnoho lze krystalový oscilátor přeladovat, byl měřen kmitočet oscilátoru se samotným krystalem (počítačovým), s krystalem a cívkou L2, s krystalem a diodou 1N4007 #2 při různých ladicích napětích a s krystalem, cívkou a diodou 1N4007 #2 při různých ladicích napětích. Výsledky měření jsou shrnuty v tab. 2 a v její popisce. Z měření vyplývá, že teprve s použitím cívky lze oscilátor rozladovat na obě strany od jmenovitého kmitočtu krystalu.

Ze směšovače je nf signál veden přes oddělovací kondenzátor C7 do nf zesilovače s IO2 typu LM386. Blokovací kondenzátor potlačuje vysoké nf kmitočty a určuje šířku pásma přijímače, která je celkově 23,9 kHz (-3 dB) resp. 40 kHz (-6 dB). Šířka pásma odpovídá velednoduchému zapojení přijímače a pro daný účel (přijem v síti NoGA) plně vyhovuje.

Nf zesilovač IO2 má kondenzátorem C10 nastavené své maximální zesílení 200x (zisk 46 dB) na středních nf kmitočtech. Výstup zesilovače je vyveden na stereofonní zásuvku typu JACK 3,5 mm zapojenou tak, aby u stereo-

fonních sluchátek byla obě jednotlivá sluchátka zapojena do série.

Sluchátka musíme k přijímači použít stereofonní s velkou citlivostí a impedancí okolo 30 Ω , aby byla hlasitost přijímaného signálu dostačující.

Zisk celého přijímače je asi 82 dB (16dB laděný obvod plus 21 dB směšovač plus 46 dB nf zesilovač). Pro napětí 50 mV na konektoru pro sluchátka (dostí silná hlasitost tónu ve sluchátkách) je tedy potřebné napětí asi 3,5 μ V vstupního signálu na anténním konektoru (bylo ověřeno i měřením). Při tomto vstupním napětí je odstup signál/šum asi 6 dB (odhadnuto z obrazovky osciloskopu). Zřetelný tón ve sluchátkách však dá i vstupní signál o napětí 0,5 μ V.

Pro daný účel je citlivost dostačující, bylo by ji však možné zlepšit zařazením selektivního předzesilovače mezi IO1 a IO2, který by omezil šířku pásma přijímače na stovky Hz až jednotky kHz a měl by zisk okolo 20 dB.

Přijímač je napájen vnějším napětím 9 až 12 V, které se přivádí na konektor K3. Odběr proudu je maximálně 12 mA. Dioda D2 chrání přijímač při přepólování napájecího napětí. Pro IO1 je napájecí napětí zmenšeno na 8 V stabilizátorem IO3. Ze stabilizovaného napětí 8 V se odvozuje i ladicí napětí pro diodu D1.

Konstrukce a oživení

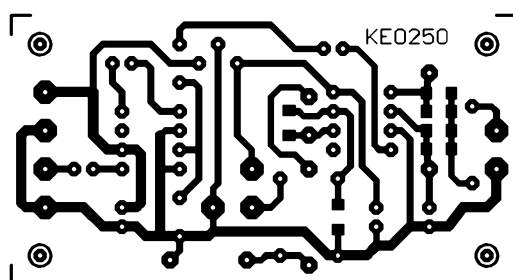
Většina součástek přijímače MRX-80 je umístěna na desce s jednostrannými plošnými spoji. Obrázek spoju je na obr. 2, rozmístění součástek na desce na straně součástek je na obr. 3, rozmístění součástek na desce na straně spoju je na obr. 4.

Na desce je jedna drátová propojka, kterou zhotovíme z uštipnutého vývodu miniaturního rezistoru. Většina součástek je vývodová, pouze kondenzátory C1A až C2B a C5 a C6 jsou SMD z materiálu NPO. Elektrolytické kondenzátory jsou radiální subminiaturní (o výšce 7 mm), můžeme však použít i běžnou velikost (o výšce 11 mm). Obvody IO1 a IO2 jsou v objímkách (aby je bylo možné po nabažení se přijímačem použít i v jiných konstrukcích), můžeme je však přímo zapájet.

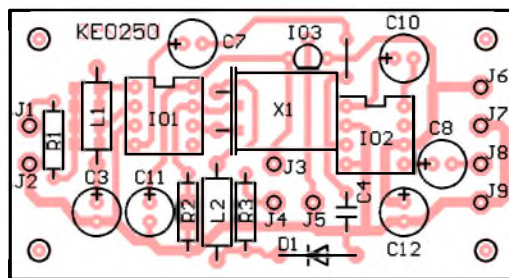
Osazená deska je vestavěna do malé ploché plastové skříňky o rozměrech 100x75x40 mm (nebo do jakékoliv jiné vhodné skříňky).

Na horní stěně skříňky jsou přišroubovány všechny konektory a oba potenciometry. Uvnitř skříňky nad potenco-

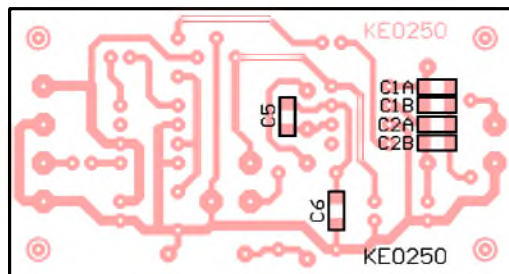
Obr. 2.
Obrázec
plošných spoju
přímospěšujícího
přijímače MRX-80
(měř.: 1 : 1)



Obr. 3.
Rozmístění součástek
na straně součástek
na desce
přímoměšujícího
přijímače MRX-80



Obr. 4.
Rozmístění součástek
na straně spojů
na desce
přímoměšujícího
přijímače MRX-80



metry je pomocí dvou distančních sloupků upevněna deska s plošnými spoji. Deska je propojena s potenciometry a konektory tenkými kablíky s izolací PVC, které mají takovou délku, aby bylo možné desku odklopit a při ožívání se dostat páječkou a odsávačkou ke straně spojů.

Vedle konektorů a potenciometrů jsou oboustranně lepicí fólii nalepené štítky s popisem, které jsou vytisknuty na listu papíru formátu A4 laserovou tiskárnou. Před nalepením jsou štítky přestříknuty bezbarvým nitrolakem a pak jsou i s lepicí fólií oříznuté podle pravítka lámacím nožem (řezákem).

Mechanické provedení přijímače ilustrují fotografie na obálce tohoto časopisu.

Úplně zapojený přijímač oživíme. Obvody IO1 a IO2 jsou vyjmuté z objímek. Do napájecího konektoru K3 přivedeme napájecí napětí 12 V a zkontrolujeme, že za stabilizátorem IO3 je vnitřní napájecí napětí +8 V a na běžci ladicího potenciometru je napětí 0 až +8 V. Pak zasuneme IO1 a IO2 do objímek. Na vývodu 7 IO1 zkontrolujeme osciloskopem, že oscilátor kmitá, a čítačem změříme kmitočet oscilátoru při různém ladicím napětí. Nemá-li oscilátor požadovaný kmitočet, můžeme vyměnit krystal, změnit indukčnost cívky L2 nebo použít jinou diodu D2 (popř. ji nahradit skutečným varikapem KB105, BB121, BB405 apod.). Připojíme stereofoonní sluchátka, ve kterých by mělo být slyšet šum. Potenciometrem R4 nastavíme největší citlivost, do anténního konektoru K1 zavedeme signál z vf signálního generátoru a zkontrolujeme citlivost. Nakonec připojíme anténu a můžeme poslouchat provoz na pásmu (pokud na přijímaném kmitočtu někdo vysílá).

Po výměně krystalu, pro který můžeme použít objímku, můžeme zkusit příjem i na jiném kmitočtu pásma 80 m. Běžně jsou ještě dostupné krystaly 3,500 MHz, 3,579 MHz a 3,580 MHz (GM Electronic). Přitom pro provoz

QRP je v pásmu 80 m doporučen kmitočet 3,560 MHz, resp. úsek 3,560 až 3,580 MHz.

Přijímač lze použít i pro jiné amatérské pásmo, kromě výměny krystalu však musíme přeladit i vstupní obvod (nebylo vyzkoušeno).

Přijímač pochopitelně oživíme i bez měřicích přístrojů, protože je velmi jednoduchý a při realizaci nevykazoval žádné zálučnosti.

Seznam součástek

R1	47 Ω, miniaturní
R2	10 kΩ, miniaturní
R3	100 kΩ, miniaturní
R4	10 kΩ/lin., potenciometr
R5	10 kΩ/lin., potenciometr
C1A	150 pF, NPO, SMD 1206
C1B	82 pF, NPO, SMD 1206
C2A	820 pF, NPO, SMD 1206
C2B	470 pF, NPO, SMD 1206
C3	22 μF/16 V, rad., submin.
C4	10 nF/100 V, fóliový
C5	470 pF, NPO, SMD 1206
C6	150 pF, NPO, SMD 1206
C7	2,2 μF/16 V, rad., submin.
C8	22 μF/16 V, rad., submin.
C10	2,2 μF/16 V, rad., submin.
C11	22 μF/16 V, rad., submin.
C12	100 μF/16 V, rad., submin.
L1	tlumivka axiální 10 μH
L2	tlumivka axiální 33 μH
X1	krystal 3,6864 MHz
D1	1N4007
D2	1N4007
IO1	NE612AN
IO2	LM386N-1
IO3	78L08
K1	zásuvka PL
K2	stereofoonní zásuvka JACK 3,5 mm
K3	napájecí konektor panelový 2,1 mm

objímka obyčejná pro DIL8 (2 kusy)

deska s plošnými spoji č.: KE0250

krabíčka, knoflíky pro potenciometry, distanční sloupky, šroubky a maticky atd.

QST, květen 2001

Jednopásmový QRP transceiver OHR100

Transceiver OHR100 je od firmy Oak Hills Research z USA, a původní článek s jeho popisem je typicky reklamní. Uveřejněná schémata nejsou záměrně úplná, aby někdo nemohl přístroj okopírovat, přesto však jsou natolik zajímavá, že snad stojí za to uvést je v tomto časopise.

Transceiver je určen pro telegrafní (CW) provoz a je jednopásmový, přičemž jsou dodávány verze pro pásmo 40, 30, 20, 17 a 15 m. Přístroj lze ladit v rozmezí 70 kHz, vždy přes telegrafní úsek daného pásma. RIT je v rozmezí ±1 kHz. Napájecí napětí je 12 až 13,6 V, napájecí proud při příjmu je 65 mA a při vysílání 850 mA. Rozměry skřínky jsou 62,5x150x150 mm.

Přijímač je superheterodyn s jedním směřováním s mf kmitočtem 9 MHz. Zvláštností je možnost regulovat šířku pásma krystalového mf filtru v rozmezí 350 až 1500 Hz. Místní oscilátor je řešen jako premixer, ve kterém se výsledný kmitočet získává směřováním kmitočtu VFO, přeladitelného v rozsahu 3,712 až 3,782 MHz, s kmitočtem pomocného krystalového oscilátoru. Díky tomu lze přijímač snadno modifikovat pro různá pásma pouhou změnou kmitočtu pomocného krystalového oscilátoru a přeladěním některých LC filtrů. Výstupní výkon přijímače je 500 mW do impedance 8 Ω.

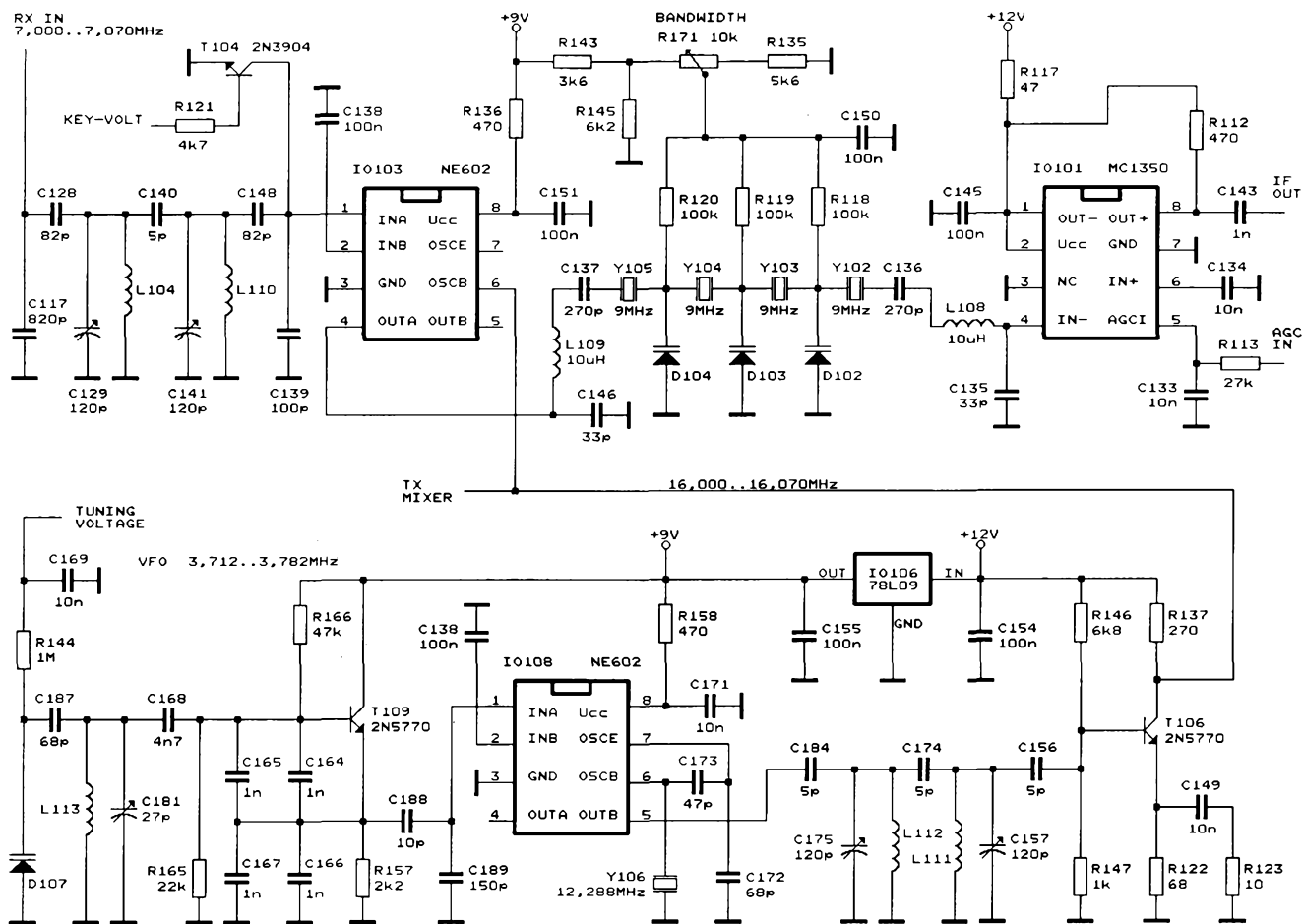
Vysílač poskytuje maximální výkon 5 W do impedance 50 Ω.

Schéma přijímací části transceiveru ve verzi pro pásmo 40 m je na obr. 5. Schéma končí mf zesilovačem, potřebné další obvody (produkt detektor, nf zesilovač apod.) však lze doplnit z podobného přijímače pro provoz PSK31, který byl uveřejněn na s. 10 v KE 1/2002.

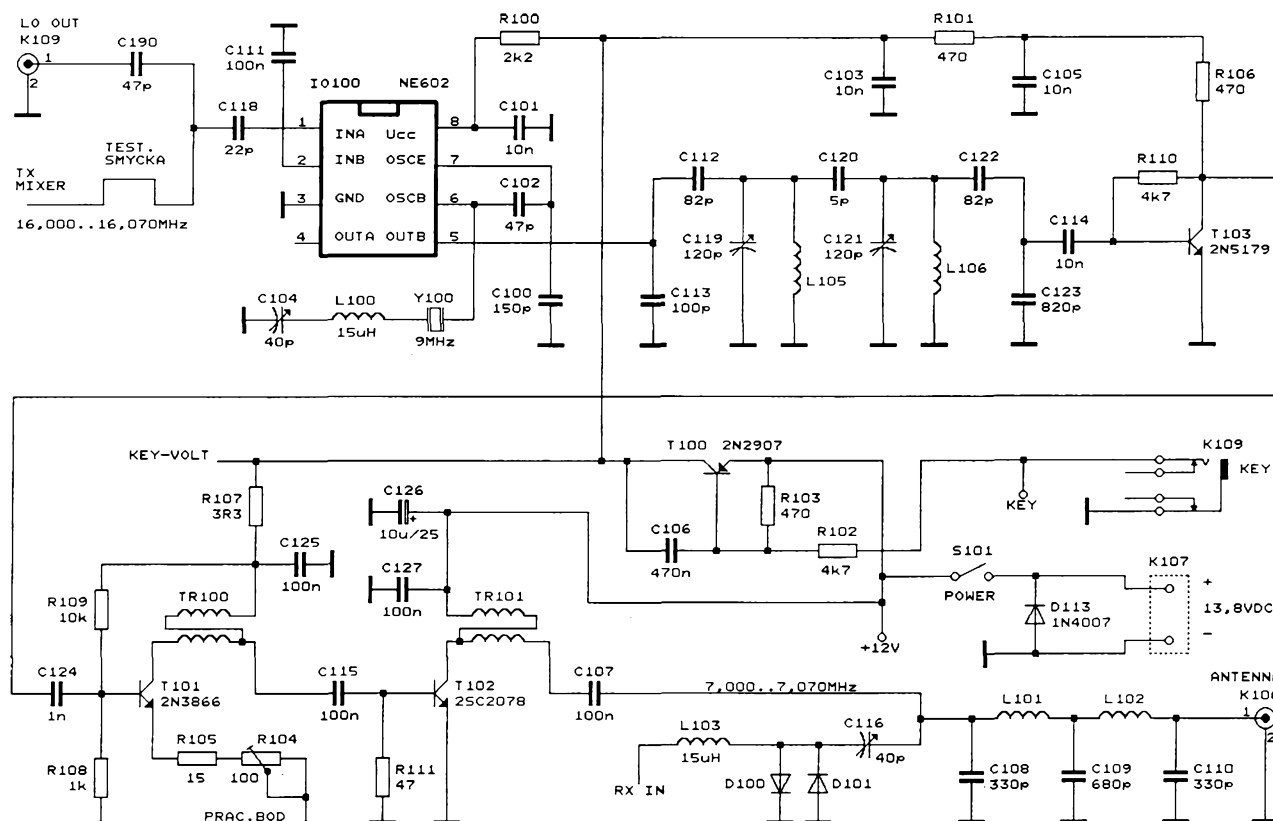
Přijímač obsahuje vstupní vf filtr, směšovač, mf filtr, mf zesilovač, produkt detektor a nf zesilovač s nf oscilátorem pro příposlech vysílané telegrafie.

Vstupní filtr vybírá ze signálu dodávajícího anténou pouze žádoucí kmitočty pásma 40 m. Je tvořen dvěma laděnými obvody s cívkami L104 a L110 a příslušnými kondenzátory. Cívky mají pevnou indukčnost a obě jsou navinuté na železových toroidních jádrech Amidon T37-6 (Ø9,6/Ø5,2x3,3 mm, $A_L = 30 \mu\text{H}/100 \text{ z}$). Každá cívka má 27 závitů měděného lakovaného drátu o průměru 0,4 mm. Laděné obvody se doladují kapacitními trimry C129 a C141. Anténa a následující směšovač jsou kvůli impedančnímu přizpůsobení navázány na kapacitní odbočku laděných obvodů. Všechny rezonanční kondenzátory by měly být kvalitní - slídkové, styroflexové nebo keramické s dielektrikem NPO. Tranzistor T104 uzemňuje při vysílání výstup filtru a brání zahlcení přijímače.

Směšovač je dvojité vyvážený typu NE602 (IO103).



Obr. 5. Jednopásmový QRP transceiver OHR100 - vstupní filtr, směšovač a mf zesilovač přijímače a premixer s VCO



Obr. 6. Jednopásmový QRP transceiver OHR100 - směšovač, filtr a výkonový zesilovač vysílače

Mf filtr je příčkový se čtyřmi krystaly o kmitočtu 9 MHz. Vazba mezi krystaly je ovlivňována varikapů D102 až D104

(typ nebyl uveden). Změnou kapacity varikapů vlivem přiloženého napětí z běžce potenciometru R171 se ovládá šířka

pásmu filtru 350 do 1500 Hz. Tento filtr by jistě stál za experimentální ověření, proměření a případné zlepšení.

Mf zesilovač je monolytický typu MC1350 (IO101). Tento IO je lineární zesilovač řízený AGC s maximálním ziskem 50 dB, kmitočtovým rozsahem 0 až 58 MHz a rozsahem AGC 60 dB.

Schéma dalších obvodů pro zpracování přijímaného signálu nebylo v původním prameni uvedeno.

Do směšovače přijímače se jako signál místního oscilátoru přivádí kmitočet 16,000 až 16,070 MHz z premixeru.

Premixer se skládá z laděného oscilátoru (VFO), směšovače, pomocného krystalového oscilátoru (XO), výstupního filtru a oddělovacího zesilovače.

VFO je typu Colpitts s tranzistorem T109. Je laděn varikapem (neuvedeného typu), na který se přivádí napětí z ladícího potenciometru a z potenciometru RIT (zapojení těchto potenciometrů není v původním prameni uvedeno). Cívka oscilátoru L113 je navinutá na železovém toroidním jádru Amidon T44-6 ($\varnothing 11,2/\varnothing 5,8 \times 4,0$ mm, $A_L = 35 \mu\text{H}/100$ z). Cívka má 20 závitů měděného lakovaného drátu o průměru 0,4 mm. Kondenzátory C164 až C168 teplotně kompenzují rezonanční obvod, aby byl oscilátor co nejstabilnější. C165 a C168 by měly být polystyrenové a C164, C166 a C167 keramické z materiálu NPO.

Směšovač premixeru a pomocný XO jsou tvořeny obvodem NE602 (IO108). XO je řízen krystalem Y106 o kmitočtu 12,288 MHz.

Součtový signál 16,000 až 16,070 MHz je z výstupu směšovače odfiltrován pásmovou propustí se dvěma laděnými obvody s cívkami L112 a L111 a příslušnými kondenzátory. Cívky mají pevnou indukčnost a obě jsou navinuté na železových toroidních jádrech Amidon T37-6. Každá cívka má 16 závitů měděného lakovaného drátu o průměru 0,4 mm. Laděné obvody se doladují kapacitními trimry C175 a C157.

Oddělovací zesilovač přenáší signál premixeru z filtru do směšovače přijímače a vysílače a je tvořen tranzistorem T106.

Součástí schématu přijímače je i stabilizátor napájecího napětí IO106, jehož výstupní napětím +9 V se napájejí některé obvody přijímače.

Schéma vysílací části (rovněž pro pásmo 40 m) je na obr. 6. Vysílač obsahuje směšovač, vysílačový XO, vř. filtr, třístupňový výkonový zesilovač, anténní filtr a klíčovací obvod.

Směšovač vysílače překládá kmitočet místního oscilátoru do pásma 40 m tím, že ho směšuje s kmitočtem mezikř. frekvence 9 MHz z vysílačového XO. Směšovač i XO jsou tvořeny obvodem NE602 (IO100). XO je řízen krystalem Y100 o kmitočtu 9,000 MHz. Signál místního oscilátoru je též ze vstupu směšovače vyveden na konektor K109, ke kterému můžeme připojit číslicovou stupnici.

Rozdílový signál 7,000 až 7,070 MHz je z výstupu směšovače odfiltrován pásmovou propustí se dvěma laděnými obvody s cívkami L105 a L106. Cívky mají pevnou indukčnost a jsou shodné s cívkami L104 a L110 přijímače. Laděné obvody se doladují kapacitními trimry C119 a C121. Směšovač a následující výkonový zesilovač jsou kvůli přizpůsobení navázány na kapacitní odbočku laděných obvodů.

Výkonový zesilovač je tvořen třemi tranzistory T103, T101 a T102 v běžném zapojení. Výstupní výkon vysílače lze nastavit v rozmezí 0 až 4 W změnou pracovního bodu tranzistoru T101 trimrem R104. V kolektorech T101 a T102 jsou přizpůsobovací transformátory, které nejsou blíže specifikovány. Zřejmě jsou též navinuté na železových toroidních jádrech (feritová jádra by se přesytila stejnou měrou složkou kolektorového proudu).

Z výstupu zesilovače se vř. signál vede na anténní konektor K106 přes anténní filtr typu dolní propust s cívkami L101 a L102. Filtr odstraňuje z vysílacího signálu vyšší harmonické. Cívky mají pevnou indukčnost a obě jsou navinuté na železových toroidních já-

drech Amidon T37-2 ($\varnothing 9,6/\varnothing 5,2 \times 3,3$ mm, $A_L = 40 \mu\text{H}/100$ z). Každá cívka má 19 závitů měděného lakovaného drátu o průměru 0,4 mm. Kondenzátory filtru C108 až C110 musí být stabilní s malými ztrátami a s dostatečným pracovním napětím (jejich typ není v původním prameni uveden).

Z bodu mezi výkonovým zesilovačem a anténním filtrem se také odebírá signál z antény pro přijímač. Signál se do přijímače odvádí přes sériový rezonanční obvod s L103 a C116, jehož střední bod je spojen se zemí antiparalelní kombinací spínacích diod D100 a D101 (typ nebyl uveden). Během vysílání omezují diody signál a zabráňují poškození vstupu přijímače. Přitom se neztrácí výkon, protože z hlediska vysílače se přes diody pouze uzemňuje levý vývod kondenzátoru C116, čímž se jen nepatrně a bez jakýchkoliv následků zvětšuje vstupní kapacita anténního filtru.

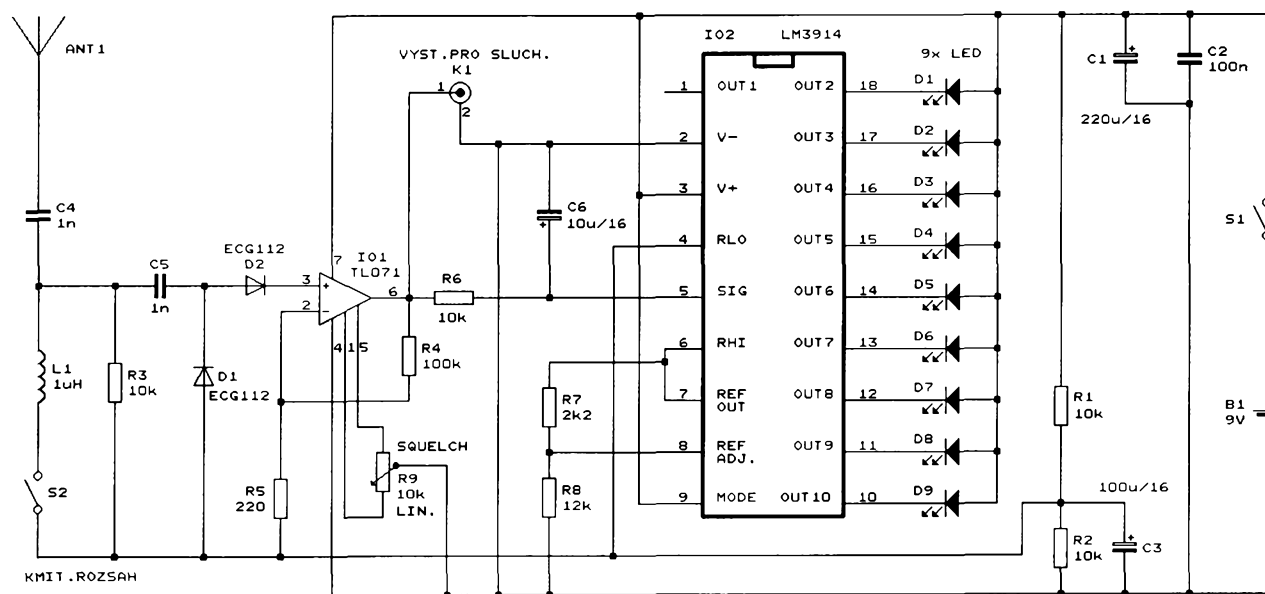
Vysílač se klíčuje tím, že se telegrafním klíčem (připojeným přes konektor K109) spíná prostřednictvím tranzistoru T100 napájecí napětí směšovače IO100 a prvních dvou tranzistorů výkonového zesilovače. Aby byly telegrafní značky bez kliků, jsou hrany impulsního napájecího napětí (označeného jako KEY-VOLT) ošetřeny RC filtrem se součástkami C106 a R102.

Transceiver je příkladem klasického řešení a má velmi dobré vlastnosti, i když postrádá řadu vymožeností, které poskytují přístroje vybavené počítačem.

funk 9/1997

Indikátor blízkého elektromagnetického pole

Tento indikátor se hodí nejen pro odhalování odposlouchávacích „štic“, můžeme jím také ověřovat vyzařování mikrovlnné trouby nebo testovat



Obr. 7. Indikátor blízkého elektromagnetického pole

funkci různých radiotechnických zařízení, jako jsou např. amatérské transceivery, CB a PMR radiostanice, bezšňůrové telefony, monitory dětských pokojů atd.

Indikátor pole je vlastně jednoduchý AM/FM přijímač, který zobrazuje relativní sílu pole v blízkosti své prutové antény sloupcem s devíti LED.

U indikátoru lze přepnout dvě šířky pásma přijímaných kmitočtů. Při provozu se širším pásmem se indikuje pole v rozsahu od 500 kHz do zhruba 2000 MHz, při úzkopásmovém provozu má indikátor rozsah odpovídající rozhlasovému pásmu FM (85 až 110 MHz).

Schéma indikátoru pole je na obr. 7. Všechny signály, indukované sledovaným elektromagnetickým polem v teleskopické prutové anténě ANT1, se usměrňují mikrovlnnými Schottkyho diodami D1 a D2. Usměrněné stejnosměrné napětí se zesiluje operačním zesilovačem (OZ) IO1. Spínačem S2 se volí šířka pásma přijímaných kmitočtů. Při vypnutí S2 je příjem širokopásmový, při sepnutém S2 se zařadí na vstup indikátoru cívka L1, která spolu s parazitními kapacitami tvoří rezonanční obvod omezující příjem na pásmo FM.

Výstup OZ IO1 je vyveden na konektor K1 pro vysokompedanční sluchátka, ve kterých můžeme slyšet modulaci přijímaného vlnění.

Současně je výstup IO1 vyveden na měřič napětí s IO2 typu LM3919 a se sloupčovým displejem s devíti diodami LED. Délka sloupce rozsvícených LED indikuje relativní sílu pole, v němž se nachází anténa indikátoru. Nula měřiče napětí se nastavuje potenciometrem R9 (označeným jako SQUELCH, protože dovoluje potlačit klidovou úroveň síly pole), kterým se kompenzuje vstupní napětí nesymetrie OZ IO1.

Indikátor je napájen napětím 9 V z destičkové baterie. Protože OZ IO1 vyžaduje symetrické napájení, je odporovým děličem R1, R2 vytvořen umělý střed napájecího napětí.

Součástky indikátoru jsou umístěny na malé desce s jednostrannými plošnými spoji. Deska je spolu s napájecí baterií vestavěna do ploché podlouhlé plastové skříňky. Na nejmenší stěnu skříňky, která je při provozu přístroje nahoře, je upevněn potenciometr R9 a

přišroubována teleskopická anténa (anténa je celá vně skříňky). Na boční stěně skříňky je umístěn spínač S2 a konektor K1. Spínač napájení může být spřažen s potenciometrem nebo může být samostatný a rovněž umístěn na boční stěně.

Při vyhledávání elektromagnetického pole je nutné anténou indikátoru vhodně „šmejdít“ v prostoru a podle síly pole upravovat délku antény a polohu potenciometru R9 tak, aby displej s LED nebyl zahlcený. Pro úspěšné použití indikátoru jsou potřebné určité zkušenosti, které postupně získáme.

Pro zajímavost: v USA v roce 1999 stála kompletní stavebnice tohoto indikátoru pole \$70, zhotovený přístroj stál \$100 a poštovné a balné bylo \$5.

Electronics Now, červenec 1999

Krátkovlnný zpětnovazební přijímač

Kromě přímospřijímajících přijímačů patří díky své jednoduchosti mezi evropejské konstrukční rubrik všech zahraničních radioamatérských časopisů také přijímače zpětnovazební (zpětnovazební audiony) - elektronkové i tranzistorové.

Protože se zpětnovazební přijímače přestaly používat brzy po 2. světové válce, nemá dnes již většina lidí představu, jak tyto přijímače skutečně fungují a jak se obsluhují, a je-li vůbec účelné se s nimi zabývat.

Jednu typickou konstrukci jsme proto realizovali jako funkční vzorek, proměřili ji a vyzkoušeli v praktickém provozu. Výsledky měření a zhodnocení vlastností přijímače jsou uvedeny na konci tohoto článku.

Přijímač je určen pro provoz AM, CW a SSB v pásmu krátkých vln na kmitočtech 3,3 až 9 MHz.

Popis zapojení

Původní schéma přijímače, uveřejněné v novozélandském časopise *BREAK-IN*, je na obr. 8.

Přijímač je tvořen audionem s tranzistorem T1 typu J-FET, za nímž následuje monolitický nf zesilovač IO1, kterým se zesiluje demodulovaný nf



Osazená deska s plošnými spoji krátkovlnného zpětnovazebního přijímače

signál z audionu. Poslech přijímače se předpokládá na citlivá stereofonní sluchátka (od walkmana).

Nyní si popíšeme funkci audionu.

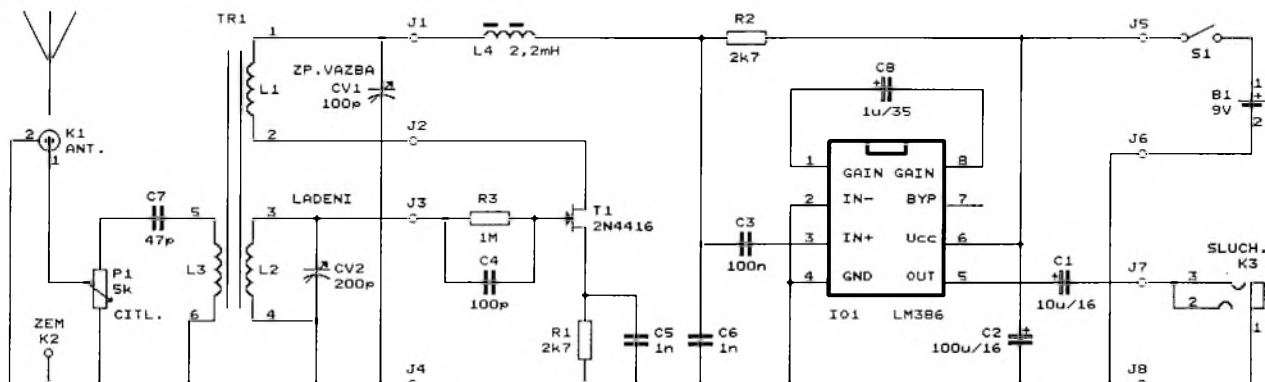
Anténní signál se vede z konektoru K1 přes potenciometr P1 pro ovládání citlivosti a přes oddělovací kondenzátor C7 na vazební cívku L3, ze které se indukuje do laděného obvodu.

Laděný obvod je tvořen cívku L2 a otočným kondenzátorem CV2 a slouží k výběru jediného kmitočtu (který chceme přijímat) z celého spektra dodávajícího anténou.

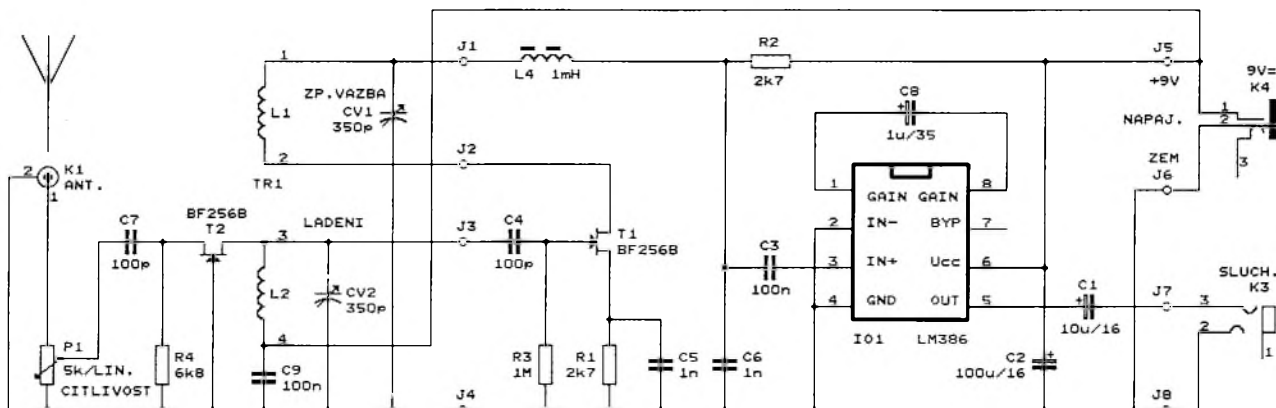
Všechny signály nakmitané na laděném obvodu se usměrňují na přechodu GS tranzistoru T1. Pokud se jedná o signál s amplitudovou modulací (AM), objeví se díky součástkám R3, C4 (které spolu s přechodem GS tvoří špičkový usměrňovač) na elektrodě G T1 modulační obálka VF signálu, tj. demodulovaný nf signál. Tento nf signál pak řídí proud elektrody D, kterým je na zatěžovacím rezistoru R2 vytvářen zesílený nf signál.

Pokud by audion pracoval pouze popsaným způsobem, byla byto vlastně krystalka s nf zesilovačem, která by měla velmi malou citlivost i selektivitu. Aby se dosáhlo použitelných vlastností přijímače, musí se v audionu zavést kladná zpětná vazba, která odtlumí laděný obvod, a tím podstatně zvětší citlivost a selektivitu audionu.

Kladné zpětné vazby je dosaženo tím, že proud elektrody D T1 (který kromě nf složky obsahuje i vf složku, vytvořenou vf signálem z laděného obvodu) je zaveden do zpětnovazební cívky L1 induktivně navázané na cívku L2 la-



Obr. 8. Krátkovlnný zpětnovazební přijímač - původní zapojení podle *BREAK-IN*



Obr. 9. Krátkovlnný zpětnovazební přijímač - realizované upravené zapojení

děného obvodu. Energie předávaná cívkou L1 do cívky L2 kompenzuje ztráty v laděném obvodu, a tím ho podle síly zpětné vazby méně či více odtlumuje. Při dostatečně silné vazbě se obvod rozkmitá.

Síla zpětné vazby se ovládá zpětnovazebním otočným kondenzátorem CV1, jehož kapacitou je určována velikost vf proudu procházejícího cívkou L1. Při malé kapacitě kondenzátoru CV1 je vazba slabá, zvětšováním kapacity se vazba zesiluje.

Zpětnovazební obvod je od výstupu audionu oddělen tlumivkou L4, která zabraňuje průchodu vf signálu do následujícího nf zesilovače.

Nf signál je z audionu veden přes oddělovací kondenzátor C3 do nf zesilovače s IO1 typu LM386. Blokovací kondenzátor C6 odstraňuje z nf signálu zbytky vf složky.

Nf zesilovač IO1 má kondenzátorem C8 nastavené své maximální zesílení (200x) na středních nf kmitočtech. Výstup zesilovače je vyveden na stereo-

fonní zásuvku typu JACK 3,5 mm zapojenou tak, aby u stereofonních sluchátek byla obě jednotlivá sluchátka zapojena do série.

Sluchátka musíme k přijímači použít stereofonní s velkou citlivostí a impedancí okolo 30 Ω , aby měl přijímač dostatečnou hlasitost.

V původním prameni je přijímač napájen z destičkové baterie napětím 9 V. Byla obava, že při velkém vnitřním odporu baterie (zvláště po jejím částečném vybití) by se mohl přijímač rozkmitat (rázy). Proto je realizovaný vzorek napájen napětím 9 V z vnějšího laboratorního zdroje (viz obr. 9). Žádné problémy s napájením se nevyskytly. Napájecí proud je menší než 15 mA.

Jak se později ukázalo při oživování funkčního vzorku, potenciometr P1 připojený přes C7 přímo k L3 ovlivňuje tlumení laděného obvodu a tím i nastavení zpětné vazby, což znepřijemňuje práci s přijímačem. Proto byl mezi potenciometrem P1 a laděným obvodem zařazen oddělovací stupeň s tranzistorem J-FET, který tento jev téměř odstraňuje.

Upravené schéma přijímače, které odpovídá realizovanému vzorku, je na obr. 9.

Signál z antény se z potenciometru P1 nezavádí na laděný obvod přímo, ale přes oddělovací zesilovač s tranzistorem T2, rovněž typu J-FET. Oddělovací zesilovač zmenšuje vliv antény a potenciometru P1 na laděný obvod a současně zabraňuje vyzařování kmitů audionu do antény. Tranzistor T2 je zapojen se společnou řídicí elektrodou G (gate), takže má velmi malý zpětný přenos signálu a malou vstupní a vel-

kou výstupní impedanci. Díky tomu vhodně přizpůsobuje impedanci antény (50 Ω) velkému rezonančnímu odporu laděného obvodu, aniž by muselo být použito vazební vinutí L3. Oddělovací zesilovač také poněkud zvětšuje signál z antény (toto zesílení nebylo měřeno), čímž nahrazuje vzestupnou transformaci napětí z cívky L3 do L2.

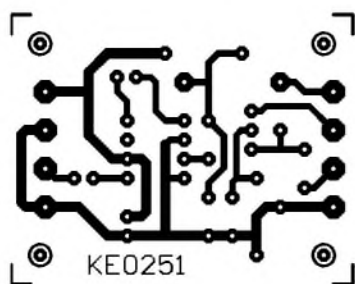
Konstrukce a oživení

Drobné součástky přijímače jsou umístěné na desce s jednostrannými plošnými spoji. Obrázek spojí je na obr. 10, rozmístění součástek na desce je na obr. 11. L4 je běžná tlumivka na feritovém jádře s axiálními vývody. Pro IO1 a T1 je vhodné použít objímky.

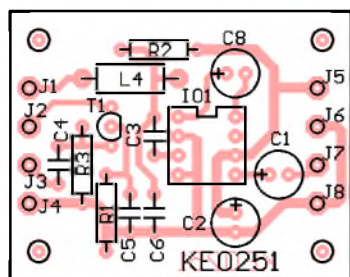
Součástky oddělovacího zesilovače s T2 jsou připájené na desce s univerzálními plošnými spoji. T2 je v objímce.

Ostatní součástky i desky s plošnými spoji jsou upevněné na pokusné kostře, spájené ze dvou laminátových desek oboustranně plátovaných mědi přiložených kolmo k sobě. Vzniklý „úhelník“ - vodorovná základna a svislý přední panel - je v rozích zpevněn připájenými trojúhelníky z téhož materiálu. Rozměry kostry závisí především na použitých otočných kondenzátorech.

Pohled na přední panel přijímače je na obr. 12. Za pozornost stojí upevnění konektoru K3 pro sluchátka na izolační destičce, aby závit konektoru, s nímž je spojen společný vývod sluchátek, nebyl spojen se zemí. Rozmístění součástek na kostře a detaily konstrukce jsou zřejmé z fotografií na obálce časopisu.



Obr. 10. Obrázek plošných spojí zpětnovazebního přijímače (měř.: 1 : 1)



Obr. 11. Rozmístění součástek na desce zpětnovazebního přijímače

Obr. 12. Příklad uspořádání a popisu ovládacích prvků na předním panelu zpětnovazebního přijímače



Cívky L1 až L3 jsou navinuté na keramické žebrované kostře o průměru 20 mm (získané z radiostanice RM31). Ve středu kostry je navinuta cívka L2, vedle ní blíže k patce je navinuta cívka L3 a na druhé straně je vedle L2 navinuta L1. Mezi cívkami jsou mezery asi 0,5 mm. Všechny cívky jsou navinuté se závitů těsně vedle sebe měděným lakovaným a opředěným drátem o průměru 0,35 mm. Cívka L1 má 8 závitů, cívka L2 má 28 závitů a cívka L3 má 5 závitů. Začátky vinutí jsou na schématu označeny číslicemi 2, 4 a 6. Vývody vinutí jsou na kostře zajištěny tím, že jsou provléknuty dírami v jednom z žebrování a jsou okolo tohoto žebra obtočeny. Nakonec je vinutí zpevněno včelím voskem.

Cívky je možné navinout i na jinou kostru o průměru 20 mm, např. na trubku z plastické hmoty.

Pod kostru je přišroubována deska s univerzálními plošnými spoji, ke které jsou zkrácené a pocínované vývody připájené.

Drát s lakovou izolací se nejlépe pocínuje tak, že jej položíme na novodurovou destičku a „přejíždíme“ jej pocínovaným hrotem páječky. Teplem se z novoduru uvolní chemikálie, které v součinnosti s mechanickým působením hrotu páječky způsobí rychlé očištění drátu. Pozor na nezdravý kouř!

Při zapojování cívek musíme dodržet číslování vývodů, aby zpětná vazba v audionu byla skutečně kladná. Cívka L3 zůstala nakonec nevyužitá.

Otočné kondenzátory jsou výprodejní vzduchové duály s převodem 1 : 3, v nichž je využito vždy jen jedna sekce. I když se již neprodávají, vyskytuje se podobných kondenzátorů mezi amatéry velké množství.

Po smontování a zapojení přijímače oživíme. Při zpětné vazbě nastavené před bodem rozkmitání ověříme pomocí signálního vf generátoru rozsah ladění, a jsme-li s ním spokojeni, oceňujeme stupnici ladícího kondenzátoru. Pak připojíme anténu a vyzkoušíme příjem stanic v rozhlasových i amatérských pásmech. I když je přijímač jednoduchý, jeho funkce je velmi komplikovaná a stavbu lze doporučit pouze zkušenějším amatérům vybaveným alespoň signálním generátorem. Při ožívování a zkoušení mohou být vodítkem dále uvedené hodnoty změřené na zkonstruovaném vzorku.

Naměřené hodnoty

Aby bylo možné učinit si obrázek o vlastnostech přijímače, byla u realizovaného vzorku změřena citlivost a šířka pásma (selektivita) při různém nastavení zpětné vazby. Měření bylo uskutečněno pouze na jediném kmitočtu, protože bylo předem zjištěno, že citlivost přijímače je v celém kmitočtovém rozsahu přibližně konstantní.

Při měření byl do vstupu přijímače z generátoru zaváděn vf signál o kmitočtu 3,5 MHz modulovaný amplitudově

do hloubky 50 % sinusovým nf signálem o kmitočtu 1 kHz. Vf signál měl nastavitelnou úroveň, která je dále nazývána vstupní úrovní. Přitom byl osciloskopem měřen mezivrcholový rozkmit demodulovaného nf signálu na výstupu přijímače (na konektoru K3), který je dále nazýván výstupní rozkmit. Pro akustickou kontrolu byla k výstupu připojena sluchátka.

První měření bylo učiněno bez zpětné vazby (cívka L1 byla odpojena a byly navzájem propojeny vývody J1 a J2 na desce s plošnými spoji). Pro „normovaný“ výstupní rozkmit 500 mV („slušná“ hlasitost ve sluchátkách) byla nutná vstupní úroveň -31 dBm (6,3 mV na 50 Ω). Šířka pásma byla změřena 370 kHz (-6 dB). Přitom výstupní nf signál vykazoval velké zkreslení druhou harmonickou.

Pak byla zpětná vazba zapojena a byla nastavena tak, aby bylo „normovaného“ výstupního rozkmitu 500 mV dosaženo při vstupní úrovni -41 dB (2 mV na 50 Ω). Šířka pásma se zúžila na 106 kHz.

Zpětná vazba byla postupně zesilována. „Normovaného“ výstupního rozkmitu 500 mV bylo dosaženo při vstupní úrovni -51 dB (630 μV na 50 Ω), přitom šířka pásma byla 30,7 kHz (-6 dB). Téhož rozkmitu 500 mV pak bylo dosaženo při vstupní úrovni -61 dB (200 μV na 50 Ω), pásmo se zúžilo na 12 kHz (-6 dB). Nakonec bylo výstupního rozkmitu 500 mV dosaženo při vstupní úrovni -71 dB (63 μV na 50 Ω), přitom šířka pásma se zmenšila až na 4,8 kHz (-6 dB).

Při dalším zesilování zpětné vazby se audion rozkmital, což se poznalo z charakteru šumu ve sluchátkách. Přitom nebyly slyšet žádné hvizdy (zázněj mezi vstupním signálem a kmitu audionu) a při bližším zkoumání bylo zjištěno, že kmitu audionu byly synchronizovány (strhávány) vstupním signálem a přijímač pracoval jako synchrodyne. Když se však zpětná vazba zvětšila ještě více, byl demodulovaný nf signál překryt nesnesitelnými pazvuky.

Při příjmu nemodulované telegrafie (CW) je synchronizace kmitů nežádoucí, protože je nutné, aby vznikl slyšitelný zázněj mezi přijímanou nosnou vlnou a kmitu audionu. Proto bylo chování rozkmitaného audionu podrobněji sledováno.

U generátoru byla vypnuta amplitudová modulace. Bylo změřeno, že při vstupní úrovni -61 dB (200 μV na 50 Ω) se kmitu audionu synchronizují se vstupním signálem v rozmezí ±3 kHz, při vstupní úrovni -71 dB (63 μV na 50 Ω) je rozmezí synchronizace ±1,5 kHz a při vstupní úrovni -81 dB (20 μV na 50 Ω) je toto rozmezí ±300 Hz. Je tedy zřejmé, že potřebný zázněj 500 Hz až 1 kHz může vznikat pouze při příjmu slabých telegrafních signálů (pod 20 μV), silnější signály je nutné zeslabit potenciometrem P1. Při vstupní úrovni -81 dB je zázněj ve sluchátkách dostatečně silný a je ještě slyšitelný i při úrovni

-111 dBm (0,63 μV na 50 Ω). Citlivost přijímače je pro příjem CW největší při takovém nastavení zpětné vazby, při kterém se audion právě rozkmital. Dalším zesilování zpětné vazby se kmitu audionu zvětšují a citlivost přijímače klesá. Kmitající audion se tedy při příjmu telegrafie chová jako samokmitající směšovač a celý přijímač pak pracuje jako citlivý přímoměšující přijímač.

Během laborování se dále ukázalo, že při přeladování přijímače se mění síla zpětné vazby, a má-li se udržovat maximální citlivost, je nutné nastavení vazby stále „dotahovat“. Vazbu též značně ovlivňuje velikost napájecího napětí. Při zapojení přijímače podle obr. 8 vazbu nepřipustně ovlivňovalo i nastavení citlivosti potenciometrem P1, to však bylo odstraněno zapojením podle obr. 9. Bylo též shledáno, že ladění je příliš hrubé, což by bylo možné napravit např. přidáním rozprostíracího otočného kondenzátoru.

Po připojení antény byl přijímač „nabitý“ stanicemi, bylo však velké manipulátorské umění je čistě zachytit.

Z měření vyplynulo, že zpětná vazba až 100x zvětšila nevalnou citlivost audionu a téměř 100x zúžila jeho původně nepoužitelnou šířku pásma, a tím přiblížila vlastnosti audionu vlastnostem dnes používaného superhetu. Navíc kmitajícím audionem je bez jakýchkoliv dalších doplňků umožněn příjem nemodulované telegrafie. Je tedy zřejmé, že podobné přijímače mohly být v dobách, kdy superhety byly nedostupné, úspěšně používány, byť za cenu složité obsluhy. Dnes jsou však zpětnovazební přijímače pouze hračkou, na které si můžeme vyzkoušet svoji šikovnost.

Seznam součástek

R1	2,7 kΩ, miniaturní
R2	2,7 kΩ, miniaturní
R3	1 MΩ, miniaturní
R4	6,8 kΩ, miniaturní
P1	5 kΩ/lin., potenciometr
C1	10 μF/16 V, rad.
C2	100 μF/16 V, rad.
C3	100 nF/63 V, fóliový
C4	100 pF, keramický
C5	1 nF, keramický
C6	1 nF, keramický
C7	100 pF, keramický
C8	1 μF/35 V, rad.
C9	100 nF, keramický
CV1	350 pF, otočný kondenzátor, viz text
CV2	350 pF, otočný kondenzátor, viz text
L1	viz text
L2	viz text
L4	tlumivka axiální 1 mH
T1	BF256B
T2	BF256B
IO1	LM386
K1	zásuvka PL
K3	stereofonní zásuvka JACK 3,5 mm
K4	napájecí konektor panelový 2,1 mm

Měřicí technika

Zkoušeče tranzistorů polarit NPN a PNP

Zkoušený tranzistor je zapojen jako součást astabilního multivibrátoru. Když je tranzistor dobrý, multivibrátor se rozkmitá, což je indikováno rozsvícením LED a tónem bzučáku. Protože by bylo dosti složité přepínat multivibrátor a indikační obvod podle polarity testovaného tranzistoru (NPN nebo PNP), jsou navrženy dva samostatné zkoušeče, každý pro jednu z polarit tranzistoru.

Schéma zkoušeče tranzistorů NPN je na obr. 13. Multivibrátor je klasický s tranzistorem T1 a testovaným tranzistorem NPN Tx, který se vkládá do vhodné objímky s vývody B (báze), K (kolektor) a E (emitor). Je-li testovaný tranzistor Tx v pořádku, multivibrátor kmitá na kmitočtu asi 1 kHz. Pravoúhlý signál z multivibrátoru se vede přes oddělovací kondenzátor C3 na špičkový usměrňovač s diodou D1 a vyhlazovacím kondenzátorem C4. Usměrněným napětím se pak spíná tranzistor T2, v jehož kolektoru je zapojena zelená indikační LED. Tranzistorem T2 se spíná tranzistor T3, v jehož kolektoru je samokmitající bzučák SP1 (např. sirénka KPE-242 od firmy GM Electronic).

Zkoušeč je napájen napětím 9 V z destičkové baterie nebo ze síťového

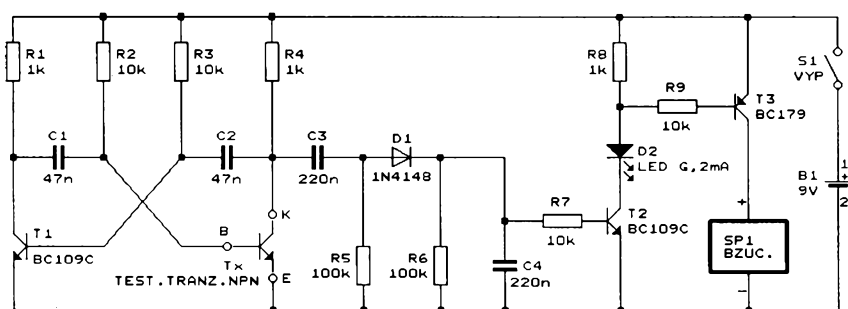
adaptéru. Při napájení z baterie je vhodné jako spínač napájení použít tlačítko, protože klidový napájecí proud je asi 8 mA. Odběr při měření je několik desítek mA a závisí na použitém bzučáku.

Schéma zkoušeče tranzistorů PNP je na obr. 14. Obvodové zapojení je zcela shodné s obr. 13, pouze všechny tranzistory mají opačnou polaritu než na obr. 13. Opačně jsou též zapojeny obě diody, bzučák SP1 a napájecí zdroj.

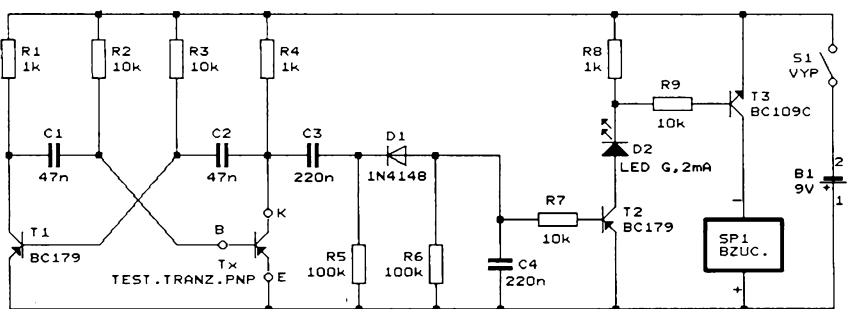
V původním prameni jsou zkoušeče zapojené na univerzálních deskách s plošnými spoji. Všechny rezistory jsou miniaturní, všechny kondenzátory fóliové. Tranzistory můžeme použít i jiných typů, jaké máme zrovna v "šuplíku" (typy NPN např. KC507 až KC509, KC237 až KC239, BC546 až BC549 apod., typy PNP např. KC307 až KC309, BC556 až BC559 atd.). Konstrukce je vhodná i pro úplné začátečníky, protože je velmi jednoduchá a zcela nezáludná.

Bylo by též možné uvažovat o kombinovaném přístroji, ve kterém by se přepínaly dva multivibrátory (s tranzistory NPN a PNP), za kterými by byl zapojen jediný indikační obvod s LED a bzučákem. Celek by se napájel z jediného zdroje.

RadCom, červenec 2001



Obr. 13. Zkoušeč tranzistorů polarity NPN



Obr. 14. Zkoušeč tranzistorů polarity PNP

Sledovač nf signálu s vf demodulační sondou

Sledovač přeměňuje nf signál z testovaného nebo oživovaného přístroje na akustický signál, který pak můžeme analyzovat sluchem. Sluchem můžeme posoudit kmitočet signálu, jeho sílu a zkruslení, popř. změny těchto veličin. I když sluch neumožňuje absolutní měření, je akustická analýza velmi užitečná a její nepřesnost je víc než vyvážena jednoduchostí sledovače. Je možno říci, že sledovač nf signálu by měl být prvním přístrojem, kterým začátečník vybaví své pracoviště.

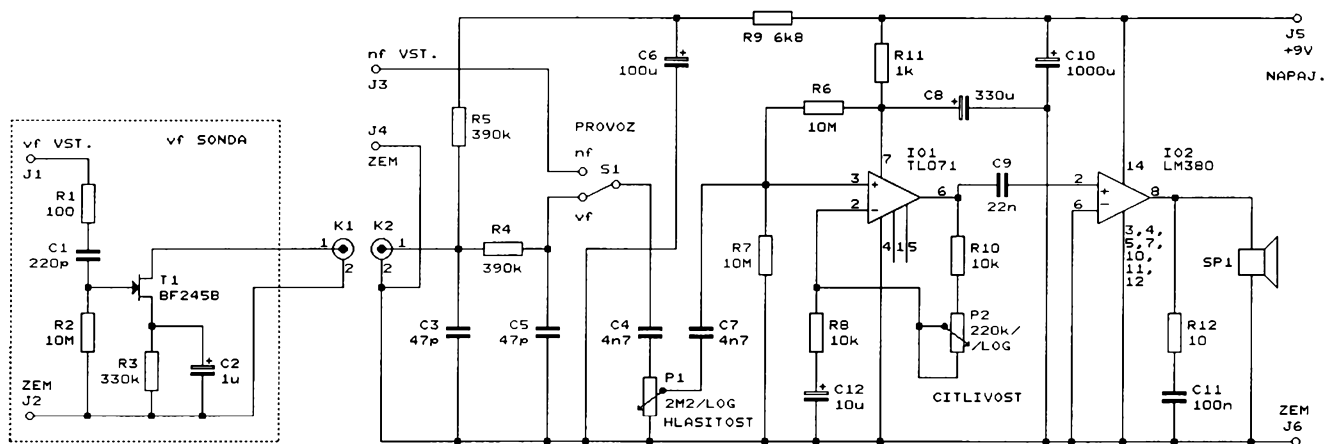
Sledovačem nf signálu můžeme pochopitelně analyzovat pouze signály, které mohou být přeměněny na slyšitelný zvuk, tj signály v nf zesilovačích a různých elektroakustických zařízeních, v nf částech přijímačů a v nejrůznějších impulsních obvodech. Popisovaný sledovač je však navíc vybaven vysokofrekvenční demodulační sondou, která demoduluje amplitudově modulovaný (AM) vf signál, takže umožňuje testovat i vf a mf obvody AM přijímačů.

Schéma sledovače je na obr. 15. Sledovač je v podstatě citlivý nf zesilovač, který má široký rozsah regulace zesílení, výstupní výkon asi 0,5 W a vestavěný reproduktor.

Na vstupu sledovače jsou svorky J3 a J4, na které se přivádí sledovaný nf signál, a konektor K2 (CINCH), ke kterému se připojuje vf demodulační sonda. Konektor K2 je vlastně také nf vstup, současně je však na něj vyvedeno napájecí napětí pro demodulační tranzistor v sondě. Napájecí napětí je filtrováno článkem R9, C6 a zavádí se na K2 přes oddělovací rezistor R5. Dolní propust C3, R4 a C5 odstraňuje z demodulovaného nf signálu zbytky vf nosné vlny.

Druh vstupu se volí přepínačem S1. Za přepínačem S1 je zařazen potenciometr P1 pro ovládání hlasitosti reprodukce. Odporem potenciometru je přibližně určen vstupní odpor sledovače, a proto má potenciometr odpor 2,2 MΩ, aby byl vstupní odpor sledovače co největší a nezatěžoval testovaný objekt. Důležité je, aby byl potenciometr P1 logaritmický, protože tento průběh dovoluje pohodlně ovládat sílu signálu i v oblasti malé hlasitosti (v nouzi však může být P1 lineární).

Z potenciometru P1 se vede nf signál do předzesilovače s operačním zesilovačem (OZ) IO1 typu TL071. Pracovní bod OZ uprostřed lineární oblasti je určen odporovým děličem R6, R7. Odpory rezistorů R6 a R7 jsou největší běžně dosažitelné (10 MΩ), aby děličem nebyl pokud možno zatěžován potenciometr P1. Zesílení předzesilovače je určené zpětnovazebním děličem se součástkami R8, P2 a R10 a je potenciometrem P2 nastavitelné v rozmezí 2x až 24x. Aby bylo nastavování zesílení pohodlné, měl by být i potenciometr P2 logaritmický. Ve zpětnovazebním děliči je zapojen oddělovací kondenzátor C12, takže pro stejnosměrný signál



Obr. 15. Sledovač nf signálu s vf demodulační sondou

je přenos zpětné vazby jednotkový. Pro stejnosměrnou složku signálu je tak zesílení předzesilovače jednotkové a na výstupu 6 IO1 je s velkou přesností stejné napětí jako na vstupu 3 IO1. Napájecí napětí pro předzesilovač je filtrováno článkem R11, C8, aby do zpracovávaného nf signálu nepronikalo rušení a aby se zamezilo případné nežádoucí zpětné vazbě přes napájecí zdroj. Kondenzátor C8 může mít samozřejmě běžnou velikost kapacity, např. 470 μ F.

Nf signál z předzesilovače je zaveden do výkonového zesilovače s IO2 typu LM380. Obvod LM380 má pevně nastavené zesílení 50x. K výstupu výkonového zesilovače je připojen reproduktor o impedanci 8 až 16 Ω . Větší impedanci volíme při bateriovém napájení, abychom zmenšili napájecí proud při plném vybuzení. Obvod LM380 je teoreticky schopen poskytovat výkon až 2,5 W, v popisovaném sledovači dodává při napájecím napětí 9 V do impedance 8 Ω maximálně 0,5 W.

Pro demodulaci AM signálu je ve vf sondě použit tranzistor J-FET typu BF245B (T1). Rezistorem R3 o nezvykle velkém odporu je nastaven proud elektrody D 4,5 až 7,5 μ A. Rezistor R3 je zablokován kondenzátorem C2, takže tranzistor pracuje v zapojení se společnou elektrodou S. K usměrnění (tj. k demodulaci) vf signálu přiváděného ze vstupní svorky J1 na elektrodu G se využívá nelinearity (parabolického zakřivení) převodní charakteristiky tranzistoru J-FET. Demodulovaný nf signál leží mezi elektrodami G a S T1 a je tranzistorem dále zesilován. Pracovním rezistorem tranzistoru je R5, nf signál se odebrá z elektrody D přes filtr C3, R4 C5.

Sonda přenáší se zesílením asi 20x i nf signál přivedený na její vstupní svorku J1. Aby však nf signál nebyl ztlačen, musí být na vstupu slabší než 1 mV. Nf citlivost sledovače se sondou je tak velká, že je v reproduktoru slyšet tón i vstupním napětím o velikosti pouhých jednotek μ V (při kmitočtu 1 kHz).

Sledovač i se sondou je napájen napětím 9 V z baterie nebo ze stabilizovaného síťového zdroje. Klidová spotřeba proudu je několik desítek mA, při vybuzení až stovky mA.

Konstrukční řešení sledovače není v původním prameni uvedeno. Součástky sledovače i sondy lze zřejmě připájet na desky s univerzálními plošnými spoji. Vzhledem ke značné citlivosti přístroje je nutné sledovač i sondu umístit do stíněných (nejlépe kovových) skříněk a pro připojení sondy použít stíněný kablík. Také není vhodné použít pro vstupy signálu (J1, J3) obyčejné zdiřky, lepší jsou stíněné konektory (např. CINCH nebo BNC), do kterých můžeme přivádět nf nebo vf signál stíněným kablíkem.

Přístroj musí při pečlivé konstrukci pracovat "na první zapojení". Po dokončení jeho stavby pouze zkontrolujeme, že nf signál prochází ze vstupu na výstup, že reprodukce je nezkreslená a že hlasitost lze ovládat potenciometry P1 i P2.

S využitím sledovače s vf sondou lze snadno sestavit jednoduchý rozhlasový přijímač. K tomu potřebujeme pouze paralelní LC laděný obvod se vzduchovým otočným kondenzátorem. Sondu připojíme na volitelnou odbočku cívky a na další odbočku nabo vazebním vinutím na cívku navážeme anténu. Přijímat lze AM stanice v rozsahu dlouhých až krátkých vln. Přijímat můžeme i stanice FM, musíme je však naladit na bok rezonanční křivky laděného obvodu a tím převést kmitočtovou modulaci (FM) na amplitudovou (AM).

FUNKAMATEUR, 3/1998

Měření odporu Wheatstoneovým můstkem

Schéma jednoduchého a levného můstkového měřiče odporu je na obr. 16. Odpor se měří ve třech rozsazích (1 - 10 Ω až 1 k Ω , 2 - 1 k Ω až 100 k Ω a 3 - 100 k Ω až 10 M Ω) s přesností asi 5 %. Vyvážení můstku je indikováno dvoubarevnou LED.

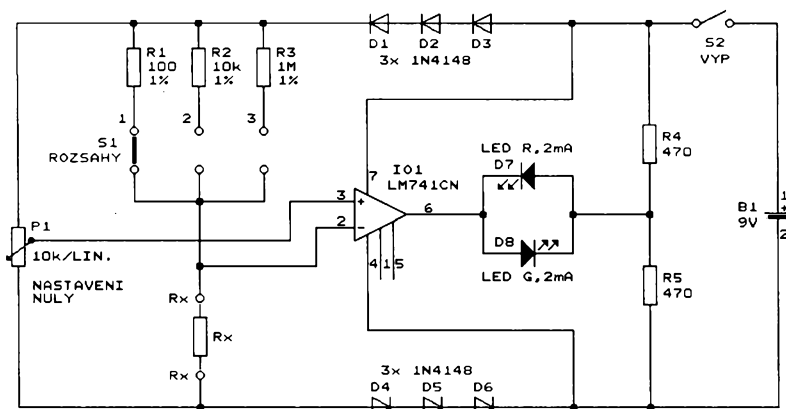
Můstek je tvořen potenciometrem P1, jedním z rezistorů R1 až R3 (podle přepnutého rozsahu) a měřeným rezistorem Rx. Pro jakýkoliv Rx v rozmezí 10 Ω až 10 M Ω lze nastavit potenciometr P1 a přepínač S1 tak, aby byl můstek vyvážen, tj. aby mezi běžcem P1 a horním vývodem Rx bylo nulové napětí. Z polohy přepínače S1 a běžce potenciometru, který má oceichenou stupnici, lze pak určit odpor Rx.

Stav můstku je indikován komparátorem s operačním zesilovačem (OZ) IO1 a antiparalelní dvojicí LED (červenou a zelenou). Při vyvážení nesvíti žádná LED.

IO1 je napájen napětím 9 V z baterie, která se zapíná tlačítkem S2. Pro můstek je napětí zmenšeno diodami D1 až D6, aby OZ pracoval vždy v lineární oblasti.

Stupnici potenciometru oceichujeme tak, že na místo Rx připojujeme rezistory se známými odpory s tolerancí 1 %, můstek vyvážíme a příslušný odpor vyznačíme na stupnici.

RadCom, září 2002



Obr. 16. Zkoušeč tranzistorů polarity PNP