



Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ



MECHANIK ELEKTROTECHNIK

I. ročník



Názov projektu
Informačné technológie
Efektívny nástroj
v Odbornom výcviku

ITMS kód projektu:
26110130129

Operačný program vzdelávanie
Moderné vzdelávanie pre vedomostnú
spoločnosť /Projekt je spolufinancovaný
zo zdrojov EÚ.
Dopytovo orientovaný projekt

SPOJENÁ ŠKOLA

Cervenej armády 25, Martin



**Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu
Slovenskej republiky**

**Agentúra Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ**



Prioritná os:	1. Reforma systému vzdelávania a odbornej prípravy
Opatrenie:	1.1 Premena tradičnej školy na modernú
Prijímateľ:	Spojená škola
Názov projektu:	Informačné technológie – efektívny nástroj v odbornom výcviku
Kód ITMS projektu:	26110130129
Aktivita, resp. názov seminára	5.1.1. Tvorca učebného materiálu 1 Mechanik elektrotechnik pre 1. ročník

Obsah:

Základy elektrotechnických prác a montáž elektrotechnických súčiastok

- Úprava koncov vodičov a spájkovanie
- Transformátory
- Schéma elektrickej inštalácie

Základy elektronických prác a montáž elektronických súčiastok

- Značky elektrotechnických súčiastok
- Kreslenie elektronických schém pomocou PC
- Práca s katalógovou dokumentáciou
- Návrh dosiek plošných spojov

ÚPRAVA KONCOV VODIČOV A SPÁJKOVANIE

Technika lisovania dutiniek

Do tejto skupiny lisovacích koncoviek patria: neizolované dutinky (H), izolované dutinky (HI, HI2x, HIS).

Materiál: medený plech E-Cu 57 hrúbky $s=0,15-0,3$ mm podľa normy DIN 40500 alebo DIN 1787; izolácia PA, PP; pracovná teplota $-50\text{ }^{\circ}\text{C} \div +150\text{ }^{\circ}\text{C}$

Povrchová úprava: galvanické pocínované = $3\text{ }\mu\text{m}$



Prevedenie:

koncovky - H: DIN 46228 Teil 1

koncovky - HI: DIN 46228 Teil 4

Rozsah prevedenia: $0,14-150\text{ mm}^2$

Použitie: na odizolované konce lankových vodičov pre udržanie všetkých drôtikov spolu; napr. pre priskrutkovanie do svorkovnice. Pri použití dutinky je väčšia odolnosť vodiča voči otrasom a prípadnému namáhaniu v ťahu a znižuje sa riziko skratu, ktorý by mohol spôsobiť jednotlivý drôtik vodiča. Pri izolovaných koncovkách sa izolácia nelisuje; jej úlohou je zabrániť tomu, aby sa vodič nelámaval v mieste odizolovania.

Rôzne farby izolácii dutiniek zodpovedajú rôznym prierezom vodičov. Produkujú sa v troch systémoch: nemeckom (N), Francúzskom (F) a zhodnou s normou DIN.

Prierez vodiča (mm)	SYSTÉM		
	Nemecký (N)	Norma DIN	Francúzky (F)
0,14	šedá	šedá	hnedá
0,25	modrá	žltá	šialová
0,34	tyrkysová	tyrkysová	ružová
0,5	pomarančová	biela	biela
0,75	biela	šedá	modrá
1	žltá	červená	červená
1,5	červená	čierna	čierna
2,5	modrá	modrá	šedá
4	šedá	šedá	pomarančová
6	čierna	žltá	zelená
10	prírodná	červená	hnedá
16	zelená	modrá	biela
25	hnedá	žltá	čierna
35	béžová	červená	červená
50	zelená	modrá	modrá
70	žltá	žltá	žltá
95	červená	červená	červená
120	modrá	modrá	modrá
150	žltá	žltá	žltá

Technológia lisovania: na lisovanie používame matrice , ktoré lisujú do tvaru lichobežníka, lichobežníka s rohmi a štvorca.



Lisovacie náradie ľahko deformuje vodič a lisuje koncovku. Sila zlisovania nemá vplyv na rezistenciu prechodu vodič - koncovka, pretože samotnú fixáciu vykonáva až skrutka svorkovnice prístroja, do ktorého vodič zapájame. Preto bolo tiež možné vyrobiť matrice takým spôsobom, aby v jednom hniezde lisovala koncovky na vodiče o priereze $0,14 \div 6 \text{ mm}^2$ alebo $0,5 \div 10 \text{ mm}^2$. Od 16 mm^2 sa používajú matrice na konkrétne prierezy vodičov.

Pri lisovaní do tvaru štvorca sa matrica skladá zo špeciálnej konštrukcie, ktorá obsahuje štyri pohybujúce sa bloky formujúce dutinku do štvorca. Veľmi dobre lisuje koncovky v prierezoch $0,08 \div 6 \text{ mm}^2$ a $4 \div 16 \text{ mm}^2$. Táto konštrukcia umožňuje veľmi ľahké uvoľnenie koncovky z matric po lisovaní.

To isté náradie používame pre koncovky neizolované aj izolované, pretože pri lisovaní sa nič nedeje s izoláciou dutinky HI.

ÚPRAVA KONCOV VODIČOV POCÍNOVANÍM

Pocínovanie vodičov je potrebné predovšetkým pre spájkované pripojenie vodičov. Jadro vodičov je tvorené hlavne z medi. V niektorých prípadoch je možné sa stretnúť aj s hliníkom, ale ten sa pre nevhodné mechanické vlastnosti a nižšiu vodivosť používa zriedkavo. Najčastejšie je možné využiť spojenie medených vodičov k prípojným miestam na doskách plošných spojov. Pocínovanie sa realizuje transformátorovou spájkovačkou. Jej hrot je dobre prispôsobený na držanie potrebného množstva spájky - cínu. Zároveň sa vhodne a ľahko v hrote vedie aj pocínovaný vodič.

Ak spájkovaný vodič nie je upravený pocínovaním, spôsobuje to niekoľko problémov.

1. Je to predovšetkým studený spoj, ktorý je vytvorený nedokonalým spojením cínovej spájky s medeným vodičom.
2. Pri snahe nepocínovaný vodič prispájkovať predĺžením spájkovacieho času, sa spájkované miesto nadmerne prehrieva a plošný spoj sa znehodnocuje.
3. Nadmerné prehrievanie vodiča spôsobuje jeho oxidáciu a ďalšie zhoršovanie spájkovania.

Transformátory

METÓDY MERANIA NA TRANSFORMÁTOROCH

Transformátor je netočivý elektrický stroj, ktorý transformuje striedavé napätie s určitou hodnotou na striedavé napätie s inou hodnotou pri nezmenenej frekvencii, pričom využíva princíp elektromagnetickej indukcie. Transformátor sa skladá z jadra a vinutí. Začiatky a konce vinutí sú vyvedené na svorky alebo priechodky. Podľa tvaru jadra poznáme plášťové a jadrové transformátory. Transformátory môžu mať čisto indukčnú väzbu alebo galvanickú väzbu (auto transformátory). Indukované napätie striedavých elektrických strojov je dané vzťahom

$$U_i = 4,44 \cdot f \cdot N \cdot \Phi_{\max}$$

kde f - je frekvencia privádzaného napätia
 N - počet závitov vinutia
 Φ_{\max} - amplitúda magnetického toku.

Pomer indukovaných napätí

$$\frac{U_{i1}}{U_{i2}} = \frac{4,44 \cdot f \cdot N_1 \cdot \Phi_{\max}}{4,44 \cdot f \cdot N_2 \cdot \Phi_{\max}} = \frac{N_1}{N_2} = p$$

kde N_1 - je počet závitov priemerného vinutia
 N_2 - počet závitov sekundárneho vinutia,
 P - prevod transformátora.

Ak zanedbáme úbytky napätí na odporoch a reaktanciách vinutí, môže prevod vyjadriť pomerom

$$p = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Ak sekundárnu stranu zaťažíme impedanciou Z , potečie prúd I a primárnym vinutím prúd I_1 . Ak zanedbáme straty transformátora, tak platí

$$p = \frac{I_2}{I_1}$$

Úbytky napätia na ohmických odporoch a reaktanciách vinutí nemôžeme vždy zanedbať. Na zaťaženom transformátore bude ich vplyvom napätie na sekundárnej strane vždy nižšie, ako to vyplýva z prevodu. Podobne musíme pri činnosti transformátora brať do úvahy aj straty. Ich vplyv vyjadrujeme účinnosťou, ktorá je daná pomerom výkonu a príkonu

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 = \frac{P_1 - \Delta P}{P_1} \cdot 100$$

kde P_1 príkon transformátora (W),
 P_2 výkon transformátora (W),
 ΔP straty (W).

Straty vznikajú vo vinutiach (straty v medi ΔP_{cu1} , ΔP_{cu2}) a v železe (straty v železe ΔP_{Fe}). Straty vo vinutiach sú úmerné druhej mocnине prúdu, straty v železe sú úmerné druhej mocnине napätia. Celkové straty sú určené súčtom jednotlivých strát. Závislosť úbytku sekundárneho napätia a účinnosti od zaťaženia transformátora by sa mohla zistiť priamym meraním. Takéto meranie by však bolo hlavne pri transformátoroch väčších výkonov, nevhodné a ťažko uskutočniteľné. Treba totiž nastaviť nielen veľkosť zaťaženia ale aj účinnosť. Preto sa robia tzv. newattové merania, na základe ktorých sa stanovuje priebeh úbytku napätia a účinnosti pre rôzne účinníky v závislosti od zaťaženia. Názov newattové merania pochádza z toho, že do transformátora neprivádzame celý menovitý výkon, ale len výkon potrebný na pokrytie strát.

Patrí sem meranie naprázdno a meranie nakrátko. Meranie naprázdno robíme v okolí menovitého napätia transformátora, preto ho napájame zo strany nižšieho napätia. Pretože prúd je malý, straty naprázdno sa približne rovnajú stratám v železe ΔP_{Fe} . Pri meraní nakrátko pripájame transformátor na strane vyššieho napätia, pretože meriame v okolí menovitého prúdu a ten má na strane vyššieho napätia menšiu hodnotu. Napätie nakrátko sa pri meraní rovná 0,03 až 0,1 · U_1 . Pretože s poklesom napätia straty v železe klesajú kvadraticky, sú pri tak malých hodnotách napätia zanedbateľne malé a straty nakrátko sa približne rovnajú stratám v medi ΔP_{Cu} .

Na jednofázovom transformátore robíme tieto merania:

- kontrola izolačného stavu transformátora,
- meranie odporu vinutí,
- meranie napäťového prevodu,
- kontrola súhlasnosti vinutí na svorkách
- skúška pri chode naprázdno,
- skúška pri chode nakrátko,
- kontrola účinnosti.

KONTROLA IZOLAČNÉHO STAVU TRANSFORMÁTORA

Izolačný stav transformátora kontrolujeme prístrojom Megmet, ktorého ručné dynamo dáva napätie 100, 500 alebo 1000 V , alebo elektronickým prístrojom PU 310. Meriame izolačný odpor medzi jednotlivými vinutiami, ako aj medzi jadrom a jednotlivými vinutiami. Najmenší izolačný odpor pre transformátor ohriaty na 75° C určíme podľa vzťahu

$$R_{iz} \geq \frac{U_n}{1000 + 0,1 \cdot P_{sn}} \quad (\text{M}\Omega; \text{V}, \text{kV} \cdot \text{A})$$

kde U_n je menovité napätie transformátora

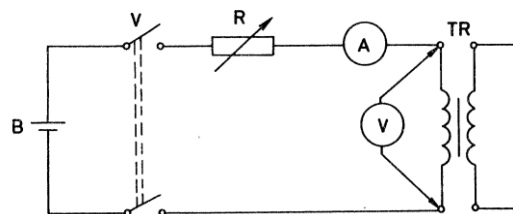
P_{sn} je menovitý výkon transformátora

Sieťové napájacie transformátory musia mať izolačný odpor v rozpätí od 2 do 7M .

MERANIE ODPORU VINUTÍ

Odpor vinutia transformátora meriame voltampérovou metódou . Aby sme vylúčili chyby pri meraní, urobíme na každej strane niekoľko meraní a za skutočný odpor vinutia považujeme aritmetickú strednú hodnotu z nameraných hodnôt . Hodnoty prúdu regulujeme pomocou rezistora R v rozpätí 0,1 až 0,3 menovitej hodnoty prúdu pre dané vinutie, aby sa vinutie zbytočne neohrievalo. Pri odpájaní voltmetra musíme byť opatrní. Pri náhlom poklese magnetického toku transformátora na nulu sa indukuje v jeho vinutiach napätie, ktoré by mohlo poškodiť voltmeter. Z toho dôvodu pred vypnutím vypínača musia byť prírody od svoriek transformátora k voltmetru prerušené. Voltmeter preto nezapájame natrvalo, ale napätie meriame len priložením svoriek. Z nameraných hodnôt prúdu a napätia potom určíme odpor vinutia.

$$R = \frac{U}{I} \quad (\Omega; \text{V}, \text{A})$$

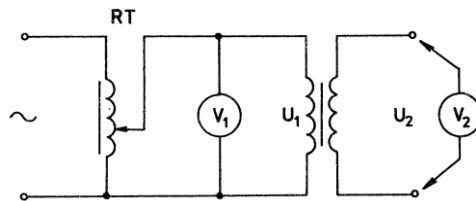


Meranie odporu vinutí transformátora

MERANIE NAPÄŤOVÉHO PREVODU

Primárne vinutie pri meraní napät'ového prevodu napájame zníženým napätím cez regulačný transformátor. Na sekundárnu stranu pripojíme voltmeter s veľkým vnútorným odporom, aby sekundárnym odvodom pretekal čo najmenší prúd. Napät'ový prevod potom určíme zo vzťahu

$$p = \frac{U_1}{U_2}$$

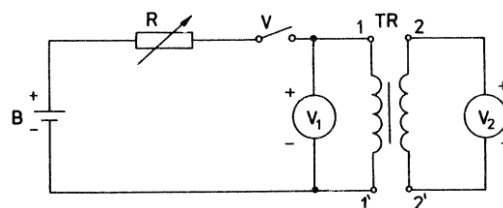


Meranie napät'ového prevodu transformátora

Pretože aj nezaťaženy transformátor odoberá určitý magnetizačný prúd, ktorý ovplyvňuje prevod, musíme prevod merať za takých podmienok, keď už pri malom prírastku magnetizačného prúdu dosiahneme veľký prírastok napätia (pracovný bod transformátora leží v najstrmšej časti magnetizačnej charakteristiky). Pre bežné transformátory je vplyv magnetizačného prúdu najmenší v rozsahu 0,1 až 0,7 menovitého napätia preto pri meraní nastavujeme hodnotu primárneho napätia v rozpätí 0,1 až 0,7 násobku menovitého napätia.

KONTROLA SÚHLASNOSTI VINUTÍ NA SVORKÁCH

Cieľom tohto merania je experimentálna kontrola zapojenia jednofázového transformátora, ako aj určenie začiatkov a koncov vinutí. Na obrázku je zapojenie na kontrolu súhlasnosti vinutí jednofázového transformátora jednosmerným prúdom. Jedno vinutie transformátora zapojíme cez vypínač na jednosmerný zdroj. Deprézsky voltmeter V_1 pripojíme na svorky transformátora, ktoré sme označili napr. + a -. Pri zapnutí vypínača nastane prechodový jav, pričom magnetický tok sa mení od nuly do ustálenej hodnoty. Pretože táto zmena toku prebieha súčasne v oboch cievkach, indukované napätie v cievkach má ten istý smer, a teda aj výchylky na voltmetroch V_1 a V_2 sú súhlasné (smerom do stupnice alebo von zo stupnice).



Určenie súhlasností svoriek transformátora jednosmerným prúdom

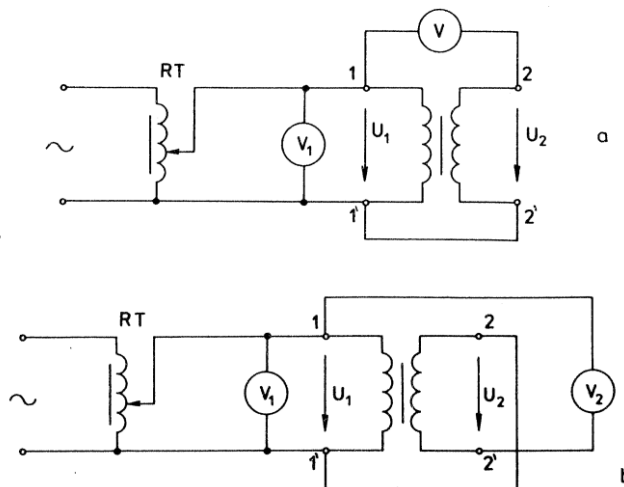
Na obrázku je zapojenie na meranie súhlasností svoriek transformátora striedavým prúdom. Podstata merania je v tom, že dve svorky z dvoch strán transformátora spojíme a jednu stranu transformátora napájame. Zmeriame napätie na primárnej a sekundárnej strane a napätie medzi nespojenými svorkami dvoch strán. V zapojení podľa obrázku bude voltmeter V ukazovať napätie :

$$U = U_1 - U_2$$

ak sme spojku spojili súhlasné svorky vinutí 1' - 2' (konce vinutí). Voltmeter teda ukazuje rozdiel napätí, pretože napätia U_1 a U_2 na primárnej a sekundárnej strane sú prakticky vo fáze. Voltmeter V v zapojení podľa obrázku bude ukazovať napätie :

$$U = U_1 + U_2$$

teda súčet napätí. Ak sme teda spojili súhlasné svorky, nameriame medzi nespojenými svorkami rozdiel napätí, pri spojení nesúhlasných svoriek nameriame súčet primárneho a sekundárneho napätia.



Určenie súhlasností svoriek transformátora striedavým prúdom

SKÚŠKA TRANSFORMÁTORA PRI CHODE NAPRÁZNO

Meranie naprázdno je jedným z tzv. newattových meraní, ktoré robíme preto, aby sme získali podklady pre výpočet priebehu účinnosti a úbytky napätia v závislosti od zaťaženia transformátora. Toto meranie sa má robiť v okolí menovitého napätia. Jeho cieľom je zistiť straty v železe, prúd naprázdno a účinník naprázdno. Pri priemyselných skúškach sa zisťujú tieto hodnoty jediným meraním pri nominálnom napätí, pri presnejších meraniach sa zistí priebeh uvedených veličín v závislosti od napätia a pri nominálnom napätí sa odčítajú požadované hodnoty. Transformátor pripájame väčšinou stranou nižšieho napätia na

regulačný zdroj cez ampérmeter a prúdovú cievku wattmetra. Napäťová cievka wattmetra spolu s voltmetrom sa zapájajú paralelne za prúdovú cievku wattmetra, aby sa mohla pohodlne urobiť korekcia ich vlastnej spotreby. Strana vyššieho napätia je rozpojená. Prúd naprázdno normálnych transformátorov je v rozpätí 4 až 11% I_n . Merať začíname pri zníženom napätí (asi 50% U_n). Odčítame napätie, prúd a výkon, potom zvýšime napätie a meranie opakujeme. Takto postupujeme až do hodnoty 120% U_n . Transformátor v stave naprázdno odoberá zo siete príkon na krytie strát v železe ΔP_{Fe} (hysterézne straty a straty vírivými prúdmi) a strát v medi napájacieho vinutia. Straty v železe sú priamo úmerné druhej mocnine indukcie, indukcia je priamo úmerná napätiu. Teda v stave naprázdno budú pri nominálnom napätí straty v železe tiež nominálne, Joulove straty budú v porovnaní s nimi veľmi malé, pretože prúd naprázdno je veľmi malý. Preto straty naprázdno predstavujú prakticky len straty v železe. Pri presnejšom určení strát v železe odpočítame straty v medi $R_{Cu} \cdot I_o^2$ od strát naprázdno a dostaneme straty v železa. Postup pri spracovaní nameraných hodnôt je nasledujúci. Meriame v zapojení podľa obrázku. Meraný výkon P'_o korigujeme o vlastnú spotrebu prístrojov ΔP_{kor} , čím dostaneme straty naprázdno ΔP_o .

$$\Delta P_o = P'_o - \Delta P_{kor}$$

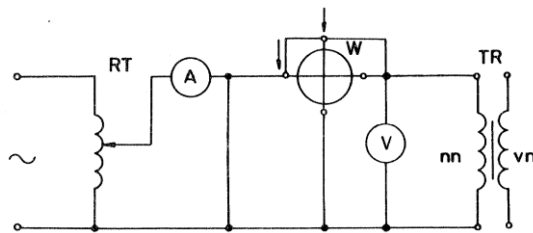


Schéma zapojenia pri skúške transformátora naprázdno

Pri meraní na jednofázovom transformátore platí

$$\Delta P_{kor} = U^2 \cdot \left(\frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_w} \right)$$

Kde R_v je odpor voltmetra (Ω),

R_w - odpor napäťovej cievky wattmetra (Ω).

Straty v medi v stave naprázdno sú

$$\Delta P_{Cu0} = R_{Cu} \cdot I_o^2$$

A teda straty v železe vyjadruje vzťah

$$\Delta P_{Fe} = \Delta P_o - \Delta P_{Cu0}$$

Účinní naprázdno sa vyjadruje takto:

$$\cos \varphi_0 = \frac{\Delta P}{U \cdot I_0}$$

Z nameraných hodnôt možno vypočítať aj magnetizačný prúd

$$I_{\text{mag}} = I_0 \cdot \sin \varphi_0$$

Schéma elektrickej inštalácie

Ochrana pred nebezpečným dotykovým napätím NDN

Všeobecné pojmy :

Neživá časť elektrického zariadenia (EZ) je tá časť EZ, ktorá je určená na to, aby ňou v bezporuchovom stave nepretekala elektrický prúd, alebo nebola pod napätím. Pri poruche však táto situácia nastať môže, lebo neživá časť je z vodivého materiálu (napr. kostra zariadenia). **Nebezpečné dotykové napätie** (NDN) vzniká pri dotyku s časťou EZ, ktoré je pod napätím a hodnota napätia presahuje dovolené (bezpečné medze). Dotyk môže byť jedнопólový alebo dvojpólový. Hodnota bezpečného napätia závisí od veľkosti bezpečného prúdu a odporu tela v danom prostredí ($U=R \cdot I$).

Bezpečný prúd je prúd, z ktorého okruhu sa vieme vymaniť bez cudzej pomoci. Hodnota *striedavého bezpečného prúdu* je 10 mA. Hodnota *jednosmerného bezpečného prúdu* je 25 mA.

Jedнопólový dotyk je dotyk tela jednej fázy, pričom stojíme na vodivej podložke.

Dvojpólový dotyk je dotyk tela, stojaceho na izolovanej podložke, dvoch fáz.

OCHRANA ŽIVÝCH ČASTÍ

Tieto ochrany slúžia pred *neúmyselným, náhodným* dotykom živej časti.

Ochrana zábranou:

Zábrana znemožní dotyk živej časti, pričom nie je súčasťou elektrického zariadenia. Umiestnenie elektrického zariadenia nemeníme, ale v jeho okolí v dostatočnej vzdialenosti je umiestnená prekážka z nevodivého materiálu. Typ prekážky a vzdialenosť od zariadenia je daná napäťovou hladinou, prostredím a podľa toho, či k zariadeniu majú prístup laici. Ak majú k zariadeniu prístup laici, prekážka musí byť pevná, uzamykateľná (mreže, plot...). Vzdialenosť je daná vyhláškou a pre laikov sa zdvojnásobuje.

Ochrana polohou:

Taktiež znemožní dotyk živej časti elektrického zariadenia a to spôsobom takým, že volíme vhodnú polohu elektrického zariadenia, aby jeho živá časť bola mimo dosahu. Vhodná vzdialenosť je opäť daná napäťovou hladinou, prostredím a podľa toho, či k zariadeniu majú prístup laici. Určuje ju vyhláška.

Ochrana krytím:

Kryt má funkciu ako zábrana, ale je súčasťou elektrického zariadenia, bez použitia náradia a násilia je neodnímateľný. Ochrana krytím sa označuje dvomi **povinnými písmenami IP** (international protection) a dvomi **povinnými číslicami XY**.

Prvá číslica **X** nadobúda hodnoty od 0 - 6 a určuje ochranu pred vniknutím **cudzieho telesa**.

Číslica **Y** nadobúda hodnoty od 0 - 8 a určuje ochranu pred vniknutím **vody**.

Najnižšia povolená ochrana u nás je **IP 2X**, čo je v tomto prípade teleso s maximálnou hrúbkou 12 mm a vniknutie vody je riešené inak (poistky - musia byť v suchom

prostredí).

Najvyššia ochrana je **IP 68**, čo predstavuje prachotesný a vodotesný kryt (napr. ak je čerpadlo vo vode). Kombinácie typu IP 28 nemajú zmysel, pretože dané dva stavy (vniknutie telesa, vniknutie vody) so sebou úzko súvisia.

Potom môžu nasledovať dve štvorice *nepovinných písmen* (A, B, C, D alebo H, M, S, W).

Stupeň ochrany pred NDN	Stupeň ochrany pred vniknutím cudzích telies	Prvá číslica v značke krytia	Stupeň ochrany pred vniknutím vody									
			Bez ochrany	Zvisle kvapkajúca	Šikmo dopadajúca (do 15)	Šikmo dopadajúca (dážď)	Striekajúca	Tryskajúca	Intenzívne tryskajúca	Dočasné ponorenie	Trvalé ponorenie	
			Druhá číslica v značke krytia									
			X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	
bez ochrany	bez ochrany	0X	IP00									
chrbtom ruky	väčších ako 50 mm	1X	IP10	IP11	IP12							
prstom	väčších ako 12,5 mm	2X	IP20	IP21	IP22	IP23						
nástrojom	väčších ako 12,5 mm	3X	IP30	IP31	IP32	IP33	IP34					
drôtom	väčších ako 1mm	4X	IP40	IP41	IP42	IP43	IP44					
drôtom	pred prachom	5X	IP50				IP54	IP55	IP56			
drôtom	pracho - temé	6X	IP60					IP65	IP66	IP67	IP68	

Prídavné písmeno za IP (nepovinné):

A - ochrana pred dotyk nebezpečných častí **chrbtom ruky**

B - ochrana pred dotyk nebezpečných častí **prstom**

C - ochrana pred dotyk nebezpečných častí **nástrojom**

D - ochrana pred dotyk nebezpečných častí **drôtom**

Doplňkové písmeno za IP (nepovinné):

H - informácia určená pre **vn** zariadenia

M - informácia určená pre pohyb pohyblivých častí EZ počas skúšky vodou

S - informácia určená pre klúd pohyblivých častí EZ počas skúšky vodou

W - informácia určená pre vhodnosť použitia EZ za stanovených poveternostných podmienok

Ochrana izoláciou:

Izolácia slúži jednak na zabezpečenie správnej činnosti zariadenia a jednak znemožňuje neúmyselný, nebezpečný dotyk živej časti.

Podľa toho, ktorú z týchto funkcií plní, poznáme nasledovné typy izolácií:

základná (pracovná) - slúži na zabezpečenie "práce", čiže správnej činnosti (bužírka). Prioritou nie je ochrana.

prídavná - pridáva sa k základnej izolácii (lakovanie, natieranie, smaltovanie). Sama o sebe neplní ochrannú funkciu.

dvojitá - je vytvorená spojením základnej a prídavnej izolácie a jej hlavnou úlohou je ochrana pred nebezpečným náhodným dotykom.

zosilnená - je to jedna izolácia s mechanickými a izolačnými vlastnosťami dvojitej. Plní úlohu ochrany (šnúra od žehličky - impregnovaná tkanina).

doplňková - nesúvisí so zariadením (izolačná podlaha).

OCHRANA NEŽIVÝCH ČASTÍ

Ochrana neživých častí sa realizuje samočinným odpojením od zdroja, ktoré zabezpečujú dva faktory:

typ siete (TNC, TNS, TNC-S, TT, IT)

ochranné prvky (poistky, ističe, napäťový chránič, prúdový chránič)

Zmyslom odpojenia od zdroja v prípade poruchy zariadenia (napätie sa nachádza na neživej časti) je vyradiť chybný obvod z prevádzky skôr, než nebezpečné dotykové napätie prekročí dovolené limitné hodnoty (striedavé 50 V alebo jednosmerné 120 V). Odpojenie vykonajú automaticky **ochranné prvky** v čase kratšom, než by boli účinky elektrického prúdu na ľudský organizmus škodlivé. Čas vypnutia závisí od menovitého napätia zariadenia, jeho uzemnenia a kriviek úrazovosti.

Ochrana samočinným odpojením od zdroja v sieti TNC, TNS, TN-C-S je ochrana s pôvodným názvom "NUĽOVANIE".

Ochrana samočinným odpojením od zdroja v sieti TT, IT je ochrana s pôvodným názvom "ZEMNENIE".

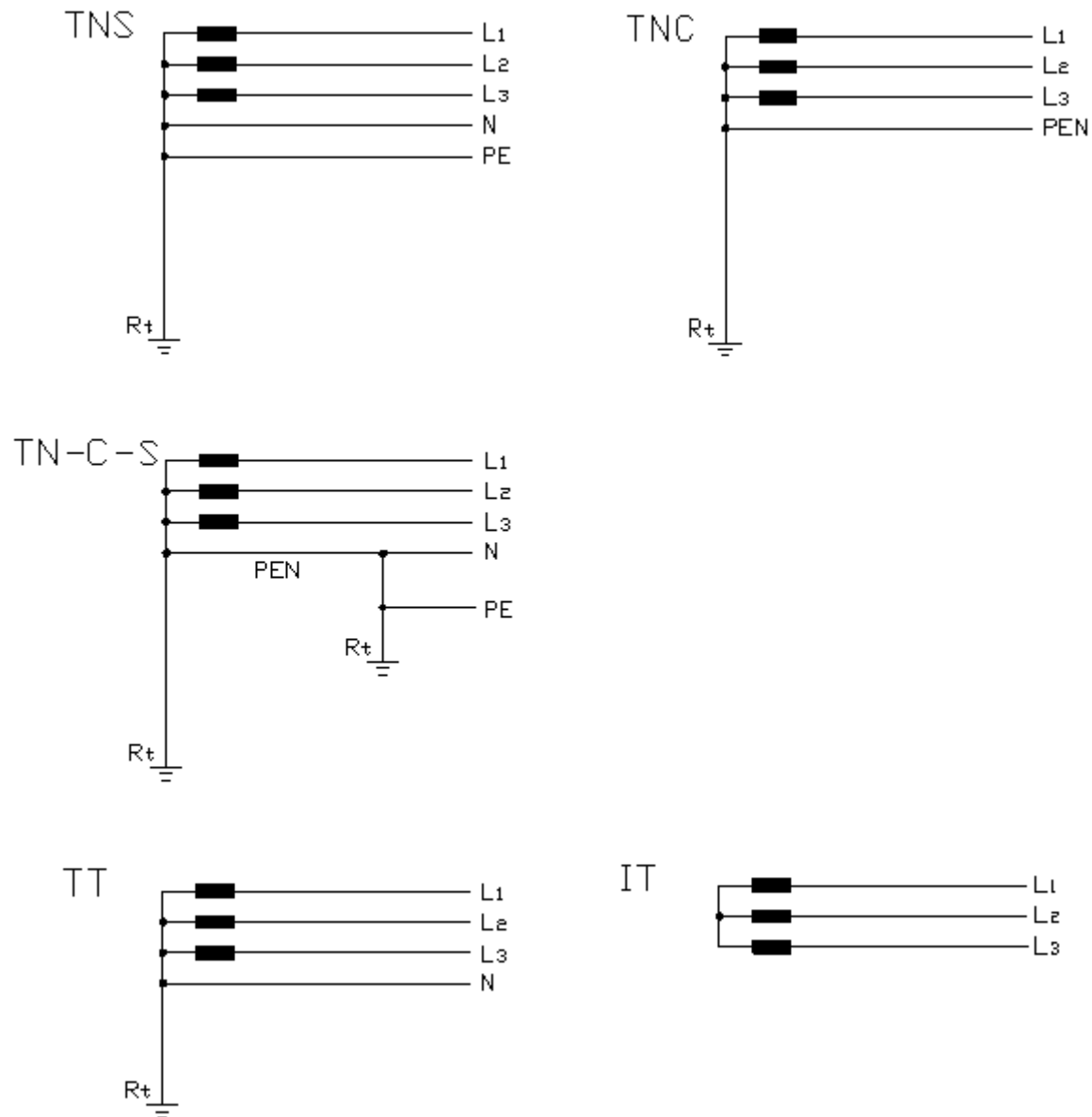
Význam písmen označujúcich siete:

Prvé písmeno: T alebo **I** určuje vzťah uzla sekundárneho vinutia napájacieho transformátora k uzemneniu. Ak je uzol sekundárneho vinutia napájacieho transformátora uzemnený, potom je prvé písmeno **T** (od španielskeho slova terre = zem). Ak uzol sekundárneho vinutia napájacieho transformátora uzemnený nie je, je izolovaný, potom je prvé písmeno **I** (od španielskeho slova isolation).

Druhé písmeno: **T** alebo **N** určuje vzťah neživej časti k uzemneniu. Ak je neživá časť uzemnená, potom je druhé písmeno **T** (terre). Ak uzemnená nie je, potom je spojená s vodičom N a druhé písmeno je **N**.

Tretie písmeno: **C** alebo **S** určuje vzťah medzi vodičom PE a N. Ak sú zlúčené do jedného vodiča PEN, tak je tretie písmeno **C** (od španielskeho slova combination). Ak sú vodiče samostatné, tak je tretie písmeno **S** (od španielskeho slova separation).

Význam písmen je zřejmý z následovných schém:



Vodič *PE* je ochranný vodič. Má za úlohu zvádzať **poruchový prúd**.

Vodič *N* je pracovný (neutrálny) vodič. Má za úlohu viesť **bezporuchový (prevádzkový) prúd** (uzatvárať obvod).

Vodič *PEN* je kombinovaný vodič, ktorým v bezporuchovom stave preteká **prevádzkový prúd**, avšak pri poruche odvádza z kostry **poruchu**

Siete s pripojeným poruchovým zariadením

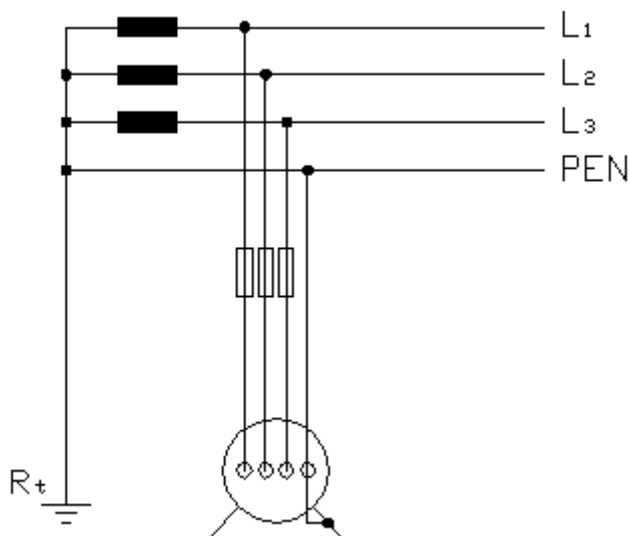
Sieť - TNC

Ochrana samočinným odpojením od zdroja v sieti TNC patrí medzi ochranu "nulovaním", kde elektrické zariadenie je pripojené cez nulovací vodič a ten je spojený s uzlom zdroja. Ochrana samočinným odpojením od zdroja v sieti TNC spočíva v odpojení poruchového zariadenia od zdroja v čase kratšom, než by došlo k úrazu elektrickým prúdom. Odpojenie je zabezpečené vypínacími prvkami, ku ktorým je poruchový prúd z neživej časti privedený vodičom PEN. Vodič PEN je kombinovaný, takže zároveň plní funkciu neutrálneho vodiča v bezporuchovom stave. Zareagovanie vypínacieho prvku je zabezpečené dimenzovaním vodiča PEN. Jeho prierez sa stanoví z impedancie vypínacej slučky (porucha - uzol - vypínací prvok - porucha). Zo známeho fázového napätia U_f a vypínacieho prúdu istiaceho prvku I_v môžeme vypočítať impedanciu slučky. Admitancia je známa podľa charakteru pripojených spotrebičov, takže môžeme vypočítať hodnotu odporu vodiča PEN a samozrejme aj jeho prierez.

$$Z \leq \frac{U_f}{I_v}$$

$$Z = R + jX$$

$$R = \rho \frac{L}{S} \Rightarrow S = \rho \frac{L}{R} \text{ [mm}^2\text{]}$$



Pre vodič PEN stanovíme prierez najbližší vyšší v rade (pre Cu je to 16 mm² najmenej)

Sieť - TNS

Ochrana samočinným odpojením od zdroja v sieti TNS patrí medzi ochranu "nulovaním", kde elektrické zariadenie je pripojené cez nulovací vodič a ten je spojený s uzlom zdroja.

Ochrana samočinným odpojením od zdroja spočíva v odpojení poruchového zariadenia od

zdroja v čase kratšom, než by došlo k úrazu elektrickým prúdom.

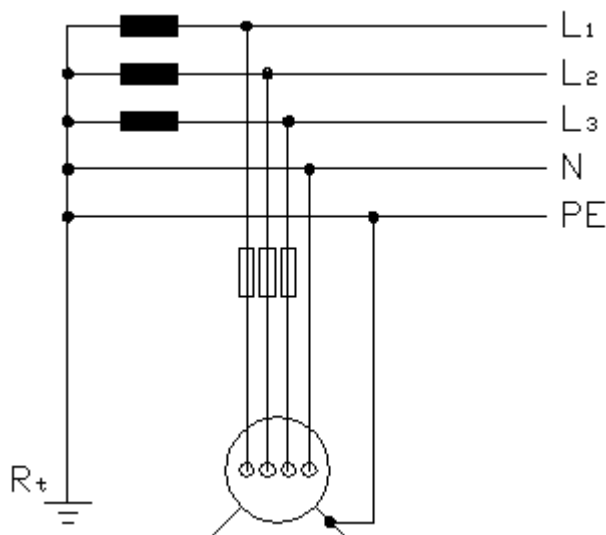
Odpojenie je zabezpečené vypínacími prvami, ku ktorým je poruchový prúd z neživej časti privedený vodičom PE. Vodič PE je separovaný, takže plní len funkciu ochranného vodiča v poruchovom stave. V bezporuchovom stave je obvod uzatváraný taktiež samostatným vodičom N.

Zareagovanie vypínacieho prvku je zabezpečené dimenzovaním vodiča PE. Jeho prierez sa stanoví z impedancie vypínacej slučky (porucha - uzol - vypínací prvok - porucha). Zo známeho fázového napätia U_f a vypínacieho prúdu istiaceho prvku I_v môžeme vypočítať impedanciu slučky. Admitancia je známa podľa charakteru pripojených spotrebičov, takže môžeme vypočítať hodnotu odporu vodiča PE a samozrejme aj jeho prierez.

$$Z \leq \frac{U_f}{I_v}$$

$$Z = R + jX$$

$$R = \rho \frac{L}{S} \Rightarrow \mathbf{S = \rho \frac{L}{R} \text{ [mm}^2 \text{]}}$$



Zemný odpor uzla zdroja je 5Ω , v sťažených pôdných podmienkach maximálne do 15Ω .

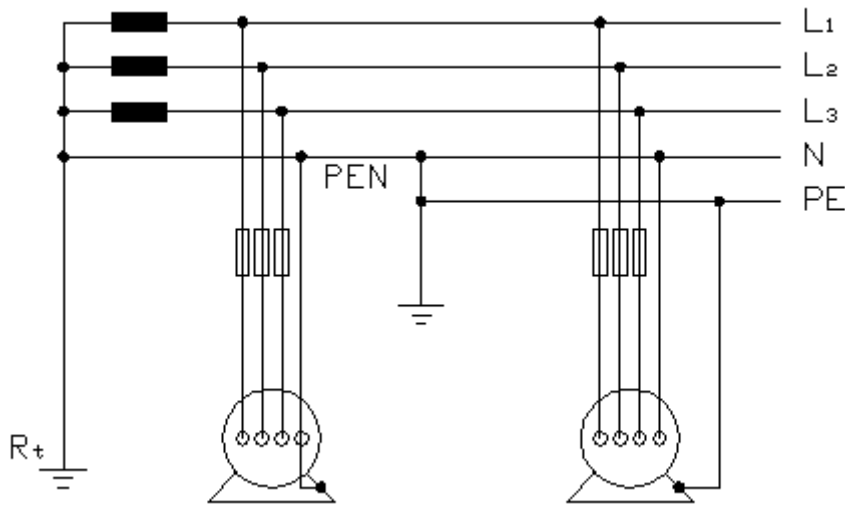
Sieť - TNC-S

Ochrana samočinným odpojením od zdroja v sieti TNC-S patrí medzi ochranu "nulovaním", kde elektrické zariadenie je pripojené cez nulovací vodič a ten je spojený s uzlom zdroja.

Sieť TNC-S je rozdelená na dve časti. V prvej časti je to vlastne sieť TNC, kde poruchový aj bezporuchový prúd je vedený kombinovaným vodičom PEN. V mieste siete, kde z dôvodu zabezpečenia väčšej bezpečnosti (nemocnica) chceme použiť sieť TNS, uzemníme vodič PEN, ktorý rozdelíme na dva separované vodiče PE a N. Ďalej už pokračuje sieť TNS a opätovné zlúčenie vodičov PE a N už nie je dovolené.

Podmienky pre sieť TNC-S sú ako pre siete TNS a TNC (impedancia vypínacej slučky).

Zemný odpor uzla zdroja je 5Ω , v sťažených pôdnych podmienkach maximálne do 15Ω .



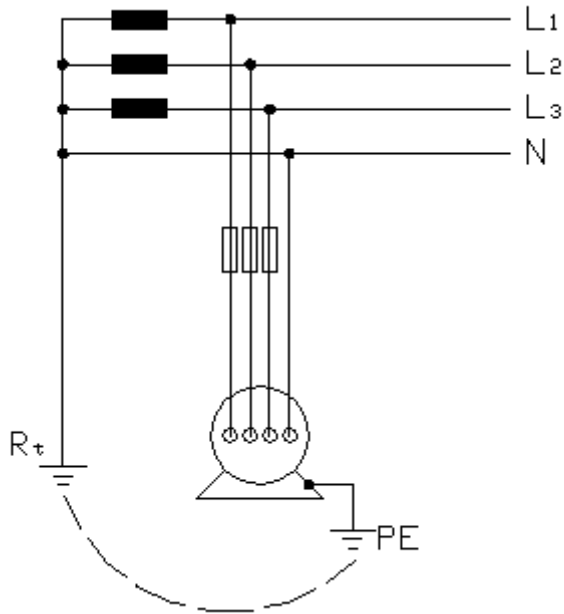
Sieť - TT

Ochrana samočinným odpojením od zdroja v sieti TT patrí medzi ochrany "zemnením", ktorej podstata spočíva v odpojení poruchového zariadenia od zdroja pomocou vypínacích prvkov. Poruchový prúd sa k nim dostáva zomou.

V sieti TT je uzol zdroja uzemnený, ako aj neživá časť elektrického zariadenia je uzemnená. Porucha sa z kostry zvedie vodičom PE na zem a zemou k uzlu zdroja.

Vychádzajúc zo vzťahu pre hodnotu odporu R_t :

$$R_t = \frac{U_D}{I_V} \Rightarrow I_V = \frac{U_D}{R_t} = \frac{50 \text{ V}}{5 \Omega} = 10 \text{ A}$$



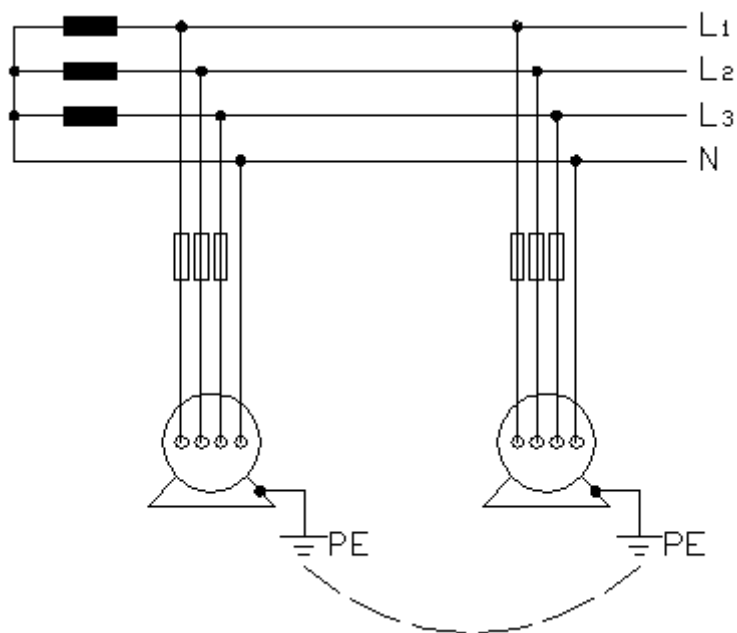
Môžeme povedať, že táto ochrana má obmedzenie len na výkonovo malé spotrebiče istené ističmi do 10 A.

Sieť - IT

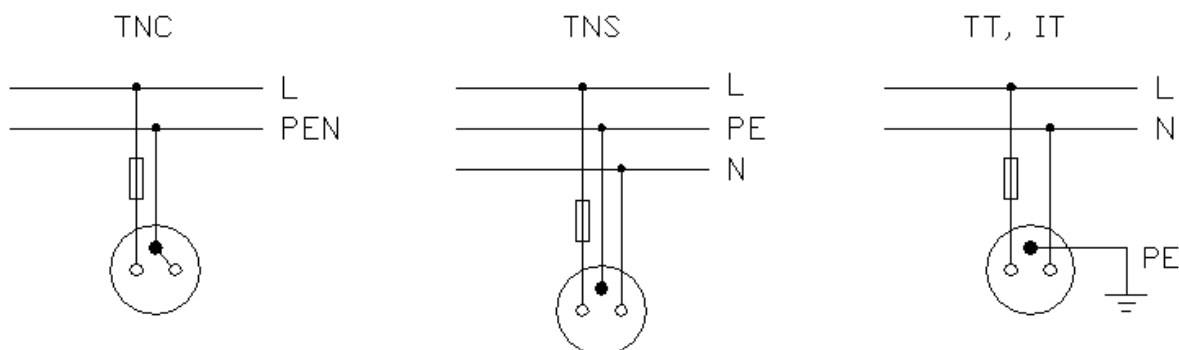
Ochrana samočinným odpojením od zdroja v sieti IT patrí medzi ochrany "zemnením", ktorej podstata spočíva v odpojení poruchového zariadenia od zdroja pomocou vypínacích prvkov.

Poruchový prúd sa k nim dostáva zemou a vypínacie prvky zareagujú v čase kratšom, než dochádza k úrazu elektrickým prúdom.

V sieti IT je uzol zdroja izolovaný a neživá časť zariadenia je spojená vodičom PE so zemou. Keďže uzol zdroja nie je uzemnený, pri jednej poruche (jednopolovom zemnom spojení) sa nemá kadiaľ uzavrieť obvod s poruchovým prúdom, čiže k nebezpečnému dotykovému napätiu nedochádza. Porucha nie je odstránená okamžite vypínacími prvkami, ale podľa možnosti v čo najkratšom čase, mechanicky, na základe oznamu strážcom izolácie. Ako náhle dochádza k poruche na dvoch zariadeniach (dvojpolové zemné spojenie), poruchový prúd sa uzatvára zemou medzi jednotlivými zariadeniami a vypínací prvok odpojí jedno z nich. Druhé zostáva pripojené, ale to je situácia s jednopolovým zemným spojením.



Zapojenie jednofázových zásuviek v jednotlivých typoch sietí :

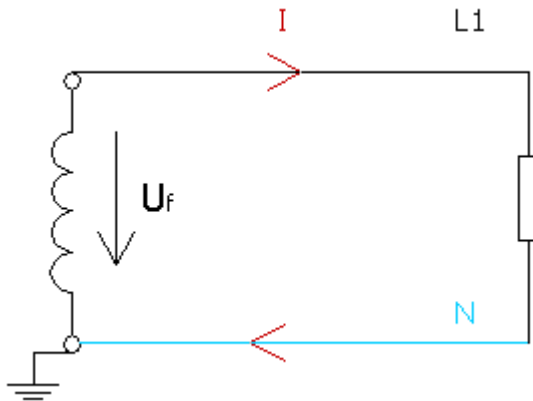


Trojfázová sústava

Téma Trojfázová sústava sa zaoberá princípom činnosti, technickou realizáciou, výhodami, základnými možnosťami zapojenia (hviezda, trojuholník), výkonom (činný, jalový, zdanlivý). Objasní, prečo je napriek používaniu jednofázovej sústavy v bytovom priemysle výroba a prenos elektrickej energie realizovaný prostredníctvom troch fáz.

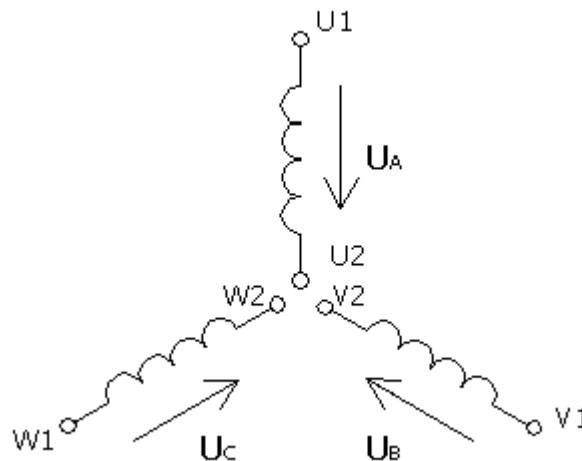
Na vysvetlenie trojfázovej sústavy použijeme princíp jednofázovej sústavy:

Predpokladajme, že cievkou otáčame v magnetickom poli a na jej koncoch sa indukuje napätie. Jedna svorka bude mať potenciál indukovaného napätia U_i a druhú svorku uzemníme, čím získa potenciál zeme, čiže nulový. Napätie na cievke bude rozdiel jednotlivých potenciálov, čiže: $U_f = U_i - U_N = U_i - 0 = U_i$



Ak zoberieme takéto cievky tri, pootočime ich o uhol rôznyi od nuly (120°) dostaneme trojfázovú sústavu s nasledovnými napätiami na jednotlivých fázach:

$$\begin{aligned}\bar{U}_1 &= U_1 \cdot e^{j0^\circ} = \bar{U}_A \\ \bar{U}_2 &= U_2 \cdot e^{j240^\circ} = \bar{U}_B \\ \bar{U}_3 &= U_3 \cdot e^{j120^\circ} = \bar{U}_C\end{aligned}$$



Výhody trojfázovej sústavy:

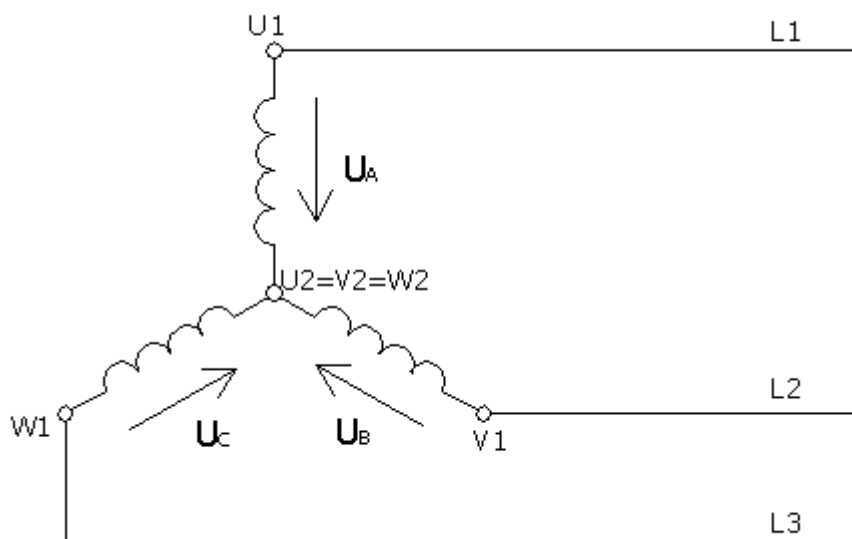
- jednotlivé cievky ako zdroje striedavého napätia môžeme spájať analogicky ako zdroje jednosmerného napätia
- ak sme jednosmerné napät'ové zdroje spojili do série, získali sme väčšie napätie a ak sme ich spojili paralelne, získali sme väčšie prúdy
- spojením zdrojov striedavého napätia získame taktiež väčšie výsledné napätie alebo prúd
- konštrukcia jedného trojfázového generátora je lacnejšia ako konštrukcia troch jednofázových generátorov toho istého výkonu (všetky tri cievky majú jeden spoločný magnetický obvod)

Poznámka: Súčty, resp. rozdiely napätí alebo prúdov jednotlivých fáz platia VEKTOROVO (nie algebraicky).

Zapojenie do hviezdy

Základné možnosti spájania cievok - ako zdrojov striedavého napätia:

- konce všetkých cievok spojíme do spoločného uzla - **zapojenie do hviezdy:**



Technická realizácia:

- synchronný generátor vyrobí napätia:

$$\bar{U}_A = 15,6 e^{j0^\circ} \text{ kV}$$

$$\bar{U}_B = 15,6 e^{j240^\circ} \text{ kV}$$

$$\bar{U}_C = 15,6 e^{j120^\circ} \text{ kV}$$

- toto napätie priamo v elektrárni **pretransformujeme** na vysoké napätie 400 kV alebo 110 kV a takto ho tromi fázami L1, L2 a L3 **prenášame** pri vysokom napätí (ekonomickejší prenos)

$$\bar{U}_A = 400 e^{j0^\circ} \text{ kV}$$

$$\bar{U}_B = 400 e^{j240^\circ} \text{ kV}$$

$$\bar{U}_C = 400 e^{j120^\circ} \text{ kV}$$

- prenos pokračuje až k distribučnému transformátoru (nachádza sa pred mestom, dedinou), kde na jeho primárnu stranu príde 400 kV a zo sekundárnej strany odchádza **distribučných** 22 kV

$$\bar{U}_A = 22 e^{j0^\circ} \text{ kV}$$

$$\bar{U}_B = 22 e^{j240^\circ} \text{ kV}$$

$$\bar{U}_C = 22 e^{j120^\circ} \text{ kV}$$

- distribučný prenos pokračuje mestom až k napájacej trafostanici, kde sa nachádza **napájací transformátor**
- na primárnu stranu prichádza tromi vodičmi 22 kV a na sekundárnej strane sa pretransformuje na napätie bytového rozvodu, čiže 230 V

- zo sekundárnej strany napájacieho transformátora nasleduje rozvod do domácností

Je potrebné si uvedomiť, že až teraz budeme pripájať odberateľa! Doteraz sme napätie iba prenášali!

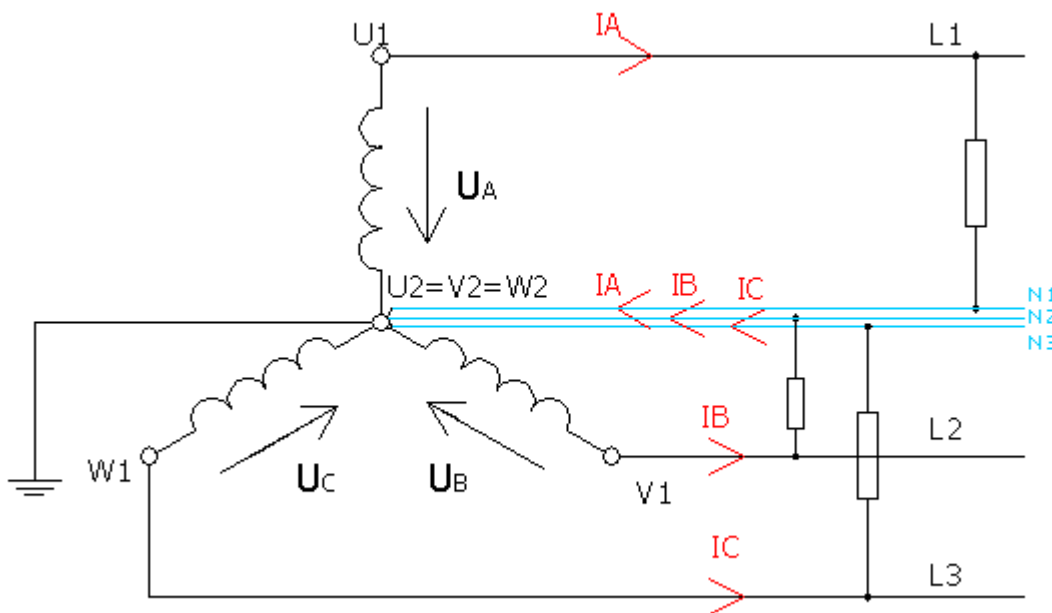
- teraz majú fázy odchádzajúce zo sekundárnej strany potenciál:

$$\bar{U}_A = 230 e^{j0^\circ} \text{ V}$$

$$\bar{U}_B = 230 e^{j240^\circ} \text{ V}$$

$$\bar{U}_C = 230 e^{j120^\circ} \text{ V}$$

- sekundárna strana napájacieho transformátora sa stáva naším zdrojom
- tak ako v jednofázovej sústave máme jednu fázu - privádza prúd do spotrebiča a spätný vodič - neutrálny - odvádza prúd zo spotrebiča, tak v trojfázovej sústave na privod prúdu do spotrebiča máme tri fázy a na odvod prúdu zo spotrebiča potrebujeme tri spätné vodiče: N1, N2, N3
-



O chvíľu si ukážeme, že v skutočnosti tieto tri neutrálne vodiče nahradíme jedným. Z teoretických poznatkov však vieme, že ak by sme zabezpečili symetrické zaťaženie fáz (čo je v bytovom rozvode nemožné), tri vodiče (fázy) by boli dostačujúce a obvod by sa uzatváral medzi fázami. To znamená, že neutrálny vodič by sme vôbec nepotrebovali. Keďže záťaž bude zaručene nesymetrická, uzol sekundárnej strany napájacieho transformátora uzemníme (v spomínanej transformovni) a vyvedieme z neho vodič N, čo je neutrálny vodič s potenciálom zeme. Mohli by sme ich vyviesť aj tri, ale je to zbytočné, lebo má nulový potenciál a môžeme si ich z nejakého umelo vytvoreného spoločného miesta (v bytovom rozvážači) vyviesť koľko budeme potrebovať.

Treba si uvedomiť, že z transformovne prvýkrát vyvážame štyri vodiče s nasledovnými potenciálmi:

$$\bar{U}_A = 0 e^{j0^\circ} \text{ V}$$

$$\bar{U}_A = 230 e^{j0^\circ} \text{ V}$$

$$\bar{U}_B = 230 e^{j240^\circ} \text{ V}$$

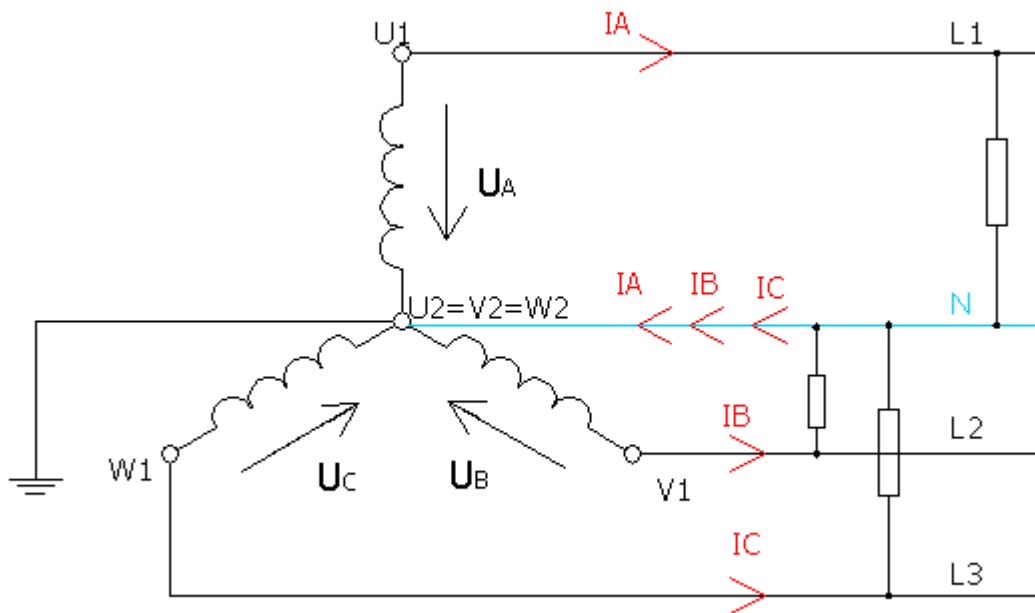
$$\bar{U}_C = 230 e^{j120^\circ} \text{ V}$$

Tieto štyri vodiče privedieme do bytového rozvážača na jednotlivé "zbernice" a odtiaľ rozvážame podľa potreby. Na takúto trojfázovú sústavu (zapojenie do hviezdy) môžeme pripojiť tri druhy spotrebičov:

- jednofázové spotrebiče - medzi fázu a "nulu"
- trojfázové spotrebiče - medzi tri fázy a "nulu"
- trojfázové spotrebiče - medzi fázy navzájom

Medzi jednotlivé fázy a vodič N pripojíme toľko **jednofázových spotrebičov**, koľko potrebujeme.

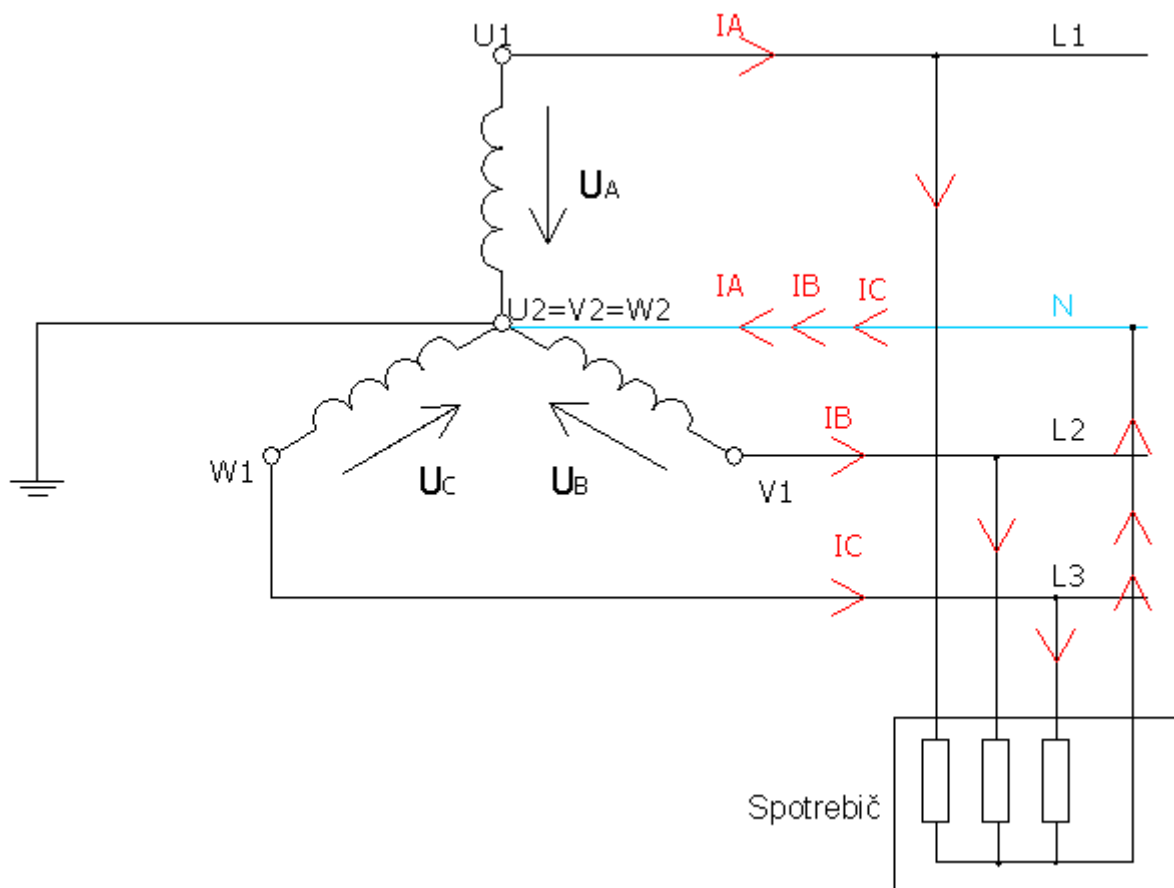
Náš zdroj **fázového** napätia bude vyzerat' nasledovne:



Spotrebiče, ktoré majú väčšie výkony - to znamená, že napätie fáz rovné 230 V je pre ich výkon nedostačujúce, môžeme pripojiť **dvomi spôsobmi**:

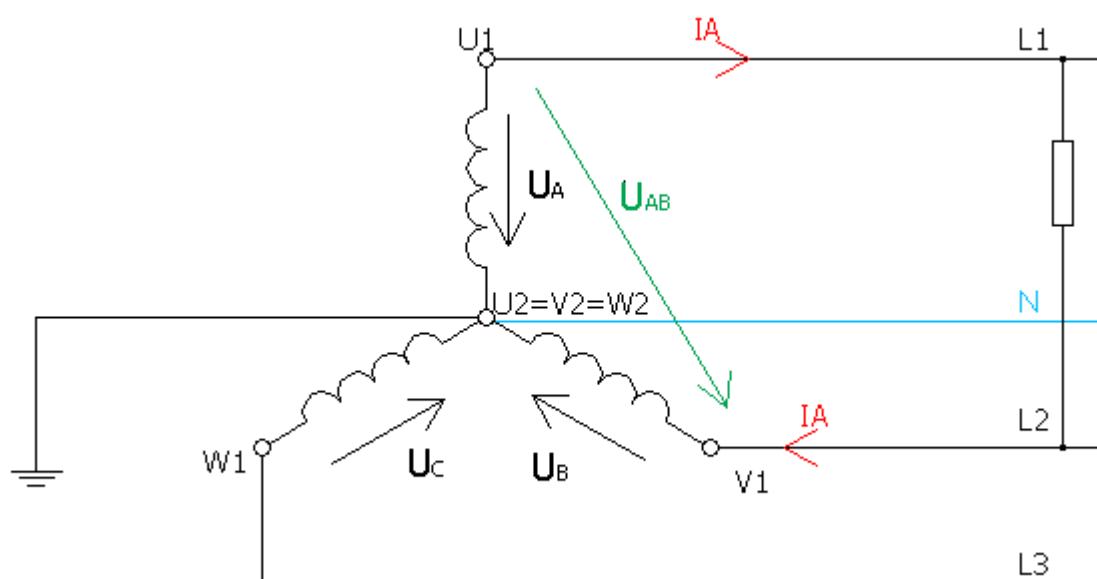
Trojfázový spotrebič zapojíme na všetky tri fázy a nulový vodič a tým získame výkon akoby troch jednofázových spotrebičov, kde každý z nich je privedený na napätie 230V.

Budeme využívať **fázové napätie**, čo je rozdiel potenciálu jednej fázy a nulového vodiča.



Spotrebič zapojíme medzi dve fázy a obvod sa bude uzatvárať medzi fázami. Budeme využívať **združené napätie**, čo je vektorový súčet resp. rozdiel dvoch fázových napätí.

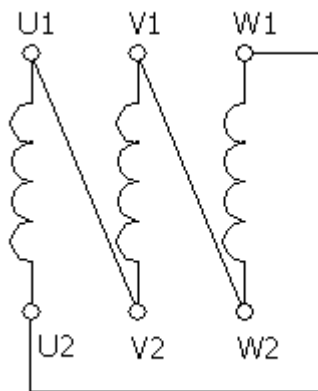
Pri pripojení spotrebiča na združené napätie sa bude prúd uzatvárať medzi **fázami** (nie cez nulový vodič):



Zhrnutie:

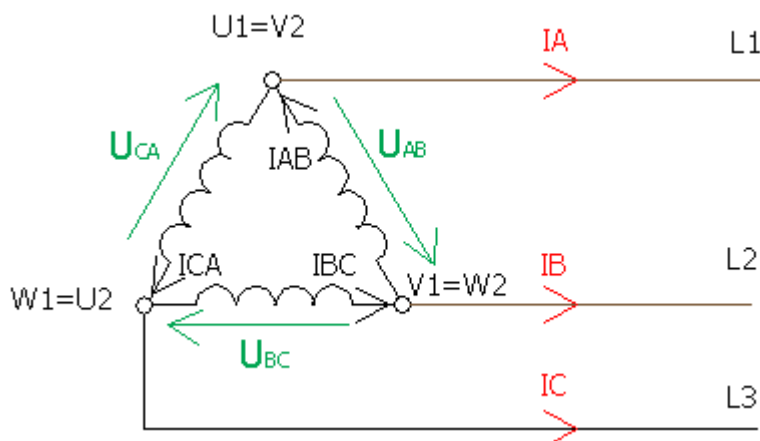
Spojenie vinutí trojfázového generátora (zdroja) do **hviezdy** nám umožňuje využívať dva druhy napätia (fázové a združené). To znamená, že toto zapojenie nám umožňuje získanie **väčšieho napätia**. V konečnom dôsledku spájaním zdroja trojfázového napätia či už do hviezd alebo do trojuholníka, umožňuje získanie väčších napätí alebo prúdov, čiže **výkonu**.

Zapojenie do trojuholníka



Takýmto zapojením získame zdroj napätia poskytujúci len hodnoty združených napätí - to znamená že pripojené spotrebiče sú len trojfázové.

Avšak prúdy tečúce týmto zapojením sú dva - fázové a združené (ako u hviezd napätia).



Technická realizácia:

- prúdy pre nás zaujímavé - tečúce do spotrebiča, čiže ovplyvňujúce výkon - sú sieťové prúdy:

$$\bar{I}_A, \bar{I}_B, \bar{I}_C$$

- získame ich ako vektorový súčet, resp. rozdiel prúdov tečúcich vinutím

$$\bar{I}_{AB}, \bar{I}_{BC}, \bar{I}_{CA}$$

$$\bar{I}_A = \bar{I}_{AB} - \bar{I}_{CA}$$

$$\bar{I}_B = \bar{I}_{BC} - \bar{I}_{AB}$$

$$\bar{I}_C = \bar{I}_{CA} - \bar{I}_{BC}$$

- po vykonaní vektorového súčtu prúdov tečúcich vinutiami (analogicky ako pre napätia) dostaneme vzťahy pre veľkosti sieťových prúdov:

$$I_A = \sqrt{3} I_{AB}$$

$$I_B = \sqrt{3} I_{BC}$$

$$I_C = \sqrt{3} I_C$$

Vzťah medzi sieťovým (združeným I_z) prúdom a prúdom tečúcim vinutím (fázovým I_f) je:

$$I_z = \sqrt{3} I_f$$

Zhrnutie:

Spojenie vinutí trojfázového generátora (zdroja) do **trojuholníka** nám umožňuje získanie väčšieho prúdu. V konečnom dôsledku spájaním zdroja trojfázového napätia či už do hviezdy alebo trojuholníka, umožňuje získanie väčších napätí alebo prúdov, čiže **výkonu**

Meranie a skúšanie ochrán

Meranie v obvodoch s ochranou pred nebezpečným dotykovým napätím

Pred uvedením každého elektrického zariadenia do prevádzky musí byť vyskúšaná správna činnosť ochrany pred nebezpečným dotykovým napätím. Pri ochranách izoláciou, polohou, zábranou, bezpečným napätím a oddelením obvodov sa kontroluje, či jednotlivé zariadenia vyhovujú ustanoveniam príslušných noriem. Pri ochranách, ktoré používajú ochranný alebo náhodný ochranný vodič, sa musí predovšetkým kontrolovať, či sú splnené podmienky pre dimenzovanie a kladenie ochranných vodičov, používanie a vyhodnotenie náhodných ochranných vodičov a činnosť ochrany.

Pri prehliadke treba osobitne zistiť, či sú správne dimenzované krajné vodiče a poistky, či majú ochranné vodiče dostatočný prierez a či sú správne uložené, neprerušované a dôkladne pripojené. Ochranné vodiče sa nesmú dotýkať s vodičmi, ktoré sú pod napätím. Po celej dĺžke vedenia sa musí kontrolovať označenie ochranných vodičov. Pri ochrane prúdovými alebo napäťovými chráničmi sa musí dodržiavať menovitá hodnota prúdu a napätia skúšobného zariadenia.

Skúšanie ochrany nulovaním

Nulovací vodič skúšaného spotrebiča sa spojí cez vypínač S, ampér A a regulačný odpor R s niektorým krajným vodičom. Ak pri vynulovanom vypínači nameriame napätie U a pri zapnutom vypínači napätie U_p a prúd I_p , skratový prúd v poruchovom obvode je daný vzťahom

$$I_k = I_p \frac{U}{U - U_p} \quad (A; A, V, V, V)$$

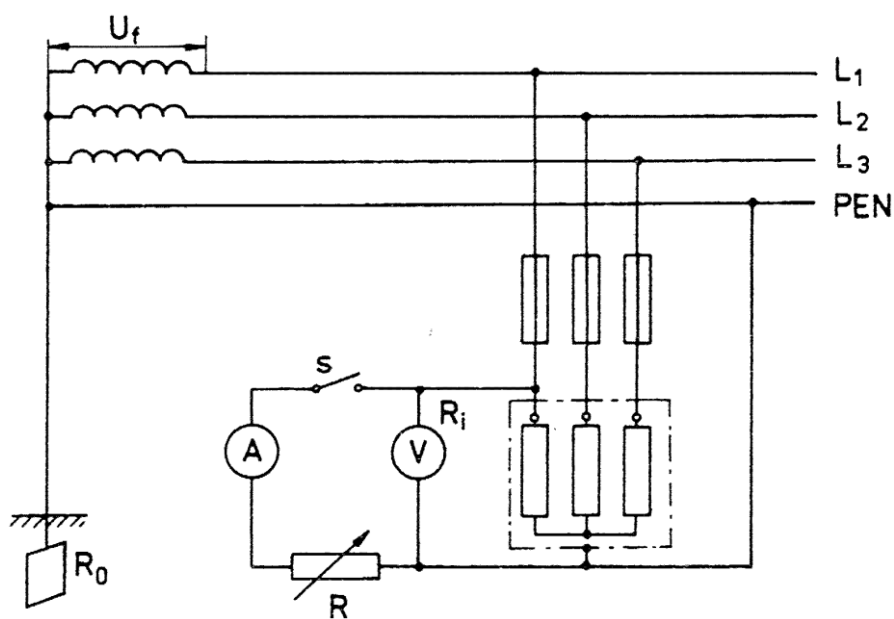
Tento skratový prúd nesmie byť menší ako vypínací prúd podľa tabuľky. Pri meraní možno použiť aj prístroj na meranie impedancie slučky PU 310. Pri meraní zvolíme $R = U_f/5$. Vnútorý odpor voltmetra $R_v = 50R$. Pri meraní je možnosť vzniku nebezpečného dotykového alebo krokového napätia.

Pri skúšaní ochrany nulovaním stačí vyskúšať 10 % elektrických predmetov rovnakého charakteru. Ochrany ostatných elektrických predmetov sa posúdia iným spoľahlivým spôsobom, napr. prístrojom PU 130.

Priestory	Druh istenia		Menovitý prúd istenia	Vypínací prúd $I_v = n \cdot I$
Bezpečné a nebezpečné	poistky	Rýchle	Do 25 A	3,5 I
		Rýchle	Nad 25 A	3,5 I
		rýchle		5 I
	Tepelné istenie ističov a stýkačov	neobmedzené		3,5 I
Skratová spúšť ističov	neobmedzené		1,25 I_k	

	s vypínacím časom do 5 s			
Zvlášť nebezpečné	poistky	Rýchle	Do 25 A	4 I
		Rýchle	Nad 25 A	6 I
		Rýchle		8 I
	Tepelné istenie ističov a stýkačov	neobmedzené	6 I	
Skratová spúšť ističov s vypínacím časom do 1 s	neobmedzené	1,25 I		

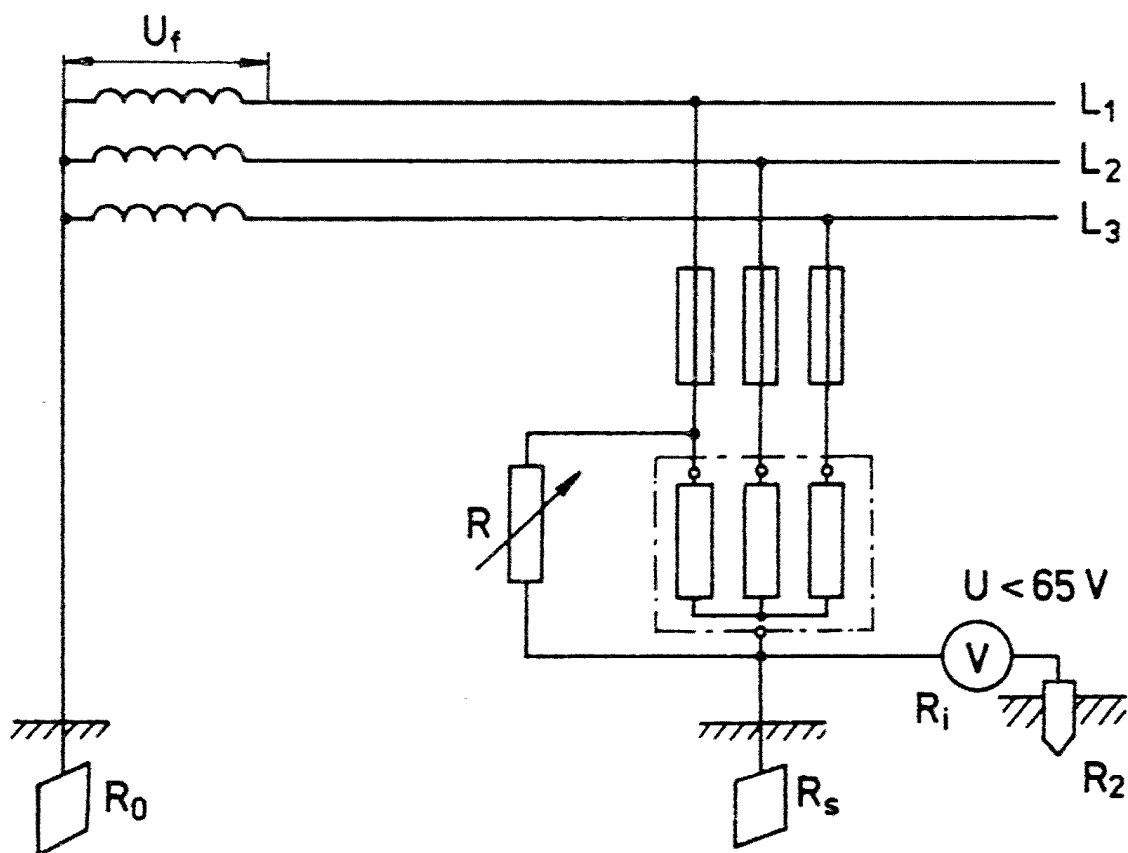
I – menovitý prúd poistkovej vložky
 I_k – prúdové nastavenie skratovej spúšte
 Vo verejných rozvodných sieťach je vždy $I_v = 2,5 I$



Skúšanie ochrany nulovaním

SKÚŠANIE OCHRANY ZEMNENÍM V SIETI S UZEMNENÝM NULOVÝM BODOM (UZLOM)

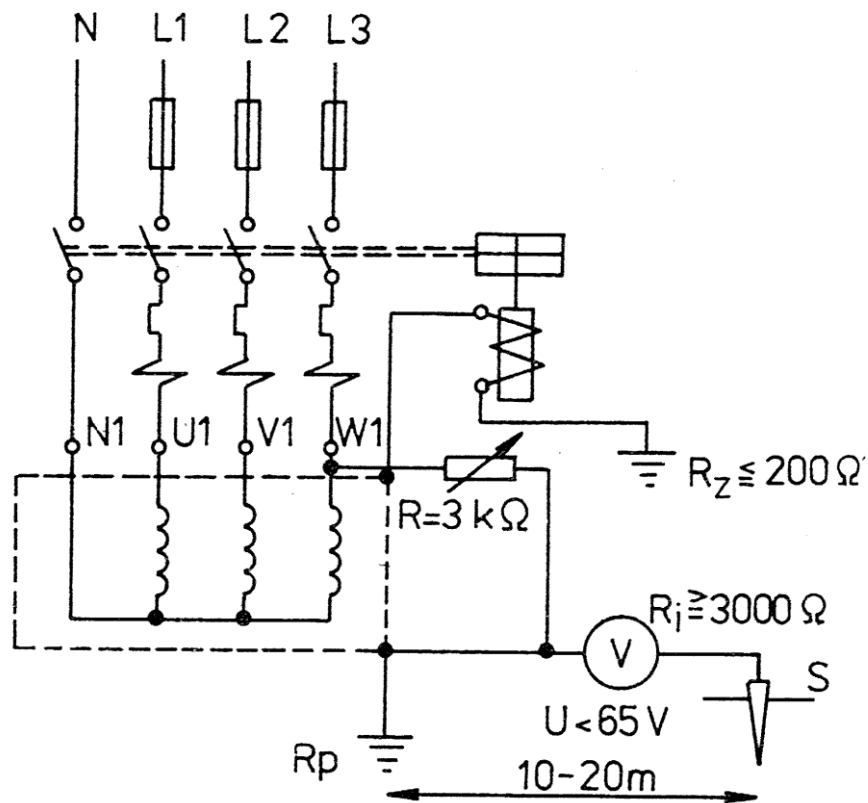
Ochranné uzemnenie sa spojí cez regulačný odpor R s niektorým neuzemneným krajným vodičom. Voltmetrom V sa meria poruchové napätie medzi ochranným uzemnením a sondou, ktorá je mimo dosah vplyvu ochranného uzemnenia. Regulačným odporom R sa nastaví na voltmetri V napätie 65 V . Po nastavení tohto napätia musí vypnúť predradené istenie. Ak ostane napätie aj pri úplnom vyradení odporu R pod hodnotou 65 V , tak uzemnenie vyhovuje aj v prípade, že predradené istenie nevypne. Pri meraní zvolíme $R = U_F/I$, kde I je menovitý prúd poistkovej vložky. Vnútorňý odpor voltmetra $R_V = 50 R_2$, pričom musí platiť, že $R_V + R_2 = 50 R_S$. Pri meraní je možnosť vzniku nebezpečného dotykového alebo krokového napätia. R_2 je odpor sondy.



Skúšanie ochrany uzemnením

SKÚŠANIE OCHRANY NAPÄŤOVÝM CHRÁNIČOM

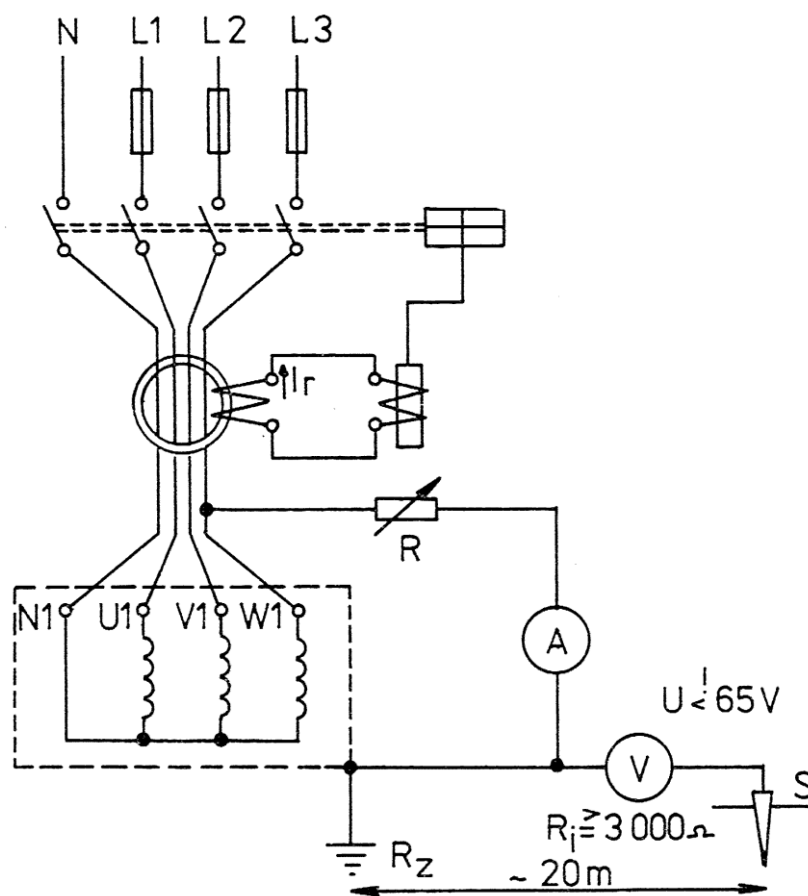
Pri skúšaní ochrany napät'ovým chráničom sa musí zapnúť skúšobné zariadenie na chrániči. Tým sa vyskúša, či ochrana pracuje a či je chránič spojený s pomocným zemničom. Chránený elektrický predmet sa spojí cez vhodný regulačný rezistor R s jedným neuzemneným krajným vodičom medzi chráničom a elektrickým predmetom. Voltmeter s vnútorným odporom $R_V = 3000\Omega$ použijeme na meranie napätia medzi elektrickým predmetom sondou S , ktorá má byť vzdialená od pomocného zemniča 10 až 20 m. Odpor R zvolíme tak, aby na elektrickom predmete vzniklo napätie, ktorého hodnota je omnoho menšia ako dovolené dotykové napätie. Pri zmešovaní odporu R musí chránič vypnúť skôr, ako napätie na elektrickom predmete prekročí dovolené dotykové napätie.



Skúška ochrany napät'ovým chráničom

SKÚŠANIE OCHRANY PRÚDOVÝM CHRÁNIČOM

Chránený elektrický predmet sa spojí cez vhodný regulačný odpor R s jedným neuzemneným krajným vodičom. Ampérmetrom A sa odmeria, či chránič vypína pri udanom poruchovom prúde. Voltmetrom s vnútorným odporom $R_V = 3000\Omega$ odmeriame napätie medzi elektrickým predmetom a sondou, ktorá je vzdialená od uzemnenia chráneného zariadenia 10 až 20 m. Odpor R nastavíme na takú hodnotu, aby na elektrickom predmete bolo napätie U , ktorého hodnota je oveľa menšia ako dovolené dotykové napätie. Pri znižovaní hodnoty odporu R musí chránič vypnúť skôr, ako napätie na chránenom elektrickom predmete prekročí dovolené dotykové napätie.



Skúšanie ochrany prúdovým chráničom

SKÚŠANIE OCHRANY ZEMNENÍM V SIETI S IZOLOVANÝM NULOVÝM BODOM (UZLOM)

Ochrana sa skúša meraním izolačného odporu celej siete. Podmienky pre ochranu zemnením v sieťach s izolovaným nulovým bodom (uzlom) sú:

Zemný odpor uzemnenia chráneného zariadenia nesmie byť väčší ako

$$R = \frac{U_d}{I_z} \quad (\Omega; V, A)$$

kde U_d je dovolené dotykové napätie,

I_z – celkový zemný prúd (kapacitný a zvodový).

(Zemný odpor uzemnenia môže byť najviac 20 Ω .)

Pri výpočte možno hodnotu kapacitného prúdu určiť pomocou nomogramov podľa ČSN 34 1010. Pohyblivé zdroje, ktoré napájajú samostatné spotrebiče, môžu mať zemný odpor až 100 Ω , ak rozvodná sústava nie je ohrozená zásahom blesku.

Ak je uzemnenie spoločné pre elektrické zariadenie vn a nn, musí sa zemný odpor kontrolovať podľa vzťahu

$$R_{st} = \frac{U_d}{I_z} \quad (\Omega; V, A)$$

Kde R_{st} je celkový zemný odpor zariadenia vn a nn v transformátorovni,

U_d – dovolené dotykové napätie 125 V (ak sa toto napätie nemôže uzatvoriť napr. kovovými plášťami káblov do zariadení nn), inak platia hodnoty dovoleného dotykového napätia pre zariadenia do 1 000 V pre príslušné prostredie,

I_z – celková zemný prúd na strane vn (kapacitný a zvodový). Izolačný odpor siete proti zemi, vrátane spotrebičov, sa musí trvalo kontrolovať. Ak poklesne celkový izolačný odpor siete aj s pripojenými spotrebičmi pod hodnotu 1 000 Ω pri zemnom odpore 20 Ω alebo pod 200 Ω pri zemnom odpore 2 Ω , zariadenie musí byť odpojené s výnimkou tých zariadení, kde by odpojením vznikli veľké národohospodárske škody. Na takomto zariadení musia však byť okamžite zahájené práce na odstránení závady. Taktiež sa nemusia odpojiť zariadenia, kde je ešte iným spôsobom zabezpečené, že nevznikne nebezpečné dotykové napätie (napr. pri ochrane pospájaním). Prierezy ochranných vodičov treba dimenzovať podľa ich uloženia.

Trvalú izolačnú kontrolu netreba uskutočniť, ak je splnená podmienka, že odpor uzemnenia chráneného zariadenia

$$R \leq \frac{U_d}{I_v} \quad (\Omega; V, A)$$

Kde U_d je dovolené dotykové napätie,

I_v - vypínací prúd najbližšej predradenej poistky alebo ističa.

Táto podmienka nemusí byť splnená, ak sa použije uzemňovaciu sústavu a ak je pre každý chránený predmet splnená podmienka

$$Z_s \leq \frac{U}{2I_v} \quad (\Omega; V, A)$$






Kde Z_s je impedancia slučky,

U - napätie medzi krajnými vodičmi

I_v - vypínací prúd predradenej poistky alebo ističa.

V prípade, že ide o obvody malého rozsahu (napr. Budiace obvody synchronných a jednosmerných strojov a pod.) nemusí byť táto podmienka splnená. Pri meraní sa skúša správna činnosť zariadení na kontrolu izolačného stavu siete. Dotykové a krokové napätie sa meria zemným prúdom niekoľko desiatok A. Pri meraní dotykového napätia sa voltmeter s veľkým vnútorným odporom zapojí medzi uzemnenú časť zariadenia a kovovú platňu veľkosti chodidla, ktorá je položená na povrch zeme vo vzdialenosti asi 1 m od uzemnenej časti a zaťažená hmotnosťou asi 75 kg. Pri meraní krokových napätí sa voltmeter zapája medzi dve takéto platne vzdialené od seba asi 1 m. Pri zisťovaní dotykových a krokových napätí sa paralelne k voltmetru zapája rezistor s odporom 1000 Ω , ktorý zodpovedá odporu ľudského tela. Odmerané napätia sa prepočítavajú v pomere prúdu I_{skrat}/I_{nam} . Týmto pomerom vynásobené odmerané napätie určí hodnotu dotykového alebo krokového napätia pri skratovom prúde.





ZNAČKY ELEKTROTECHNICKÝCH SÚČIASTOK








Príklady polovodičových diód	
	Polovodičová dióda , všeobecná značka
	Dióda luminiscenčná , všeobecná značka
	Dióda s tepelnou závislosťou Pozn.: θ môže byť nahradené ρ
	Kapacitná dióda
	Tunelová dióda
	Lavínová dióda , jednosmerná Dióda riadiaca napätie Esakiho dióda

Príklady tyristorov	
	Triódový tyristor , nešpecifikovaný typ Pozn.: Táto značka sa používa na označenie záverne blokujúceho triódového tyristora, ak nie je nutné špecifikovať typ hradla
	Triódový tyristor , záverne blokujúci, N-hradlo (s riadením do anódy)
	Triódový tyristor , záverne blokujúci, P-hradlo (s riadením do katódy)
	Triódový tyristor vypínací , nešpecifikované hradlo
	Triódový tyristor vypínací , N-hradlo (s riadením do anódy)
	Triódový tyristor vypínací , P-hradlo (s riadením do katódy)
	Triódový tyristor obojsmerný , triak
	Triódový tyristor , záverne vodivý, nešpecifikované hradlo

Príklady tranzistorov

Poznámka: Púzdro sa kreslí len v prípade potreby (ak je niektorá elektróda spojená s púzdrom).

	Tranzistor typu PNP
	Tranzistor typu NPN
	Tranzistor typu NPN, kolektor spojený s púzdrom
	Lavínový tranzistor typu NPN

Značka	Názov
	Tranzistor s jedným prechodom typu P
	Dvojbázový tranzistor typu NPN
	Dvojbázový tranzistor typu PNIP s vyvedením oblasti vlastnej elektrickej vodivosti
	Dvojbázový tranzistor typu PNIN s vyvedením oblasti vlastnej elektrickej vodivosti
	Tranzistor riadený poľom s kanálom typu N Pozn.: Spojenie hradla a emitora sa kreslí v priamke
	Tranzistor riadený poľom s kanálom typu P
	Tranzistor riadený izolovaným hradlom (mostíkový IGFET), obohacovací typ, jedno hradlo, kanál typu P s nevyvedenou podložkou



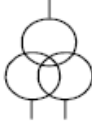


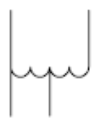


Značka	Názov
	Fotodióda Fotovodivá súčiastka s nesymetrickou vodivosťou
	Fotoelektrický článok
	Fototranzistor , zobrazený typ PNP
	Hallov generátor so štyrmi vývodmi
	Magnetorezistor , zobrazený lineárny typ
	Magnetický väzobný člen
	Optický väzobný člen Zobrazený s diódou vyžarujúcou svetlo a fototranzistorom

Transformátory a tlmičky


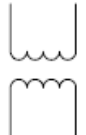
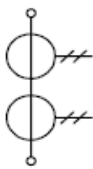
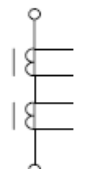
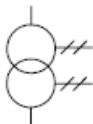
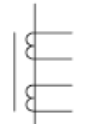
Pre rovnaký typ transformátora sú uvedené dva tvary značky:








Tvar 1 používa kruh pre vyjadrenie každého vinutia. Jeho použitie je vhodné len pre jednopólové kreslenie. Značky pre transformátorové jadrá sa pri tomto tvare neuvádzajú.








Tvar 2 používa značku 04-03-01 pre vyjadrenie každého vinutia. Počet polkruhov sa môže meniť, aby sa vyjadril rozdiel medzi jednotlivými vinutiami.




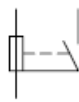
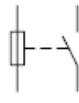

Tvar 1	Tvar 2	
		Jednofázový transformátor s dvomi vinutiami Pozn.: Okamžité polarities napätia môžu byť vyznačené na značke v tvare 2. Príkl.: -Transformátor s dvomi vinutiami s vyznačením okamžitej polarities napätí. Okamžité prúdy vstupujúce označenými koncami vinutí vytvárajú súhlasné toky
		Transformátor s tromi vinutiami
		Autotransformátor
		Tlmička, reaktor






Príklady meracích a impulzových transformátorov


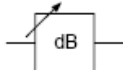






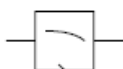


		Transformátor napätia
		Transformátor prúdu s dvomi jadrami a dvomi sekundárnymi vinutiami Koncové značky uvádzané na každom konci primárneho obvodu vyznačujú, že reprezentujú len jedno zariadenie Pozn.: V tvare 2 možno označenie jadra vynechať.
		Transformátor prúdu s dvomi sekundárnymi vinutiami na jednom jadre Pozn.: V tvare 2 musí byť označenie jadra nakreslené.

Výkonové prevodníky	
	Prevodník (menič) jednosmerného prúdu
	Usmerňovač
	Usmerňovač mostíkový (v celej vlne)
	Invertor, striedač, prevodník (menič) jednosmerného prúdu na striedavý
	Usmerňovač/invertor
Primárne články a akumulátory	
	Primárny článok alebo akumulátor Pozn.: Dlhšia čiarka vyjadruje kladný pól, kratšia záporný pól Kratšia čiarka môže byť pre zvýraznenie hrubšia
	Batéria akumulátorov alebo primárnych článkov Pozn.: Značka môže byť použitá aj pre označenie batérie, pokiaľ nedôjde k nedorozumeniu, ináč treba vyznačiť napätie alebo počet článkov

Kontakty s dvomi alebo tromi polohami	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">Tvar 1 </div> <div style="text-align: center;">Tvar 2 </div> </div>	Zapínací kontakt Pozn.: Táto značka sa používa ako všeobecná značka spínača
	Vypínací kontakt
	Prepínací kontakt v kľudovej polohe zopnutý
	Prepínací kontakt so strednou kľudovou polohou
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">Tvar 1 </div> <div style="text-align: center;">Tvar 2 </div> </div>	Kontakt prepínajúci bez prerušenia obvodu (premost'ovací)

Istiace prístroje	
	Tavná poistka , všeobecná značka
	Tavná poistka so znázornením prívodu hrubou čiarou
	Tavná poistka s mechanickým spojením (tavná poistka s úderníkom)
	Tavná poistka so signálnym kontaktom, s tromi vývodmi (so spoločným signálnym obvodom)
	Tavná poistka so samostatným signálnym obvodom
	Poistkový spínač

Značka	Názov
	Poistkový odpojovač
	Poistkový odpínač (vypína pod zaťažením)
	Iskrište
	Zvodič prepätia
	Istiaca výbojka

Prenosové články s niekoľkými dvojicami svoriek	
	Útlmový článok s pevným útlmom
	Útlmový článok s premenlivým útlmom
	Filter, všeobecná značka
	Horná priepust
	Dolná priepust
	Pásmová priepust
	Pásmová zádrž
	Prenosový článok so zdôraznením vyšších frekvencií
	Prenosový článok s potlačením vyšších frekvencií
	Kompresor
	Expander

Kreslenie elektrotechnických schém pomocou PC

Všeobecné pravidlá pre kreslenie elektrotechnických schém

Pre kreslenie elektrotechnických výkresov a technickej dokumentácie platia tie isté základné zásady, ako pre kreslenie výkresov mechanických súčiastok.

Všeobecné pravidlá pre kreslenie elektrotechnických schém sú určené normami STN 01 3300 až 01 3308 Výkresy v elektrotechnike a v normách STN 3396 až 3398. Tie vychádzali z doporučení IEC 113. Po generálnej revízii medzinárodnej normy IEC 113 bola prijatá nová norma IEC 1082, ktorej zavedenie do systému noriem STN sa v súčasnosti pripravuje.

Pri kreslení elektrotechnickej schémy je nutné najprv vhodne rozmiestniť značky hlavných komponentov tak, aby bola schéma prehľadná z hľadiska funkcie a aby na nej nebolo zbytočne veľa čiar. Značky sa rozmiestňujú podľa typu výkresu :

- pri funkčnom usporiadaní výkresu tak, aby bol zrejмый tok signálu a funkcie jednotlivých
- prvkov bez ohľadu na ich skutočné mechanické rozmery a umiestnenie v zariadení
- pri topografickom usporiadaní tak, ako sú rozmiestnené v zariadení, v budove, alebo v teréne

Smer toku signálu, alebo energie sa vo funkčných, prehľadových a obvodoých schémach prednostne volí zľava do prava, alebo zhora nadol. V týchto prípadoch nie je nutné na spojoch vyznačovať smer pomocou šípky. Ak je nutné použiť v schéme iný smer toku signálu, alebo energie, smer sa vyznačí šípkou.

Značky by vo funkčnej schéme mali byť umiestnené čo najbližšie vedľa seba s tým, aby zostalo dost' miesta pre popisy komponentov. Takisto treba zohľadniť ďalšie použitie výkresu; ak bude napr. zmenšovaný, originál sa musí kresliť tak, aby aj po zmenšení boli značky a písmenovo-číslkové označenie čitateľné, a to aj v prípade menej kvalitnej kópie.

Jednou zo zmien, ktoré priniesla nová kresliaca technika, predovšetkým plotre, je odstránenie resp. nevykresľovanie takých prvkov zo schémy, ktoré spomaľujú kreslenie, ale zároveň ich neprítomnosť nezhorší čitateľnosť a zrozumiteľnosť výkresu. Jedná sa o odstránenie krúžkov na značkách kontaktov spínačov, krúžkov označujúcich prípojné miesta, začiernené plochy v diódach alebo indukčnostiach, plné krúžky na odbočeniach a kríženíach spojov s vodivým spojením a pod. Niektoré z týchto zmien sa prejavili aj v nových normách.

Väčšina značiek uvedených v norme STN IEC 60617 neobsahuje značku pre **prípojné miesto**, t.j. svorku, letovací kontakt, ovíjací trň apod. Na vyznačenie prípojného miesta v schéme ho stačí označiť písmenovo-číslkovým označením. Ak je prípojné miesto súčasťou značky, musí sa v schéme uvádzať.

V norme STN IEC 60617 sú niektoré značky uvedené bez **vývodov**. V takom prípade je možné vývod umiestniť ľubovoľne, nesmie však byť narušená čitateľnosť značky. Ak sú na značke v norme uvedené vývody, musí sa ich umiestnenie zachovať, pretože by to mohlo spôsobiť zámenu značky napr. cievka relé a rezistor.

Vo funkčných schémach sa **spoje** kreslia vodorovne a zvisle, s minimálnym počtom ohybov. Šikmé spoje sa používajú výnimočne, napr. v prípade symetrického rozloženia súčiastok, zmene sledu fáz na motore a pod. V topografických schémach sa kreslia spoje v súlade s ich skutočným umiestnením.

Ak je nutné v schéme označiť **signály**, používa sa písmenovo-číslkové označenie umiestnené nad spojom alebo pri zvislých čiarach vľavo od spoja. Ak nie je dostatok miesta pre takéto

označenie, môže sa spoj na vhodnom mieste prerušiť. Ak by mal na výkrese spoj pretínať veľkú časť výkresu, preruší sa a označí na oboch koncoch. To isté platí aj v prípade, že spoj prechádza z jedného výkresu na druhý. Označenie signálu je doplnené aj odkazom na umiestnenie druhého konca spoja. Na presnejšiu **lokalizáciu signálu** v schéme sa používa súradnicový systém (pravítka). Vodorovná os má číselné delenie, zvislá písmenové. Ak nie je výkres veľmi zložitý, používa sa len vodorovná os. Naopak pre veľmi zložitý výkres (napr. vo výpočtovej technike) sa môže použiť aj jemnejšie delenie osí.

Ak je na výkrese vedených rovnobežne viac ako 6 spojov, mali by sa tieto združiť do skupín. V prehľadových a obvodoých schémach sa **skupiny vodičov** združujú podľa funkcie (silové, signálové, dátové spoje a pod.). Ak to nie je možné, mali by sa združiť do skupín s maximálne 5 spojmi.

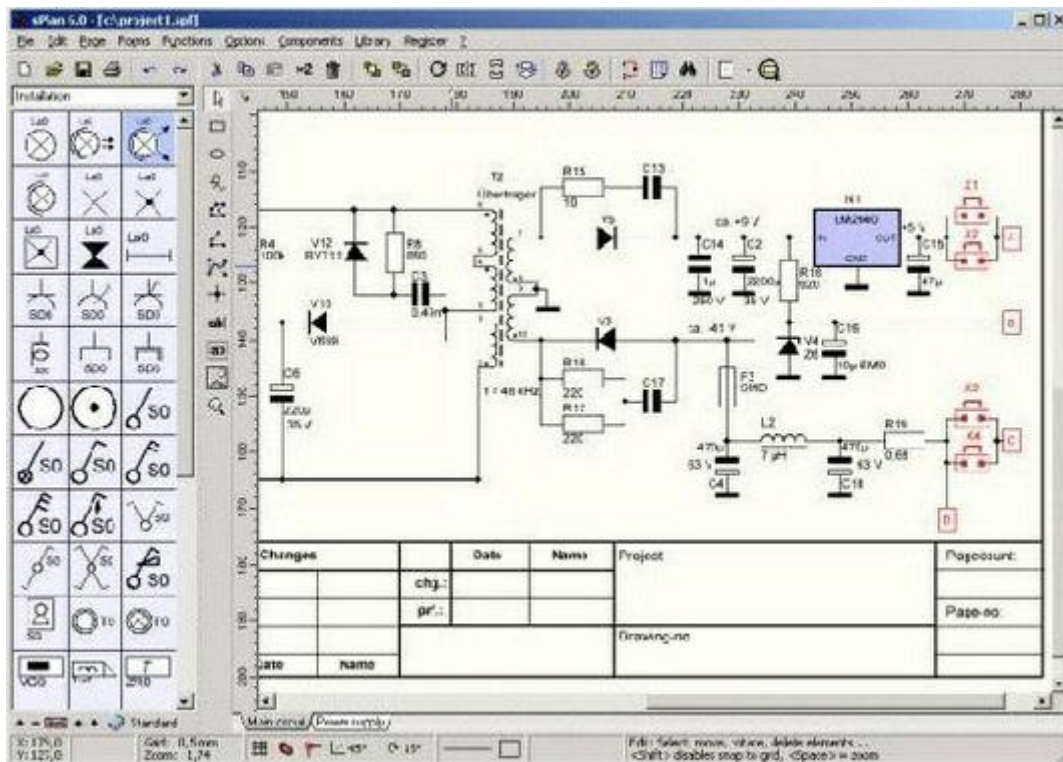
Skupinu vodičov potom možno nahradiť jednou čiarou – zväzkom. **Počet vodičov vo zväzku** sa označuje krátkou šikmou čiarkou a číslicou. Zväzok vodičov sa zvykne kresliť aj hrubou čiarou. Vyznačenie sledu vodičov sa robí buď pomocou bodky alebo písmenovým značením.

Použitie počítačového programu sPlan na kreslenie elektronických obvodoých schém



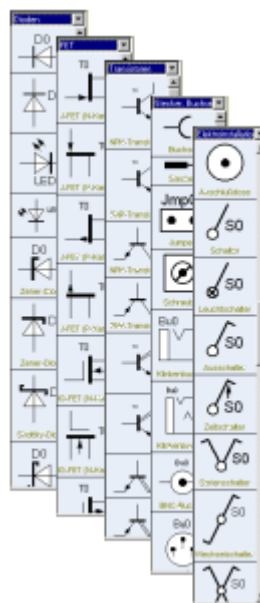
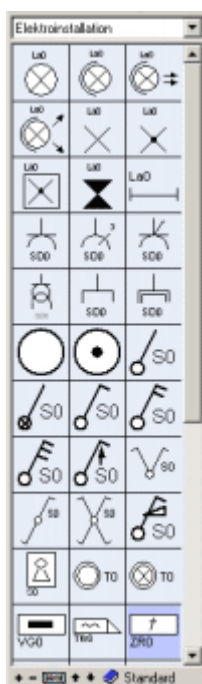
Editor sPlan verzia 7.0 pre elektronické schémy pre Windows

Program sPlan umožňuje jednoducho a komfortne kresliť elektronické schémy na počítači. Jednotlivé prvky sa jednoducho preťahujú myšou z rozsiahlej knihovne vytvorených predloh na pracovnú plochu a následne podľa potreby umiestňujú na potrebné miesto. Na pracovnej ploche je možné umiestniť zachytávajúcu mriežku pre presné umiestnenie jednotlivých súčiastok a prepojovacích čiar. Všetky prvky, spoje a texty sú samostatné objekty a je možné ich nezávisle umiestňovať, spájať, kopírovať, vyberať, vkladať a mazať. Program umožňuje aj automatické číslovanie súčiastok, vytváranie zoznamu, použitie premenných, hľadanie súčiastok. Veľkou výhodou je po prvom krátkom použití tohoto programu jeho intuitívne používanie.



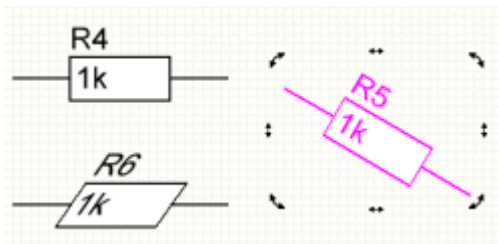
Knihovňa súčiastok

Knihovňa je súčasťou programu a obsahuje veľké množstvo súčiastok. Je prehľadne rozdelená do jednotlivých príbuzných skupín, čo umožňuje jednoduché a rýchle vyhľadávanie jednotlivých súčiastok, ako napríklad silnoprád, slaboprád, elektronika, elektrotechnika. Súčiastky je možné jednoducho vytvárať podľa vlastných predstáv a ukladať prehľadne do knihovne a vytvárať jednotlivé zoskupenia. Jednoduchým ťahaním súčiastok z knihovne na pracovnú plochu je možné vložiť na pracovnú plochu.



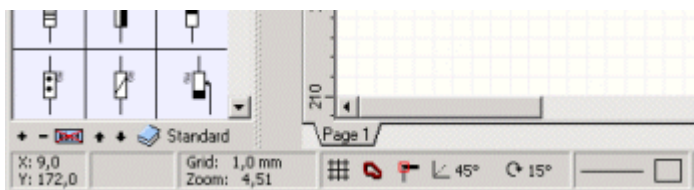
Posunutie, otáčanie, strihanie, meradlo, ...

Všetky prvky je možné jednoducho a voľne otáčať, posúvať, strihať.



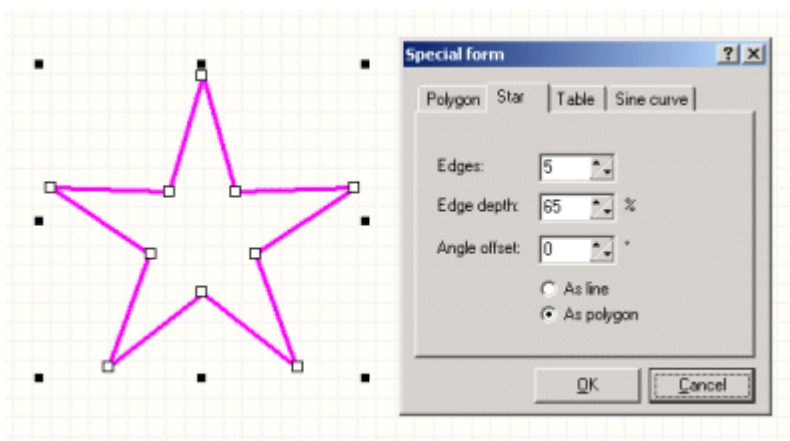
Stály prehľad

Dôležité a často používané nastavenia sú zobrazené na spodnej stavovej lište.



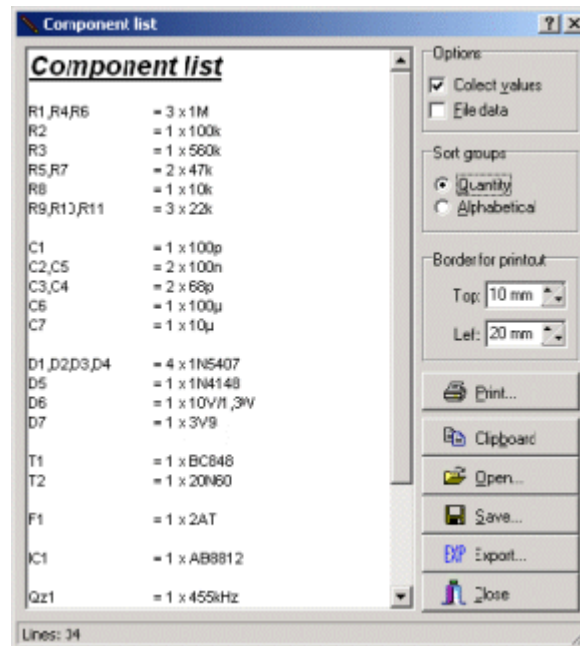
Špeciálne tvary

Jednoducho je možné navrhnuť rôzne geometrické útvary. Tie sa často používajú ako pomocné konštrukčné prvky.



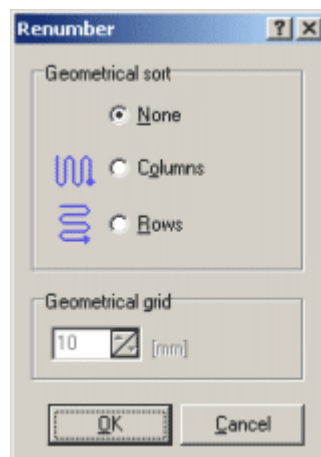
Automatické zoznamy súčiastok

Dôležitá funkcia je vytvorenie zoznamu súčiastok. Zoznam je možné vytvoriť podľa potreby aj plne automaticky. Je možné ho ďalej upravovať, triediť, tlačiť, uložiť. Zoznam je možné použiť pre Word, Excel, alebo v ďalších programoch pre spracovanie.



Automatické číslovanie súčiastok

S touto funkciou nie je potrebné manuálne číslovať súčiastky počas kreslenia schém. Číslovanie prebieha podľa potreby plne automaticky. Pri každej súčiastke je možné určiť, či sa má následne automaticky číslovať, alebo nie. Dvojklikom je možné pohodlne, prehľadne a rýchlo zobrazit' dialóg s vlastnosťami určenej súčiastky.



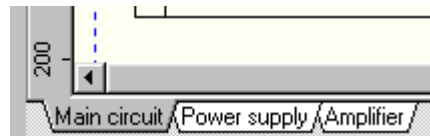
Formuláre

Je možné vytvárať vlastné formuláre, ktoré je možné zobraziť ako šablónu na pozadí.

modifications		date	name	description	pages
date	name				Dimmer for demonstration only
				diagram no.	

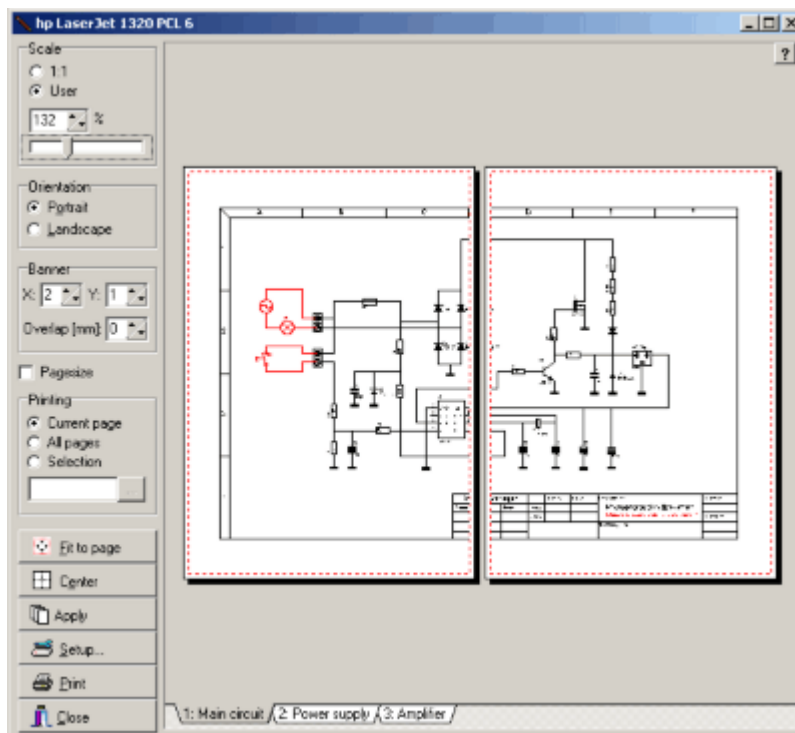
Časti, listy

Návrh sa môže skladať z viacerých jednotlivých samostatných listov. Zložité návrhy je možné tak rozdeliť. Medzi jednotlivými návrhmi je možné rýchle prepínanie pomocou záložiek. Jednotlivé listy je možné triediť, exportovať a importovať.



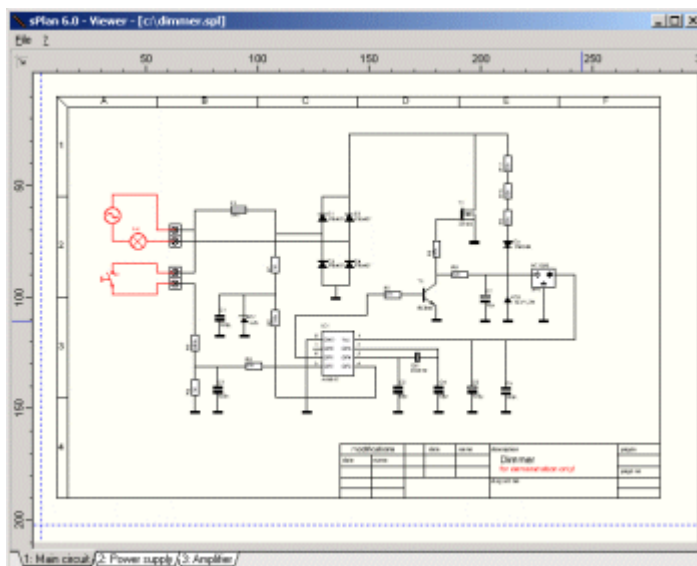
Tlač

Program má veľké tlačové možnosti. Je možné zvoliť mierku a miesto, na ktorom sa bude tlačiť. Všetky nastavenia sú prehľadné a stále viditeľné. Je možné delenie tlače pre väčšie formáty, napr. A2.



Viewer

je samostatný prehliadač, ktorým je možné zobrazovať vytvorené súbory zhotovené programom sPlan bez potreby inštalácie samotného programu. Optimálne zobrazuje súbory programu sPlan a je kompatibilný so súborami zo starších verzií sPlan 4.0. Tento prehliadač je voľne použiteľný.

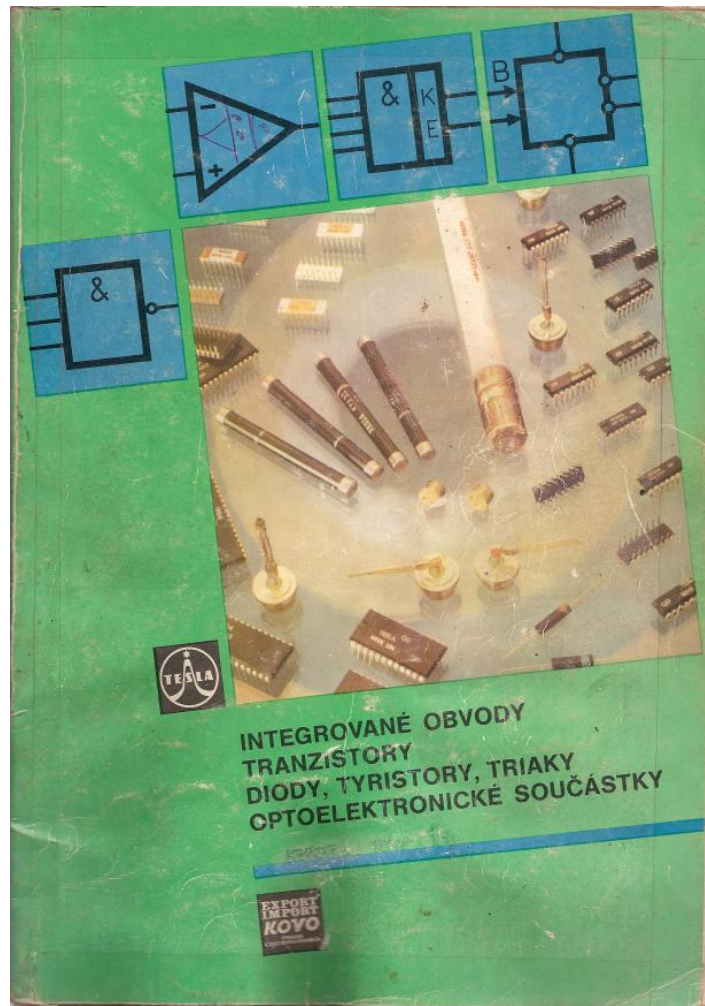


Práca s katalógovou dokumentáciou

V súčasnosti mnoho svetových firiem vyrába nespočetné množstvo elektronických súčiastok. Tie sa používajú v každom elektronickom zariadení, či už doma, alebo v priemysle. Pri potrebe opráv a servise elektronických zariadení je potrebné o jednotlivých použitých súčiastkach získať technické informácie, príklady použitia a zapojenia. Výrobcovia k jednotlivým ponúkaným súčiastkam vypracúvajú a ponúkajú podrobné katalógové listy so všetkými potrebnými informáciami.

Pri návrhu obvodových schém je potrebné sa správne rozhodnúť a vybrať si z veľkého množstva ponúkaných súčiastok tie správne. Najlepšie informácie je možné získať z katalógových listov.

Nasledujúce príklady ukazujú orientovanie sa v staršom katalógu TESLA a v moderných katalógových listoch dostupných na internete.



Katalóg elektronických súčiastok TESLA

Pri vyhľadani konkrétnej súčiastky možno z katalógu vyčítať veľké množstvo technických informácií, z ktorých je potrebné si vybrať len tie, ktoré sú pre staviteľa konštrukcie, alebo opravára potrebné. Všetky uvedené parametre sú vyznačené väčšinou veľkými písmenami, prípadne sú doplnené s ďalšími symbolmi. V jednotlivých katalógoch a katalógových listoch môžu byť rovnaké parametre označené rôznymi symbolmi a preto je potrebné si ku katalógu preštudovať vysvetlivky ku značkám a skratkám.

VÝSVĚTLIVKY POUŽITÝCH ZKRATEK

B_{max}	přetížitelnost směšovacích diód	R_{th}	tepelný odpor
C_d	kapacita diódy	R_{thja}	tepelný odpor celkový (přechod — okolí)
C_i	vstupní kapacita	R_{thjc}	tepelný odpor vnitřní (přechod — pouzdro)
C_N	vstupní kapacita nabíjecího kondenzátoru vyhlazovacího filtru	r_{bb}	odpor báze
C_{tot}	celková kapacita	$r_{CE (ON)}$	odpor kanálu v sepnutém stavu
E	osvětlení	$r_{CE (OFF)}$	odpor kanálu v nesepnutém stavu
F	šumové číslo	r_F	odpor v propustném směru
f	kmitočet	r_R	odpor v závěrném směru
$f_{T min}$	mezní kmitočet, při němž $h_{21e} = 1$	r_s	sériový odpor kapacitních a tunelových diód
$f_{\alpha min}$	mezní kmitočet s uzemněnou bází	r_Z	dynamický odpor Zenerových diód
$f_{\beta min}$	mezní kmitočet s uzemněným emitorem	s_z	tepelní součinitel Zenerova napětí
f_{imp}	impulsní kmitočet	t, t_N	šumová teplota
G_p	výkonový zisk	t_{gt}	zapínací doba
h_{21e}	proudový zesilovací činitel, hodnota s malým signálem	$t_{imp, tip}$	doba impulsu
$ h_{21e} $	absolutní hodnota proudového zesilovacího činitele	t_{off}	doba vypnutí
h_{21E}	proudový zesilovací činitel stejnosměrný	t_{on}	doba sepnutí
I	provozní proud	t_q	vypínací doba ovládaná komutací obvodu
I_B	proud báze	t_{rr}	doba zotavení v závěrném směru
I_{BO}	spínací proud diaku	$t_{ip/T}$	klíčovací poměr
I_C	proud kolektoru	ΔU	pokles napětí diaku z hodnoty U_{BO}
I_{CBO}	klidový proud kolektoru s uzemněnou bází, je-li $I_E = 0$	$U_{a ef}$	střídavé napětí efektivní, je-li použito vyhlazovacího filtru se vstupní kapacitou
I_{CE}	proud kolektoru	$U_{a ef (R)}$	střídavé anodové napětí efektivní, je-li použito vyhlazovacího filtru se vstupním odporem
I_{CEM}	proud kolektoru špičkový	$U_{(BO)}$	spínací napětí v propustném směru
I_D	blokovací proud stejnosměrný u triaků a tyristorů	U_{BE}	napětí báze — emitor
I_D	proud za tmy	$U_{BE sat}$	saturační napětí báze — emitor
I_E	proud emitoru	$ U_{BO1} - U_{BO2} $	symetrie charakteristiky diaku
I_F	propustný proud stejnosměrný	U_{CB}	napětí kolektoru proti bázi
I_{FAV}	propustný proud, aritmetická střední hodnota popříp. trvalý maximální proud	U_{CBO}	napětí kolektoru proti bázi, $I_E = 0$
I_{FD}	zbytkový proud v předním směru	U_{CE}	napětí kolektoru proti emitoru
I_{FG}	proud řídicí elektrody v propustném směru	U_{CEO}	napětí kolektoru proti emitoru, $I_B = 0$
I_{FM}	propustný proud špičkový	U_{CEM}	špičkové napětí kolektoru proti emitoru
I_{FRM}	propustný proud opakovatelný	$U_{CE sat}$	saturační napětí kolektor — emitor
I_{FSM}	propustný proud neopakovatelný	U_{CER}	napětí kolektoru proti emitoru při daném odporu mezi bází a emitorem
I_{GT}	proud řídicí elektrody spínací	U_D	blokovací napětí stejnosměrné u tyristorů a triaků
I_H	přídružný proud vratný	$-U_D$	záchytné napětí
I_L	fotoelektrický proud	U_{DRM}	blokovací napětí špičkové opakovatelné
I_L	přídružný proud spínací (u triaků)	U_{EB}	napětí emitoru proti bázi
I_O	usměrněný proud	U_{EBO}	napětí emitoru proti bázi, $I_C = 0$
I_P	proud vrcholu	U_{ECM}	špičkové napětí emitoru proti kolektoru
I_P/I_V	poměr proudu vrcholu k proudu sedla	U_F	napětí na diodě v propustném směru
I_R	závěrný proud stejnosměrný	U_{FD}	napětí v propustném směru
I_{RM}	závěrný proud špičkový	U_{GCM}	špičkové napětí řídicí elektrody proti kolektoru
I_{TAV}	proud tyristoru střední	U_{GE}	napětí řídicí elektrody proti emitoru
I_{TRM}	propustný proud špičkový opakovatelný	U_{GEM}	špičkové napětí řídicí elektrody proti emitoru
I_{TSM}	propustný proud špičkový neopakovatelný	U_{GET}	prahové napětí
I_V	proud sedla	ΔU_{GET}	rozdíl prahových napětí
I_Z	Zenerův proud	U_{GT}	zapínací napětí u tyristorů
K	zkreslení	U_L	fotoelektrické napětí (u fotonek)
L_o	směšovací ztráta	U_P	napětí vrcholu
P	ztrátový výkon	U_{PP}	promítnuté napětí vrcholu
P_C	ztrátový výkon kolektoru	U_R	napětí v závěrném směru
$P_C ip$	ztrátový výkon kolektoru, impulsní hodnota	$U_{R (BR)}$	přerušné napětí v závěrném směru
P_d	ztrátový výkon diódy	U_{res}	rezonanční napětí
P_M	ztrátový výkon, špičková hodnota	U_{RM}	špičkové napětí na diodě v závěrném směru
P_D	výstupní výkon	U_{RRM}	závěrné napětí špičkové opakovatelné
P_{Tot}	ztrátový výkon celkový	U_{RSM}	závěrné napětí špičkové neopakovatelné
Q_s	zotavovací náboj	U_{RWM}	špičkové pracovní závěrné napětí
R_{BE}	vnější odpor mezi bází a emitorem	U_T	úbytek napětí na tyristoru
R_d	dynamický odpor	U_V	napětí sedla
R_D	odchylka rovnoměrnosti detekce	U_Z	Zenerovo napětí
R_G	vnitřní odpor zdroje budicího napětí	Y_{21}	strmost
R_i	vnitřní odpor	η	účinnost
R_L	zatěžovací odpor	λ	vlnová délka
R_{mf}	mezifrekvenční odpor	θ_a	teplota okolí
$R_o min$	ochranný odpor	θ_c	teplota pouzdra
		θ_j	teplota přechodu
		θ_{stg}	teplota při skladování

VYSOKOFREKVENČNÍ A SPÍNACÍ TRANZISTORY N-P-N														
Typ	Mezní hodnoty						I_{CBO} max μA	při U_{CB} V	h_{21E} při $ h_{21E} ^*$	U_{CB} V	I_E I_C^* mA	f MHz	f_T MHz	Použití ³⁾
	U_{CBO} V	U_{CER} V	I_C mA	U_{EBO} V	P_C ⁷⁾ mW	θ_j °C								
KF124	30	20	30	5	220	125	0,0008	10	67...220	10	-1	—	350	T28
KF125	30	20	30	5	220	125	0,0008	10	37...125	10	-1	—	230	T28
BF167	40	30	25	4	150	175	0,1	20	80 > 25	10	-4	—	> 250	T7
BF173	40	25	25	4	230	175			100 > 40	10	-7	—	> 350	T7
BF257	160	160	100	5	800	175	0,05	100	> 25	10	-30	—	110 > 40	T22
BF258	250	250	100	5	800	175	0,05	200	> 25	10	-30	—	110 > 40	T22
BF259	300	300	100	5	800	175	0,05	250	> 25	10	-30	—	110 > 40	T22
KF422	250	250	25	5	830	150	0,01	200	> 50	20	25*	—	> 60	T16
BF457	160	160	100	5	1200	150	0,05	100	> 25	10	30*	—	90	T43
BF458	250	250	100	5	1200	150	0,05	200	> 25	10	30*	—	90	T43
BF459	300	300	100	5	1200	150	0,05	250	> 25	10	30*	—	90	T43
KF469	250	250	30	5	2W ¹⁾	150	0,01	200	> 50	20	25*	—	> 60	T48
KF503		100 ²⁾	50	5	700 2500 ⁶⁾	175	0,5	50	100 > 3*	10 10	-30 -10	— 30	— 150	T18
KF504		160 ²⁾	50	5	700 2500 ⁶⁾	175	0,1	140	> 3* 100	10 10	-10 -30	30	150	T18
KF506	75	50 ²⁾	500	7	800 2600 ⁶⁾	200	0,01	60	35 — 125	10 10	-10 -50	30	> 60	T18
KF507	40	32 ²⁾	500	5	800 2600 ⁶⁾	200	0,5	30	> 35	10 10	-10 -50	30	> 50	T18
KF508	75	50 ²⁾	500	7	800 2600 ⁶⁾	200	0,01	60	90 — 300	10 10	-10 -50	30	> 70	T18
KF508A	75	50 ²⁾	500	7	800 2600 ⁶⁾	200	0,01	60	133 — 1000	10 10	-10 -50	30	> 70	T18
KF509	75	50 ²⁾	500	7	800 2600 ⁶⁾	200	0,05	60	90 — 300 —	10 10	-10 -50	— 30	— > 60	T18
KF524	30	20	30	5	145	175	0,0008	10	67...220	10	-1	—	350	T12
KF525	30	20	30	5	145	175	0,0008	10	37...125	10	-1	—	300	T12
KS500	25	14	200	5	1000 ¹⁰⁾ 300	200	0,5	15	> 20	1 10	-10 -10	> 200	—	T11
SF240	40	30	25	4	160	125	0,5	40	33...133	10	4*	—	360...510	T30
SF245	40	25	25	4	200	125	0,5	40	93 > 37	10	7*	—	700	T30
SF357	160	160	100	5	1200	150	0,05	100	35 > 25	10	30*	—	90 > 60	T44
SF358	250	250	100	5	1200	150	0,05	200	35 > 25	10	30*	—	90 > 60	T44
SF359	300	300	100	5	1200	150	0,05	250	35 > 25	10	30*	—	90 > 60	T44

2) $R_{BE} = 0 \Omega$
1) $\theta_c \leq 110^\circ C$

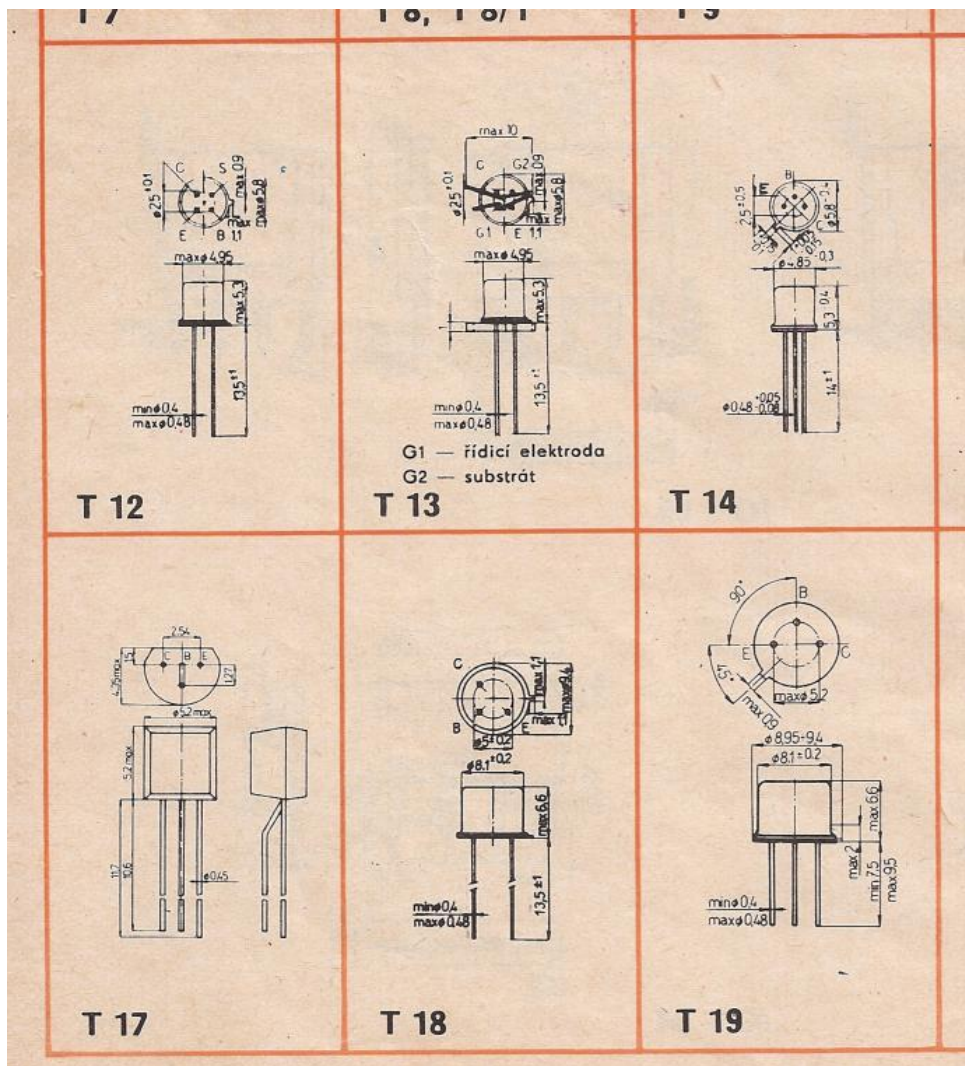
5) $R_{BE} \leq 10 \Omega$
6) S ideálním chlazením

7) $\theta_a = 25^\circ C$
10) $\theta_c < 45^\circ C$

Oproti moderným katalógovým listom sú tu uvedené len základné, hlavné a dôležité údaje jednotlivých súčiastok. Na porovnanie možno uviesť, že v tomto katalógu zaberajú parametre jednotlivých súčiastok len jeden riadok. Naproti tomu v moderných katalógových listoch parametre jednej súčiastky sú rozpísané na 3 - 10 a viac stranách. Výhodou starších a jednoduchších katalógov je väčšia prehľadnosť medzi jednotlivými príbuznými súčiastkami, čo umožňuje prehľadnejšie porovnávanie v prípade náhrad a zámen.

Ako príklad možno uviesť výpis parametrov tranzistoru KF508 :

- vysokofrekvenčný a spínací tranzistor
- vodivosť typu PNP
- napätie kolektoru proti bázi je 75V
- napätie kolektoru proti emitoru pri danom odpore medzi bázou a emitorom je 50V
- prúd kolektoru je 500mA
- napätie emitoru proti bázi je 7V
- stratový výkon kolektoru je 800mW
- teplota prechodu je 200 °C
- kľudový prúd kolektoru s uzemnenou bázou je 0,01uA
- hodnota prúdového zosilňovacieho činiteľa je 90 - 300
- napätie kolektora proti bázi je 10V
- frekvencia je 30MHz
- medzná frekvencia pri zosilnení 1x je 70MHz
- výkres rozmerov púzdra je na obrázku T18



Rozmerové výkresy súčiastok

Nový katalógový list od firmy ST Microelectronics pre integrovaný obvod TDA2030. Obsahuje podrobné technické informácie. Uvedené údaje sa nachádzajú na jedenástich stranách katalógového listu vo formáte PDF.



TDA2030

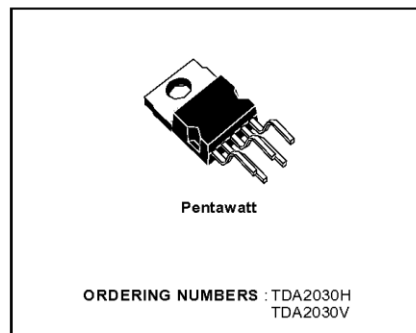
14W Hi-Fi AUDIO AMPLIFIER

DESCRIPTION

The TDA2030 is a monolithic integrated circuit in Pentawatt® package, intended for use as a low frequency class AB amplifier. Typically it provides 14W output power ($d = 0.5\%$) at $14V/4\ \Omega$; at $\pm 14V$ or 28V, the guaranteed output power is 12W on a $4\ \Omega$ load and 8W on a $8\ \Omega$ (DIN45500).

The TDA2030 provides high output current and has very low harmonic and cross-over distortion.

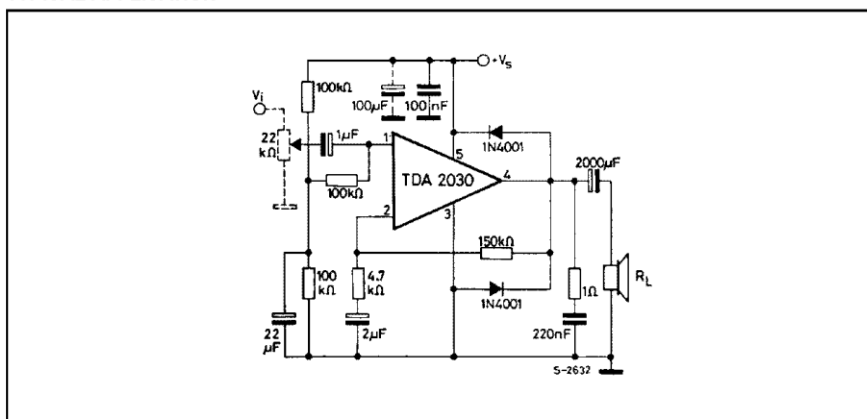
Further the device incorporates an original (and patented) short circuit protection system comprising an arrangement for automatically limiting the dissipated power so as to keep the working point of the output transistors within their safe operating area. A conventional thermal shut-down system is also included.



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_s	Supply voltage	± 18 (36)	V
V_i	Input voltage	V_s	
V_d	Differential input voltage	± 15	V
I_o	Output peak current (internally limited)	3.5	A
P_{tot}	Power dissipation at $T_{case} = 90^\circ C$	20	W
T_{slg}, T_j	Storage and junction temperature	-40 to 150	$^\circ C$

TYPICAL APPLICATION

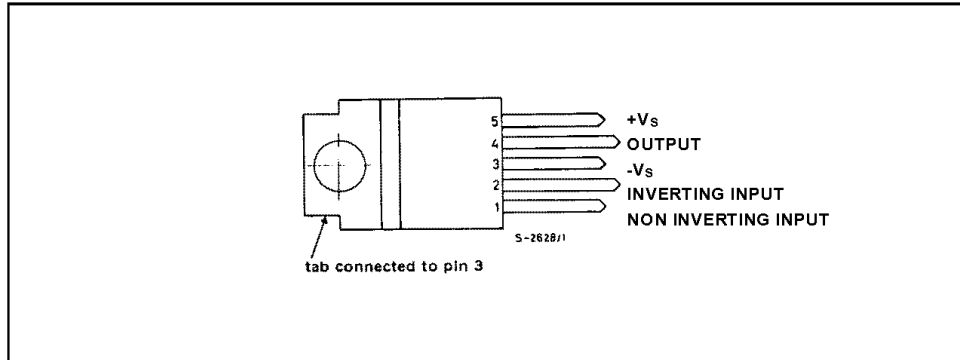


June 1998

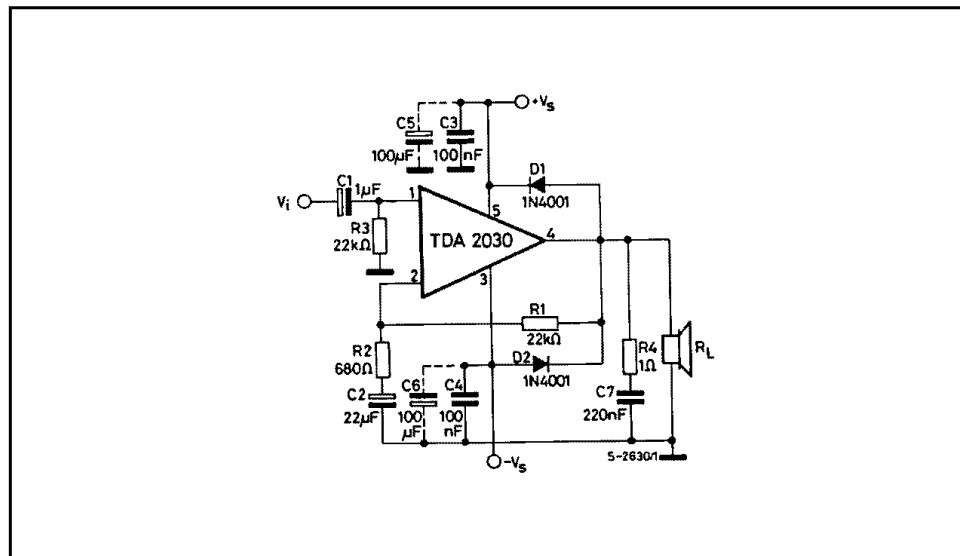
1/12

TDA2030

PIN CONNECTION (top view)



TEST CIRCUIT



THERMAL DATA

Symbol	Parameter	Value	Unit
$R_{th(j-case)}$	Thermal resistance junction-case	max 3	$^{\circ}C/W$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Refer to the test circuit, $V_s = \pm 14V$, $T_{amb} = 25^{\circ}C$ unless otherwise specified) for single Supply refer to fig. 15 $V_s = 28V$

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_s	Supply voltage		± 6 12		± 18 36	V
I_d	Quiescent drain current	$V_s = \pm 18V$ ($V_s = 36V$)		40	60	mA
I_b	Input bias current			0.2	2	μA
V_{os}	Input offset voltage			± 2	± 20	mV
I_{os}	Input offset current			± 20	± 200	nA
P_o	Output power	$d = 0.5\%$ $G_v = 30$ dB $f = 40$ to $15,000$ Hz $R_L = 4$ $R_L = 8$	12 8	14 9		W W
		$d = 10\%$ $G_v = 30$ dB $f = 1$ KHz $R_L = 4$ $R_L = 8$		18 11		W W
d	Distortion	$P_o = 0.1$ to $12W$ $R_L = 4$ $G_v = 30$ dB $f = 40$ to $15,000$ Hz		0.2	0.5	%
		$P_o = 0.1$ to $8W$ $R_L = 8$ $G_v = 30$ dB $f = 40$ to $15,000$ Hz		0.1	0.5	%
B	Power Bandwidth (-3 dB)	$G_v = 30$ dB $P_o = 12W$ $R_L = 4$	10 to 140,000			Hz
R_i	Input resistance (pin 1)		0.5	5		M
G_v	Voltage gain (open loop)			90		dB
G_v	Voltage gain (closed loop)	$f = 1$ kHz	29.5	30	30.5	dB
e_N	Input noise voltage	B = 22 Hz to 22 KHz		3	10	μV
i_N	Input noise current			80	200	pA
SVR	Supply voltage rejection	$R_L = 4$ $G_v = 30$ dB $R_g = 22$ k $V_{ripple} = 0.5$ V _{eff} $f_{ripple} = 100$ Hz	40	50		dB
I_d	Drain current	$P_o = 14W$ $R_L = 4$		900		mA
		$P_o = W$ $R_L = 8$		500		mA

Figure 1. Output power vs. supply voltage

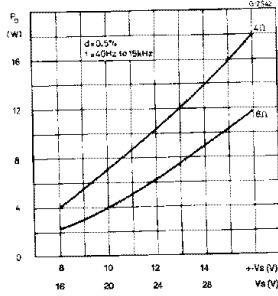


Figure 2. Output power vs. supply voltage

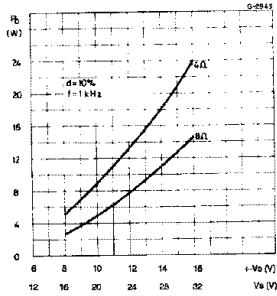


Figure 3. Distortion vs. output power

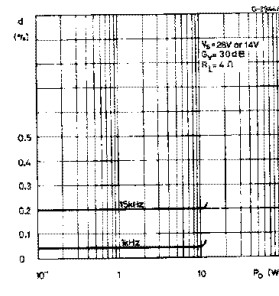


Figure 4. Distortion vs. output power

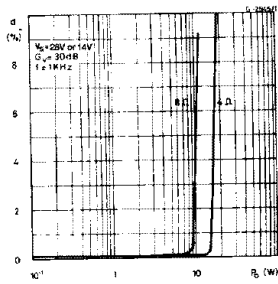


Figure 5. Distortion vs. output power

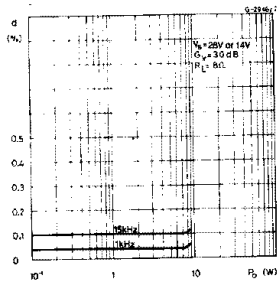


Figure 6. Distortion vs. frequency

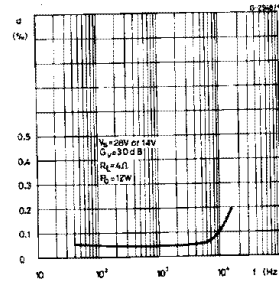


Figure 7. Distortion vs. frequency

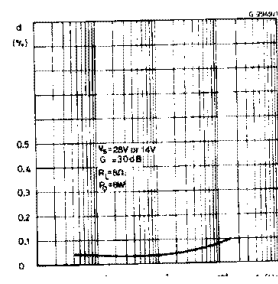


Figure 8. Frequency response with different values of the rolloff capacitor C8 (see fig. 13)

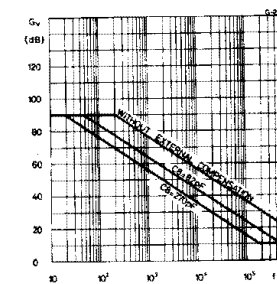


Figure 9. Quiescent current vs. supply voltage

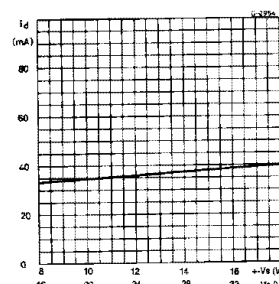


Figure 10. Supply voltage rejection vs. voltage gain

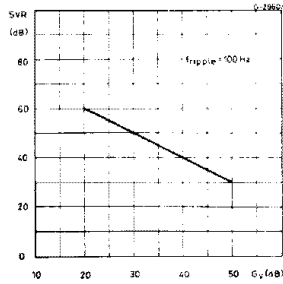


Figure 11. Power dissipation and efficiency vs. output power

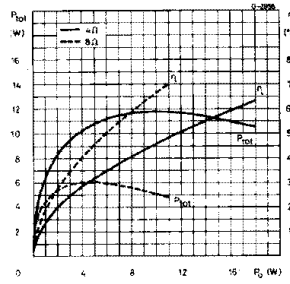
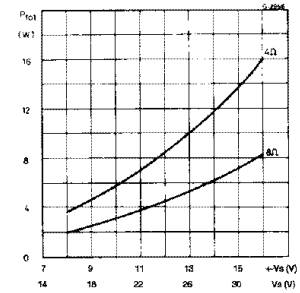


Figure 12. Maximum power dissipation vs. supply voltage (sine wave operation)



APPLICATION INFORMATION

Figure 13. Typical amplifier with split power supply

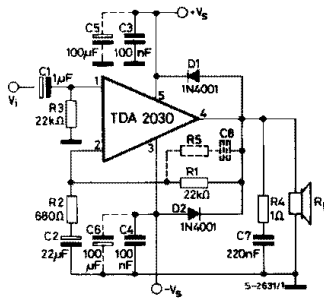
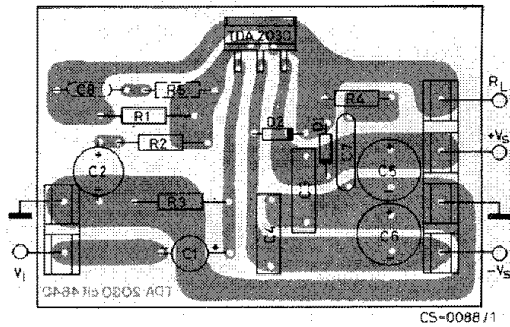


Figure 14. P.C. board and component layout for the circuit of fig. 13 (1 : 1 scale)



TDA2030

APPLICATION INFORMATION (continued)

Figure 15. Typical amplifier with single power supply

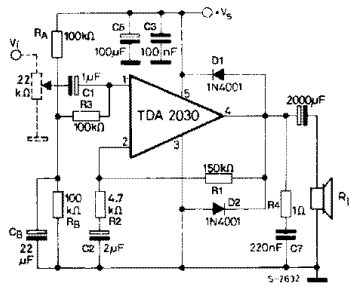


Figure 16. P.C. board and component layout for the circuit of fig. 15 (1 : 1 scale)

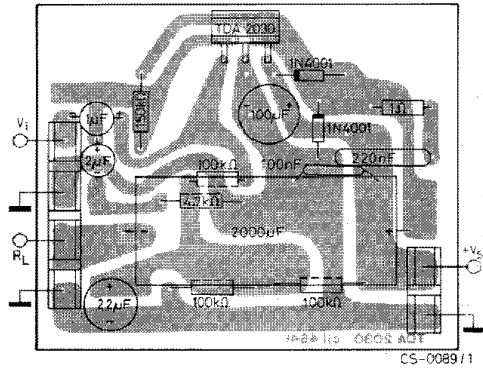
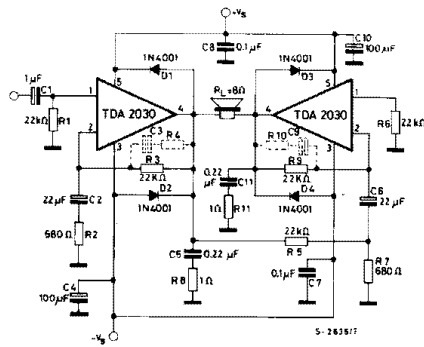


Figure 17. Bridge amplifier configuration with split power supply ($P_o = 28W$, $V_s = \pm 14V$)



PRACTICAL CONSIDERATIONS

Printed circuit board

The layout shown in Fig. 16 should be adopted by the designers. If different layouts are used, the ground points of input 1 and input 2 must be well decoupled from the ground return of the output in which a high current flows.

Assembly suggestion

No electrical isolation is needed between the

package and the heatsink with single supply voltage configuration.

Application suggestions

The recommended values of the components are those shown on application circuit of fig. 13.

Different values can be used. The following table can help the designer.

Component	Recomm. value	Purpose	Larger than recommended value	Smaller than recommended value
R1	22 k	Closed loop gain setting	Increase of gain	Decrease of gain (*)
R2	680	Closed loop gain setting	Decrease of gain (*)	Increase of gain
R3	22 k	Non inverting input biasing	Increase of input impedance	Decrease of input impedance
R4	1	Frequency stability	Danger of oscillat. at high frequencies with induct. loads	
R5	$\cong 3 R2$	Upper frequency cutoff	Poor high frequencies attenuation	Danger of oscillation
C1	1 μ F	Input DC decoupling		Increase of low frequencies cutoff
C2	22 μ F	Inverting DC decoupling		Increase of low frequencies cutoff
C3, C4	0.1 μ F	Supply voltage bypass		Danger of oscillation
C5, C6	100 μ F	Supply voltage bypass		Danger of oscillation
C7	0.22 μ F	Frequency stability		Danger of oscillation
C8	$\cong \frac{1}{2 \neq B R1}$	Upper frequency cutoff	Smaller bandwidth	Larger bandwidth
D1, D2	1N4001	To protect the device against output voltage spikes		

(*) Closed loop gain must be higher than 24dB

TDA2030

SINGLE SUPPLY APPLICATION

Component	Recomm. value	Purpose	Larger than recommended value	Smaller than recommended value
R1	150 k	Closed loop gain setting	Increase of gain	Decrease of gain (*)
R2	4.7 k	Closed loop gain setting	Decrease of gain (*)	Increase of gain
R3	100 k	Non inverting input biasing	Increase of input impedance	Decrease of input impedance
R4	1	Frequency stability	Danger of oscillat. at high frequencies with induct. loads	
R _A /R _B	100 k	Non inverting input Biasing		Power Consumption
C1	1 μ F	Input DC decoupling		Increase of low frequencies cutoff
C2	22 μ F	Inverting DC decoupling		Increase of low frequencies cutoff
C3	0.1 μ F	Supply voltage bypass		Danger of oscillation
C5	100 μ F	Supply voltage bypass		Danger of oscillation
C7	0.22 μ F	Frequency stability		Danger of oscillation
C8	$\cong \frac{1}{2 \cdot B \cdot R1}$	Upper frequency cutoff	Smaller bandwidth	Larger bandwidth
D1, D2	1N4001	To protect the device against output voltage spikes		

(*) Closed loop gain must be higher than 24dB

SHORT CIRCUIT PROTECTION

The TDA2030 has an original circuit which limits the current of the output transistors. Fig. 18 shows that the maximum output current is a function of the collector emitter voltage; hence the output transistors work within their safe operating area (Fig. 2). This function can therefore be considered as being

peak power limiting rather than simple current limiting.

It reduces the possibility that the device gets damaged during an accidental short circuit from AC output to ground.

Figure 18. Maximum output current vs. voltage [V_{CEsat}] across each output transistor

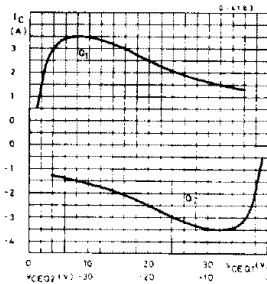
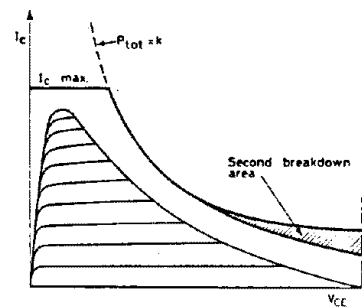


Figure 19. Safe operating area and collector characteristics of the protected power transistor



THERMAL SHUT-DOWN

The presence of a thermal limiting circuit offers the following advantages:

1. An overload on the output (even if it is permanent), or an above limit ambient temperature can be easily supported since the T_j cannot be higher than 150°C .
2. The heatsink can have a smaller factor of safety compared with that of a conventional circuit. There is no possibility of device damage due to high junction temperature. If for any reason, the

junction temperature increases up to 150°C , the thermal shut-down simply reduces the power dissipation at the current consumption.

The maximum allowable power dissipation depends upon the size of the external heatsink (i.e. its thermal resistance); fig. 22 shows this dissipable power as a function of ambient temperature for different thermal resistance.

Figure 20. Output power and drain current vs. case temperature ($R_L = 4 \Omega$)

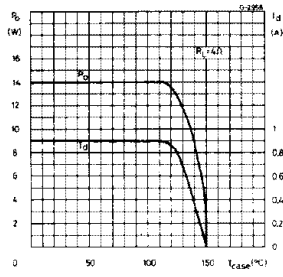


Figure 21. Output power and drain current vs. case temperature ($R_L = 8 \Omega$)

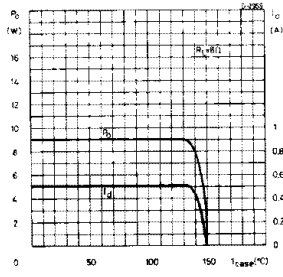


Figure 22. Maximum allowable power dissipation vs. ambient temperature

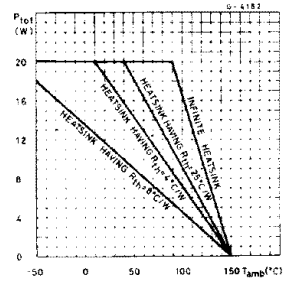
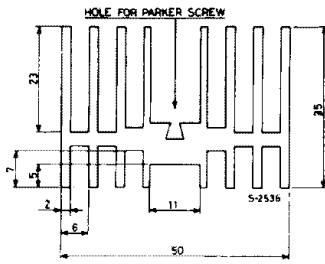


Figure 23. Example of heat-sink



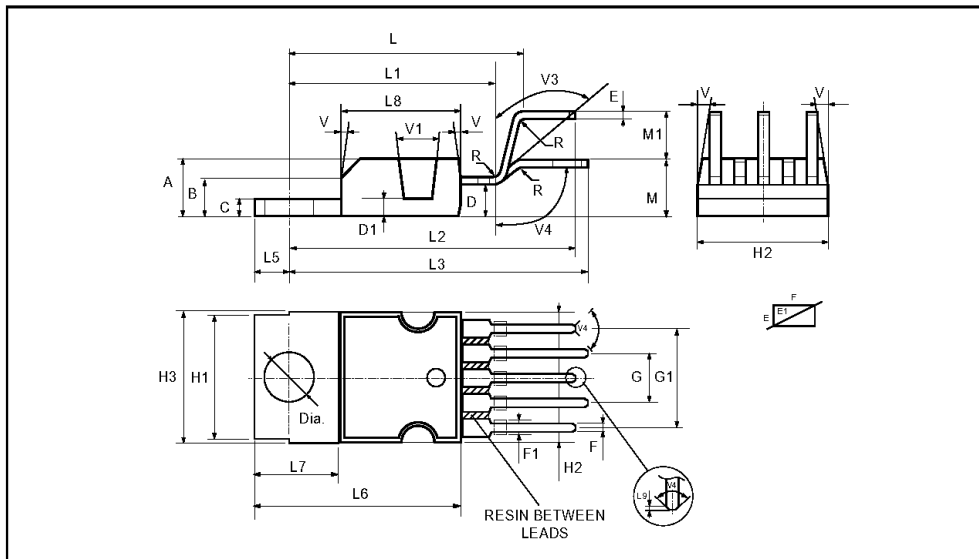
Dimension : suggestion.

The following table shows the length that the heatsink in fig. 23 must have for several values of P_{tot} and R_{th} .

P_{tot} (W)	12	8	6
Length of heatsink (mm)	60	40	30
R_{th} of heatsink ($^{\circ}C/W$)	4.2	6.2	8.3

PENTAWATT PACKAGE MECHANICAL DATA

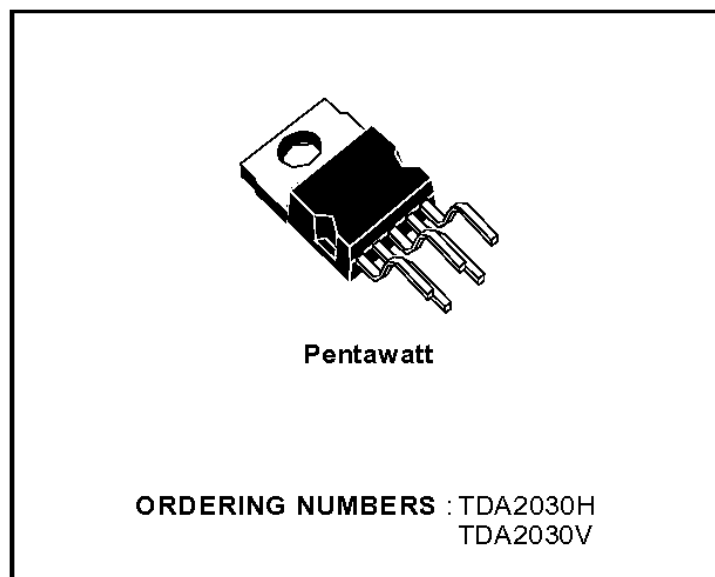
DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			4.8			0.189
C			1.37			0.054
D	2.4		2.8	0.094		0.110
D1	1.2		1.35	0.047		0.053
E	0.35		0.55	0.014		0.022
E1	0.76		1.19	0.030		0.047
F	0.8		1.05	0.031		0.041
F1	1		1.4	0.039		0.055
G	3.2	3.4	3.6	0.126	0.134	0.142
G1	6.6	6.8	7	0.260	0.268	0.276
H2			10.4			0.409
H3	10.05		10.4	0.396		0.409
L	17.55	17.85	18.15	0.691	0.703	0.715
L1	15.55	15.75	15.95	0.612	0.620	0.628
L2	21.2	21.4	21.6	0.831	0.843	0.850
L3	22.3	22.5	22.7	0.878	0.886	0.894
L4			1.29			0.051
L5	2.6		3	0.102		0.118
L6	15.1		15.8	0.594		0.622
L7	6		6.6	0.236		0.260
L9		0.2			0.008	
M	4.23	4.5	4.75	0.167	0.177	0.187
M1	3.75	4	4.25	0.148	0.157	0.167
V4	40° (typ.)					
Dia	3.65		3.85	0.144		0.152



Uvedený katalógový list je rozsiahly a obsahuje mnoho detailných informácií o integrovanom obvode TDA 2030. Pre lepšiu a rýchlu orientáciu v tomto katalógu je potrebné sa správne zorientovať a pre bežné a nenáročne konštrukcie je vhodné si vybrať len užitočné a základné parametre.

Príklad výberu základných parametrov integrovaného obvodu TDA2030 :

- 14W Hi-Fi zvukový zosilňovač
- Napájacie napätie 36 V
- Výstupný špičkový prúd - 3,5 A
- Stratový výkon púzdra - 20 W
- Výstupný výkon pri záťaži 4Ω a skreslení 0,5 % - 14 W
- Výstupný výkon pri záťaži 8Ω a skreslení 0,5 % - 11 W
- Výstupný výkon pri záťaži 4Ω a skreslení 10 % - 18 W
- Výstupný výkon pri záťaži 8Ω a skreslení 10 % - 11W
- Frekvenčný rozsah - 10 Hz - 140 kHz
- Napät'ové zosilnenie bez spätnej väzby - 90 dB
- Tvar púzdra - Pentawatt



Tvar púzdra integrovaného obvodu TDA2030

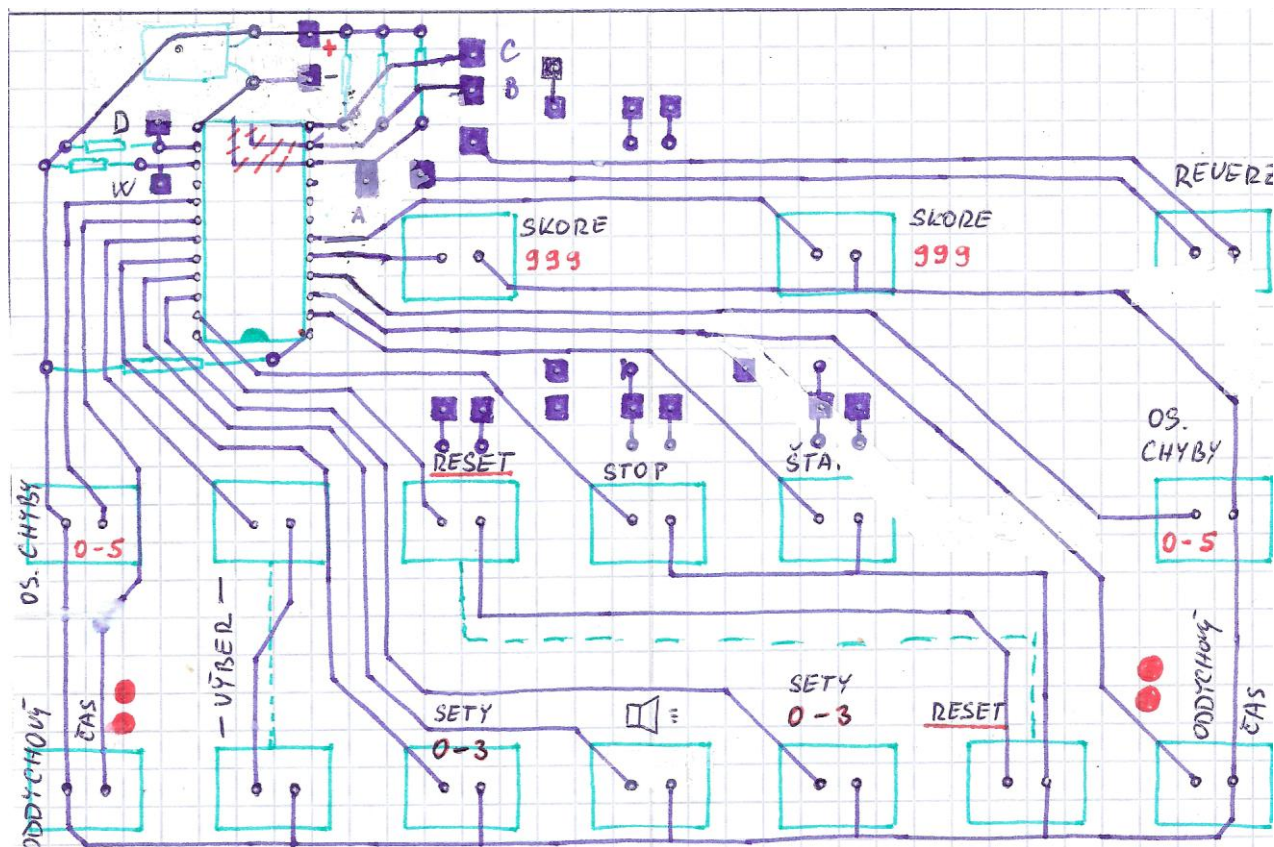
Návrh dosiek plošných spojov

Pred výrobou dosky plošného spoja je potrebné vytvoriť návrh obrazca vodivých spojov a letovacích bodov, ku ktorým sa budú spájkovať elektronické súčiastky. Pre návrh je potrebné poznať mechanické rozmery všetkých súčiastok, pretože návrh sa vytvára v skutočnej mierke. Pri návrhu je potrebné jednotlivé rozmery súčiastok zakresľovať a dôkladne rozmiestniť na vytváraný návrh. Vhodné rozmiestnenie súčiastok veľmi zjednoduší vytváranie prepojení medzi jednotlivými súčiastkami a zníži počet komplikovaných a dlhých prepojení. Pri vysokofrekvenčných obvodoch je zvlášť dôležité vytvárať prepojenia čo najkratšie a bez zbytočných oblúkov. Dlhé prepojenia a oblúky predstavujú pre vysokofrekvenčné obvody parazitné indukčnosti, ktoré negatívne ovplyvňujú funkčnosť celého zariadenia.

Obrazec plošného spoja možno vytvoriť manuálne kreslením na papier bez použitia techniky, alebo najčastejšie pomocou počítača a vhodného programového a technického vybavenia. Obe spôsoby návrhu sú následne popísané.

Manuálny návrh DPS.

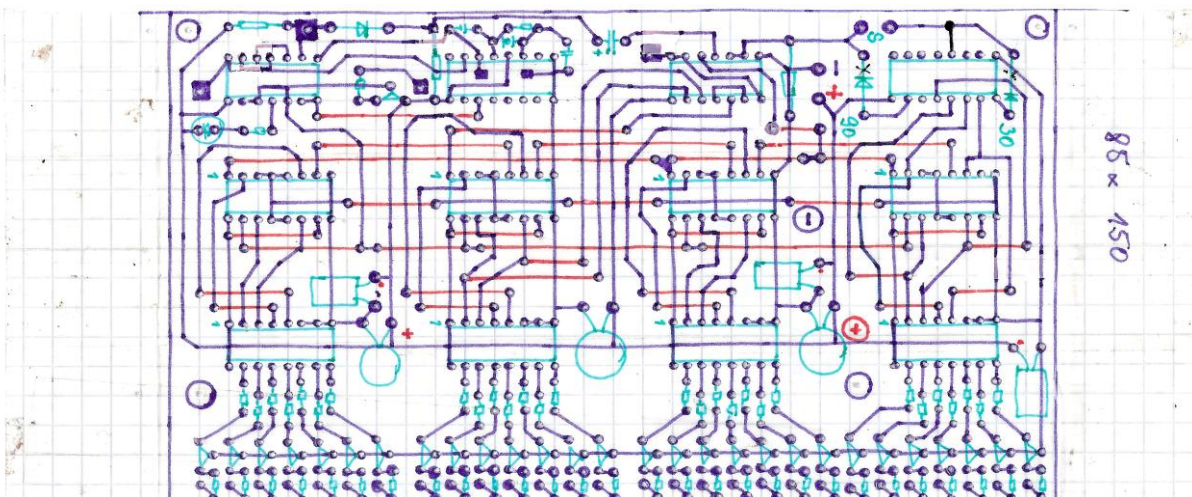
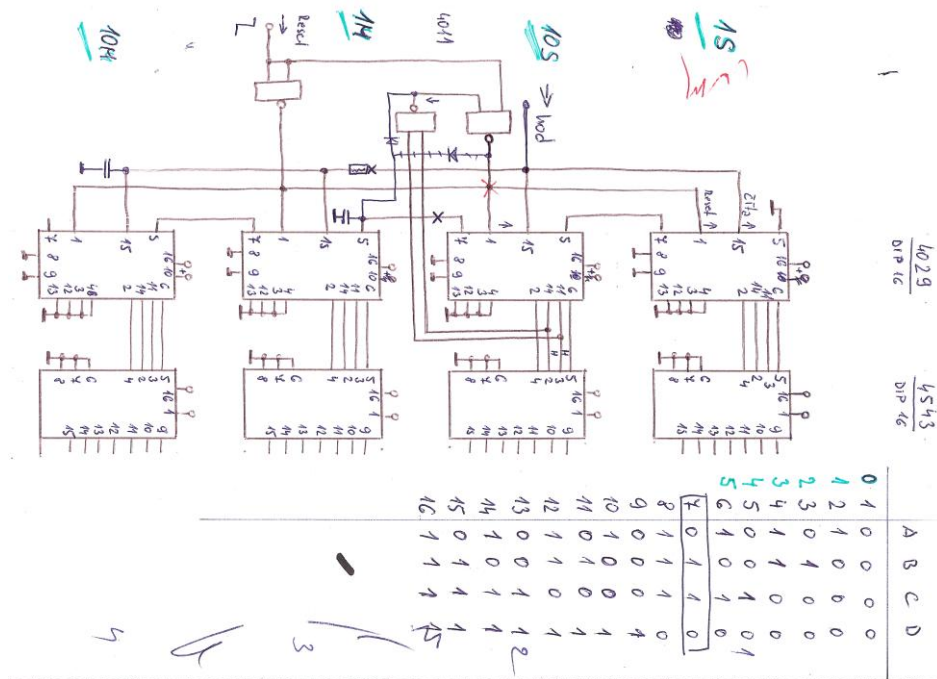
Pri manuálnom návrhu je vhodné zakresľovať jednotlivé súčiastky na papier, ktorý obsahuje predtlačенú sieť. Táto sieť - štvorčeky zabezpečí rovnomerné rozmiestnenie a súmernosť jednotlivých súčiastok a uľahčí kreslenie prepojovacích čiar. Vhodný rozmer štvorčekov pre bežné a nenáročné návrhy je 5x5 mm. Pre zložitejšie návrhy sa použije milimetrový papier. Pre lepšiu orientáciu v návrhu a pre celkovú prehľadnosť je vhodné používať dve farby písacích pier. Jednou farbou, napr. zelenou sa zakresľujú tvary jednotlivých súčiastok a druhou farbou, napr. modrou sa kreslia vodivé prepojovacie čiary jednotlivých súčiastok. Pri obojstranných doskách plošných spojov a obojstranných návrhoch je potrebné použiť tretiu farbu, napr. červenú. Použitie rôznych farieb jasne určuje, čo je znázornenie mechanických tvarov súčiastky, čo sú jednotlivé vodivé prepojenia a na ktorej strane DPS sa nachádzajú.



Ručný návrh dosky plošného spoja na štvorcovom papieri

Pri tomto návrhu sú použité dve farby na zakresľovanie jednotlivých súčiastok a vodivých prepojení medzi nimi. Zelenou farbou sú zakreslené tvary súčiastok. Zakreslenie súčiastok je nutné uskutočniť v skutočnej mierke, lebo nakreslený návrh je skutočným obrazom bez ďalšieho spracovania. Tak, ako sa návrh vytvorí, tak sa aj použije na prenesenie obrazca na dosku plošného spoja.

Modrou farbou sú vyznačené jednotlivé vodivé prepojenia medzi súčiastkami. Pri návrhu je potrebné viesť všetky prepojenia najjednoduchším spôsobom. V opačnom prípade sa celý návrh skomplikuje, prepojenia sú veľmi tesné a nahustené. Návrh je zložitý a pri možných opravách a odstraňovaní prípadných porúch sa predlžuje čas opravy vyhľadávaním konkrétnych prepojení. Letovacie miesta vývodov súčiastok je potrebné kresliť v potrebnej veľkosti. To zaručuje predovšetkým tvar a hrúbka elektrického vývodu súčiastky. Veľkosť letovacieho miesta tiež ovplyvňuje priemer vyvrtanej diery. Po odvrtaní diery musí zostať primerané množstvo medenej plochy na spoľahlivé prispájkovanie vývodu súčiastky. Taktiež pri rozhodovaní o veľkosti letovacieho bodu zväžiť mechanické hľadisko súčiastky, jej hmotnosť a tepelné zohrievanie.



Dvojstranný návrh plošného spoja

Podľa uvedenej schémy je veľmi obťažné a väčšinou nemožné vytvoriť jednoduchý jednostranný návrh plošného spoja ručným kreslením. Spôsobuje to vzájomné prepojenie integrovaných obvodov a nemožnosť vytvorenia priamych prepojov. V strojovej výrobe je možné viesť jednotlivé prepoje medzi vývody integrovaného obvodu. Pri ručnom vyhotovení to nie je možné. Riešenie je vytvoriť dvojstranný návrh plošného spoja. Pre lepšiu prehľadnosť sa návrh kreslí tromi farbami. Zelenou sa zakresľujú umiestnenia súčiastok, modrou spodná strana elektrických prepojov a červenou vrchná strana elektrických prepojov. Pre lepšiu prehľadnosť a jednoduchosť návrhu je potrebné na každej strane viesť prepoje lineárne vedľa seba, ale pritom sú obe strany vzájomne otočené o 90° a pri pohľade na návrh sú modré a červené spoje na seba väčšinou kolmé.

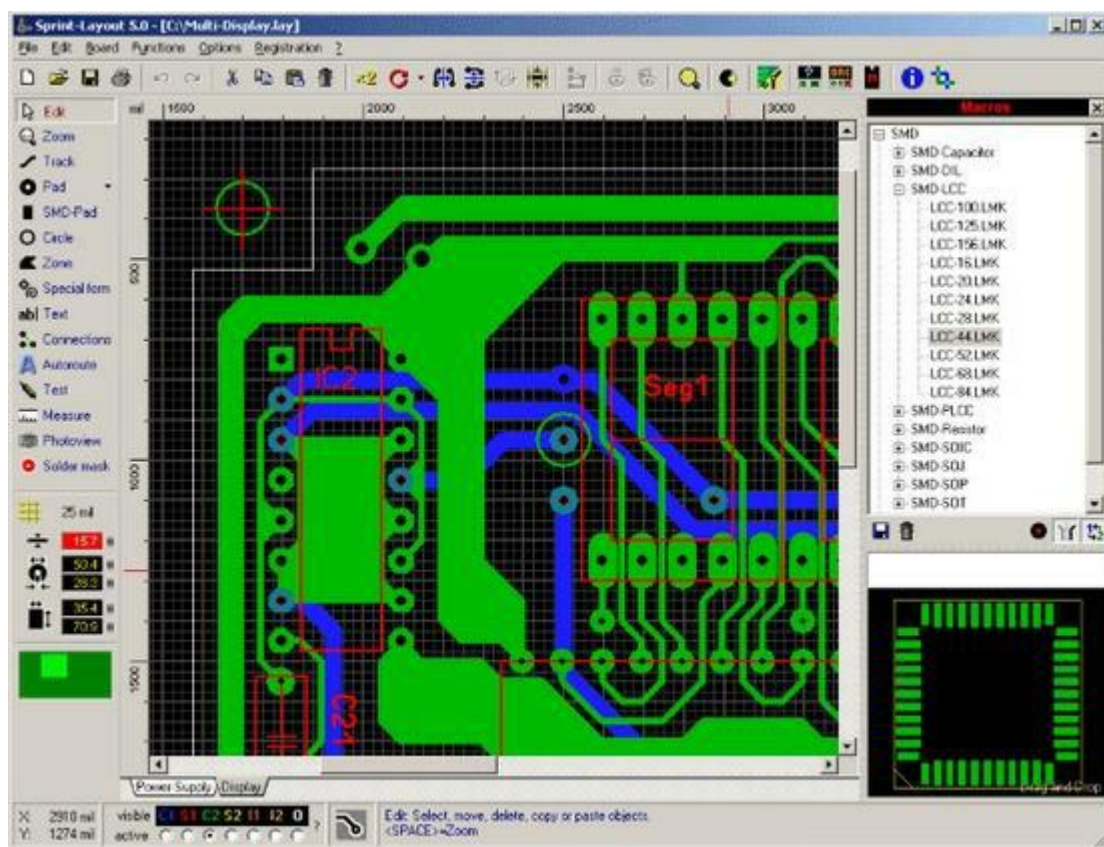
Návrh DPS pomocou počítača.

Pre počítačový návrh je potrebné použiť vhodný program. Pre uvedený program je postup návrhu DPS je zhodný s manuálnym návrhom.

Popis programu Sprint Layout

Sprint Layout je jednoduchý program, s ktorým je možné navrhovať jednoduché, obojstranné a viacvrstvé dosky plošných spojov bez veľkých nárokov na obsluhu. Jeho ovládanie je možné sa naučiť za niekoľko minút.. Program má intuitívne, prehľadné ovládanie bez zbytočných funkcií. Obsahuje rozsiahlu knihovňu všetkých bežných súčiastok.

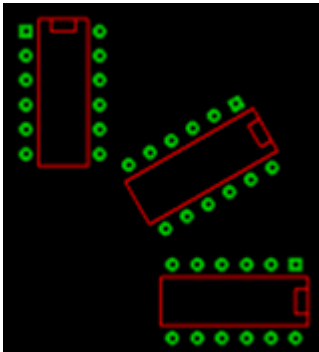
Pomocou bezplatného programu Viewer je možné vytvorené návrhy prezerat' a tlačit' bez použitia samotného programu Sprint Layout.



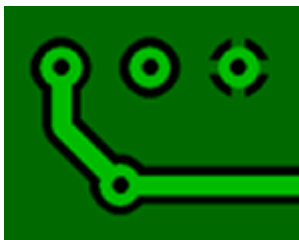
Prostredie programu Sprint Layout

Pre všetky pracovné kroky, napr. vloženie letovacích bodov, SMD plošiek, jednotlivé spoje, vloženie medenej plochy a nápisy sú k dispozícii v nástrojoch. Ovládanie sa vykonáva jednoduchým kliknutím. Všetky vlastnosti, napr. šírka spoja, vnútorný a vonkajší priemer letovacieho spoja, rozmer mriežky je možné jednoducho nastaviť a prispôbiť potrebám návrhu. Použitím zachytávacej mriežky sa vytvorí presný návrh. Je možné pracovať s presnosťou 1/100 mm. Všetky spoje, letovacie miesta, medené plochy sú samostatné objekty, dajú sa ľubovoľne spojovať, mazat', posúvať, kopírovať, vyberat' a vkladať. Ďalšia funkcia je zrkadlenie, otáčanie, vyrovnanie.

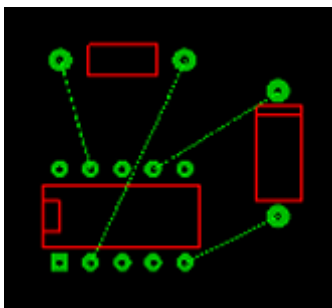
Sprint Layout podporuje návrh viacvrstvého plošného spoja. Každá vrstva má svoju plochu spojov a plochu súčiastok.



Každú vyznačenú súčiastku je možné rôzne otáčať. Stupeň otáčania je možné samostatne nastaviť.



Automatické vyplnenie plochy medzi. Táto funkcia umožní zhotoviť DPS u ktorých je ostatná nepoužitá medená plocha vyplnená med'ou. To je výhodné pri leptaní DPS, pretože sa do leptacieho roztoku dostáva menej odleptanej medi. Pri návrhu vF dosiek je vhodné použiť prázdne medené plochy ako tienenie.



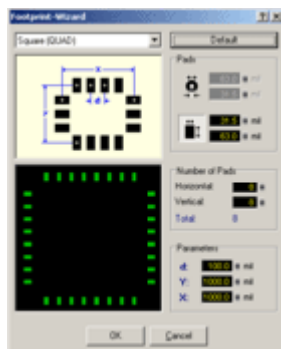
Pomocou týchto liniek je možné označiť budúce spoje. Tak sa dá zaistiť, že sa pri návrhu nezabudne na žiaden prepoj.



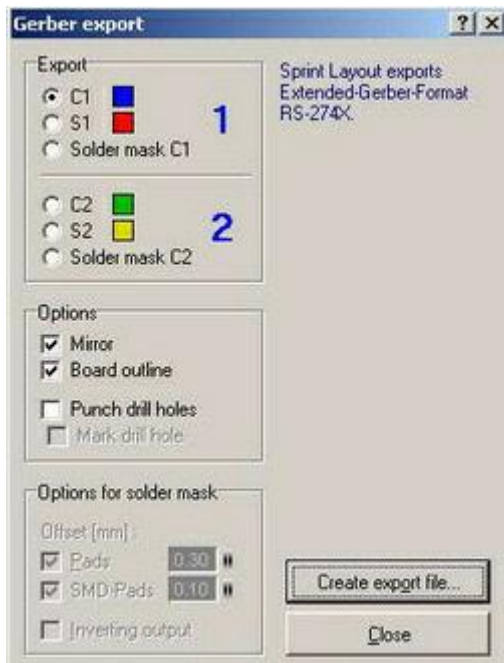
Jednoduchý integrovaný autorouter " point to point " uľahčuje prácu s návrhom prepoja. Tento autorouter nie je určený, aby navrhol celú dosku, pretože vlastná práca je pri návrhu tiež vhodná.



Panel vlastnosti ponúka možnosť prehľadnej úpravy všetkých dôležitých vlastností jednotlivých prvkov návrhu bez zložitých dialógov a krokov.



Asistent súčiastky pomáha s vytvorením typického základného tvaru súčiastky. Stačí zadať len typ a parametre a asistent vytvorí všetko ostatné. Pracuje tak, že všetky zmeny sú hneď viditeľné.



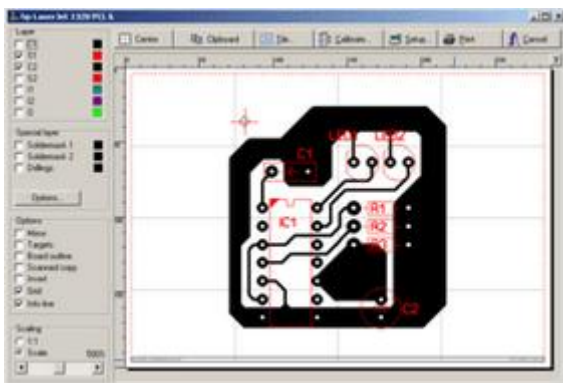
Pre profesionálne zhotovenie plošného spoja má Sprint Layout export dát vo formáte Gerber. Tento formát využíva väčšina výrobcov plošných spojov.



Pre výrobu dosky plošného spoja je potrebné zadať tolerancie a hraničné hodnoty. Je to nutné preto, aby doska bola skutočne použiteľná. Tieto hodnoty budú všeobecne označované ako "desing rules - pravidlá kreslenia".



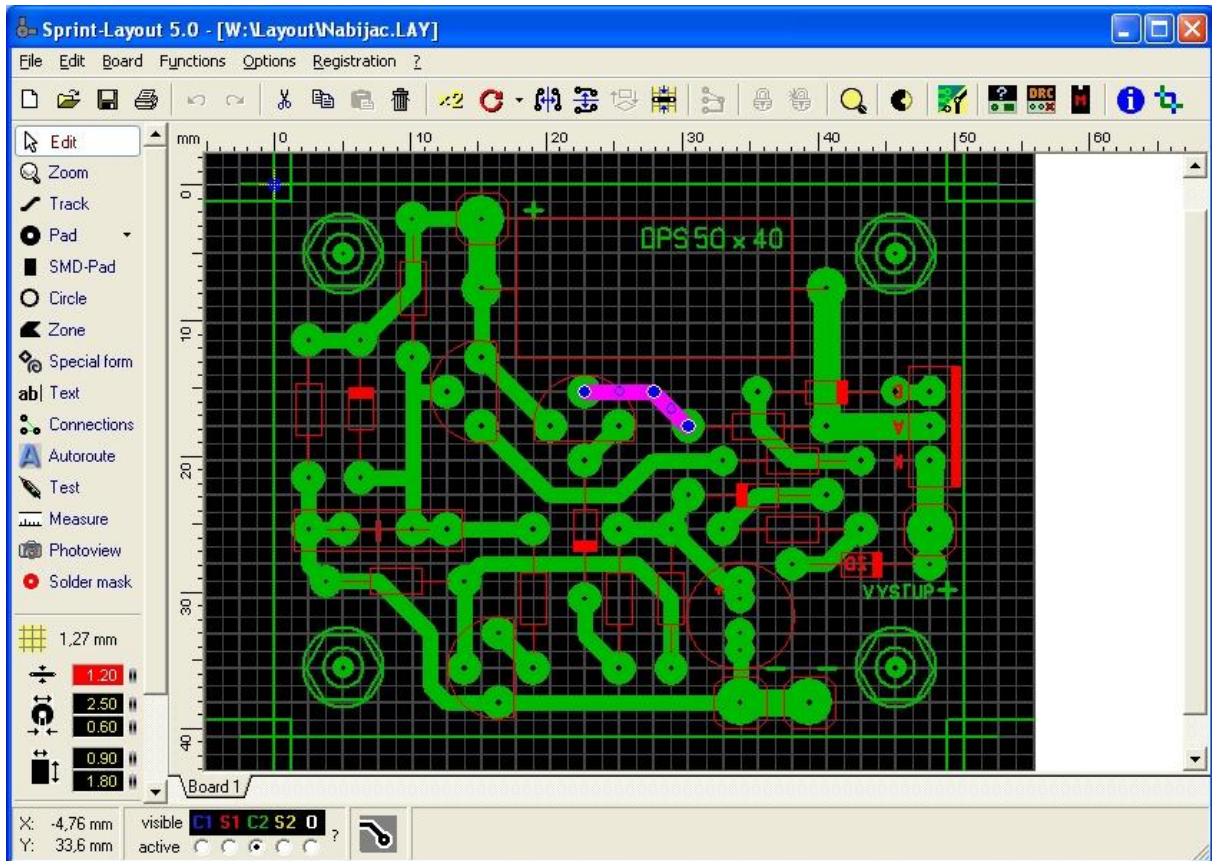
Sprint Layout podporuje výrobu dosiek plošných spojov frézovaním pomocou CNC frézy. Software vypočíta všetky nutné údaje a tie sú uložené do súboru v tvare HPLG.



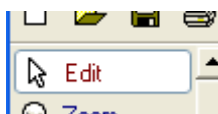
Program má veľké tlačové možnosti. Vo vlastnom okne prehliadača je možné nastaviť mierku v ktorej sa bude tlačiť. Celý obrazec je možné rôzne posúvať a umiestňovať na papieri. Je možné určiť farby v ktorých sa budú tlačiť jednotlivé vrstvy návrhu.

Podrobnejší popis jednotlivých ovládacích tlačítkov.

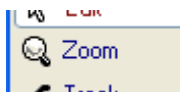
Nasledujúca časť je zameraná na popis a význam jednotlivých ovládacích a funkčných tlačítkov programu Sprint Layout pre návrh plošných spojov. Dobrá znalosť ich významu a použitie urýchli prácu s týmto programom. Taktiež je veľmi dôležité pohotové a rýchle vyhľadanie jednotlivých tlačítkov pri samotnom návrhu dosky plošného spoja.



Rozpracovaný návrh plošného spoja



kurzor / editor



zväčšovanie / zmenšovanie



kreslenie čiar



vytváranie letovacích bodov



vytváranie letovacích bodov SMD



kreslenie kruhov



kreslenie vyplnených zón



kreslenie rôznych tvarov



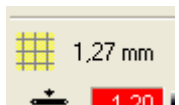
písanie textov



elektrická vodivosť návrhu



meranie vzdialenosti, uhlov



nastavenie pracovnej mriežky



nastavenie šírky spojov



priemer diery a letovacieho bodu



rozmer letovacieho bodu SMD



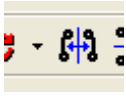
voľba a zapínanie vrstiev



zarovnanie celého návrhu alebo vybranej časti návrhu do mriežky



otáčanie celého návrhu alebo vybranej časti vertikálne



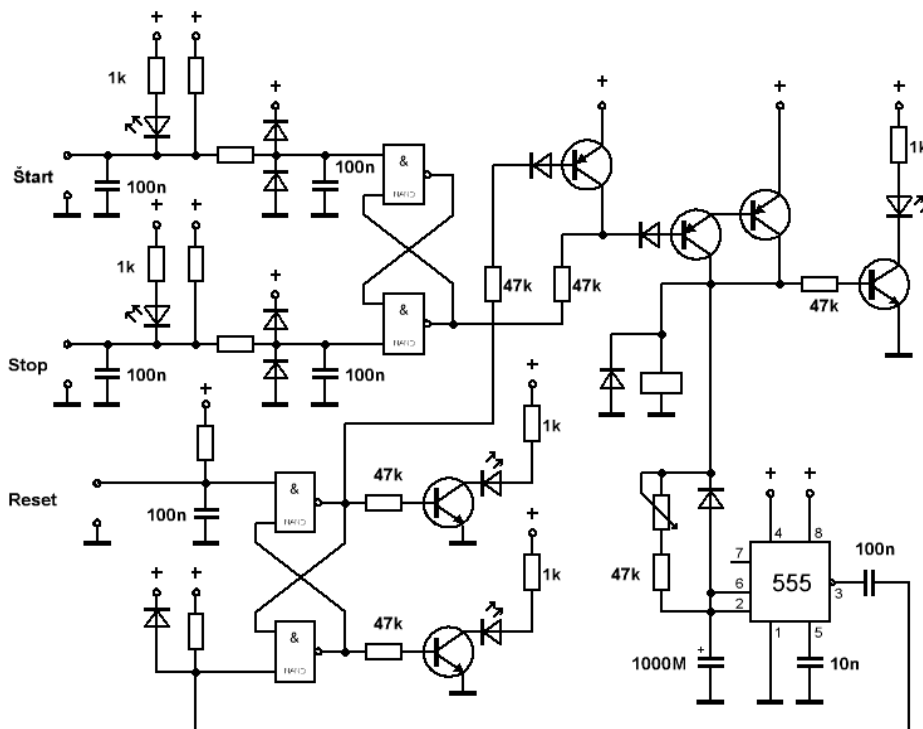
otáčanie celého návrhu alebo vybranej časti horizontálne



otáčanie celého návrhu, alebo vybranej časti do kruhu

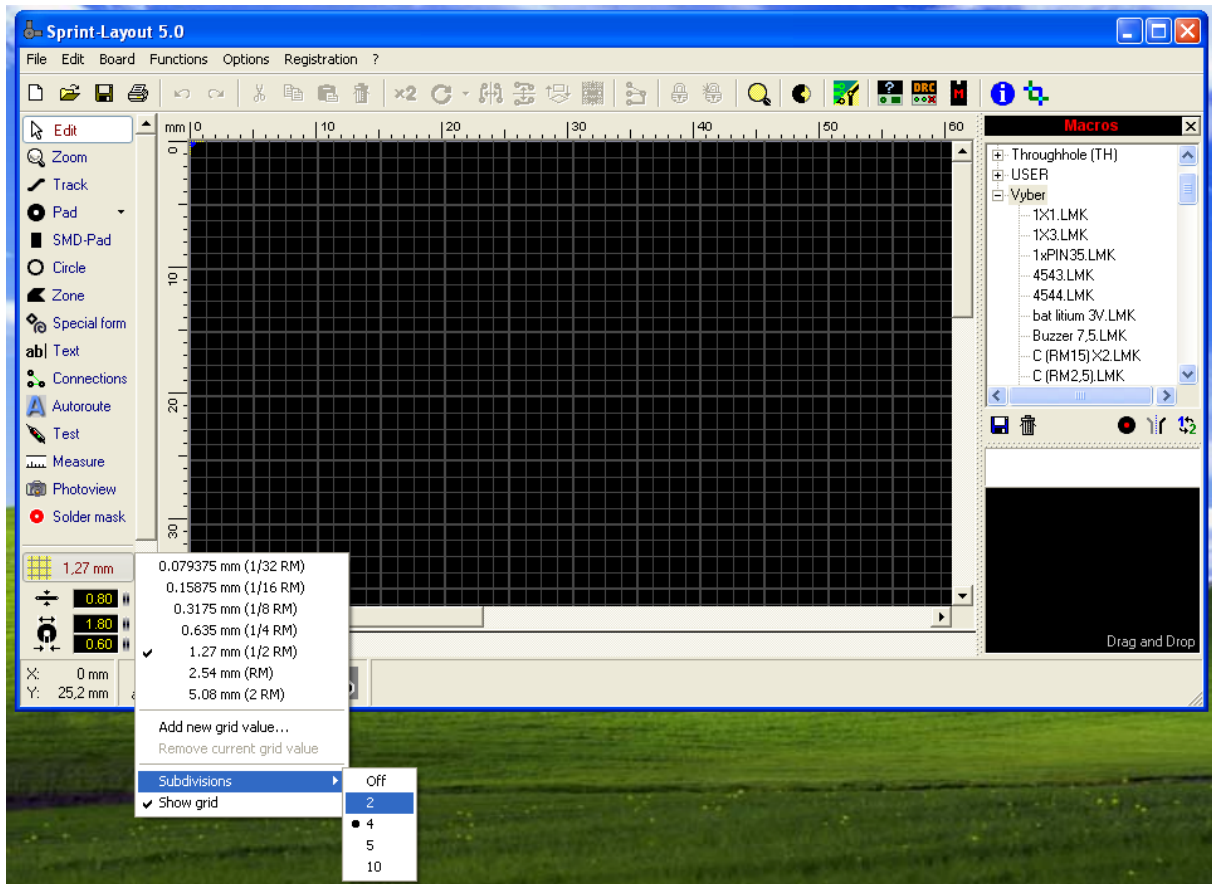
Názorný postup pri vytváraní návrhu plošného spoja.

Ako prvý krok je potrebné sa detailne oboznámiť s obvodovou schémou. Predovšetkým je dôležité poznať mechanické rozmery všetkých použitých súčiastok a ich rozmiestnenie vývodov. Nové a neznáme súčiastky je potrebné vyhľadať v katalógových listoch výrobcu súčiastky a zamerať sa na jej mechanické rozmery, rozmiestnenie a označenie vývodov.

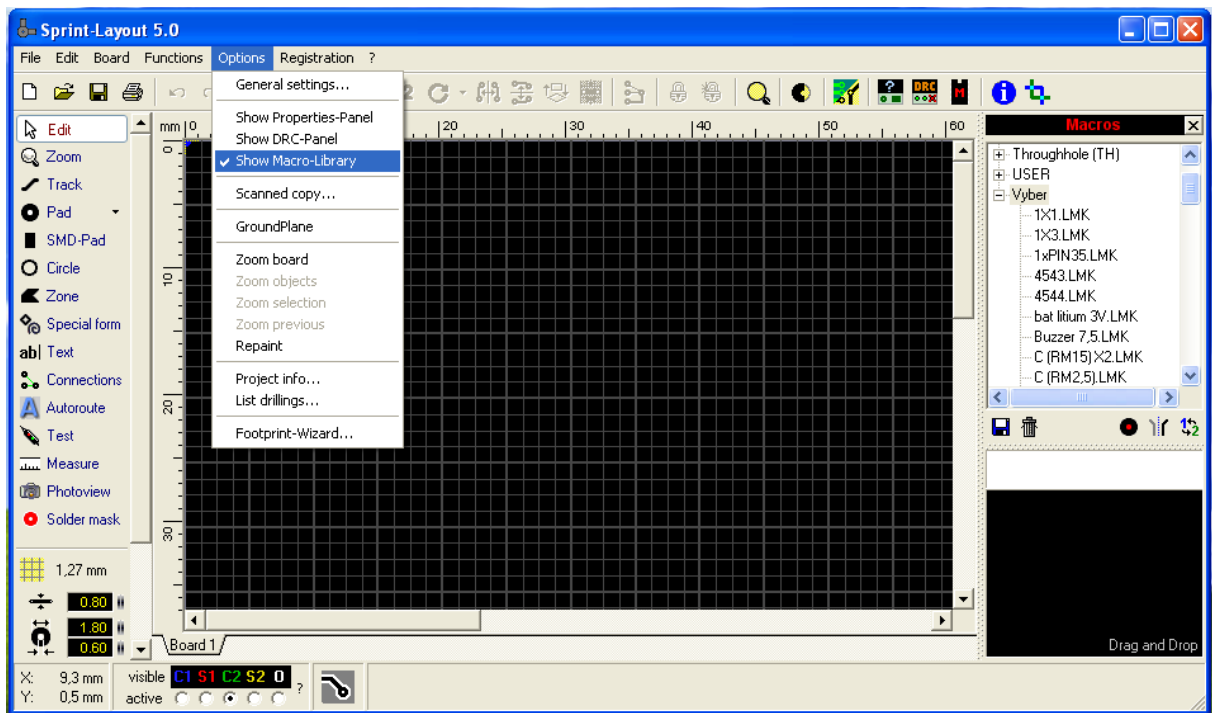


Príklad schémy pre návrh plošného spoju.

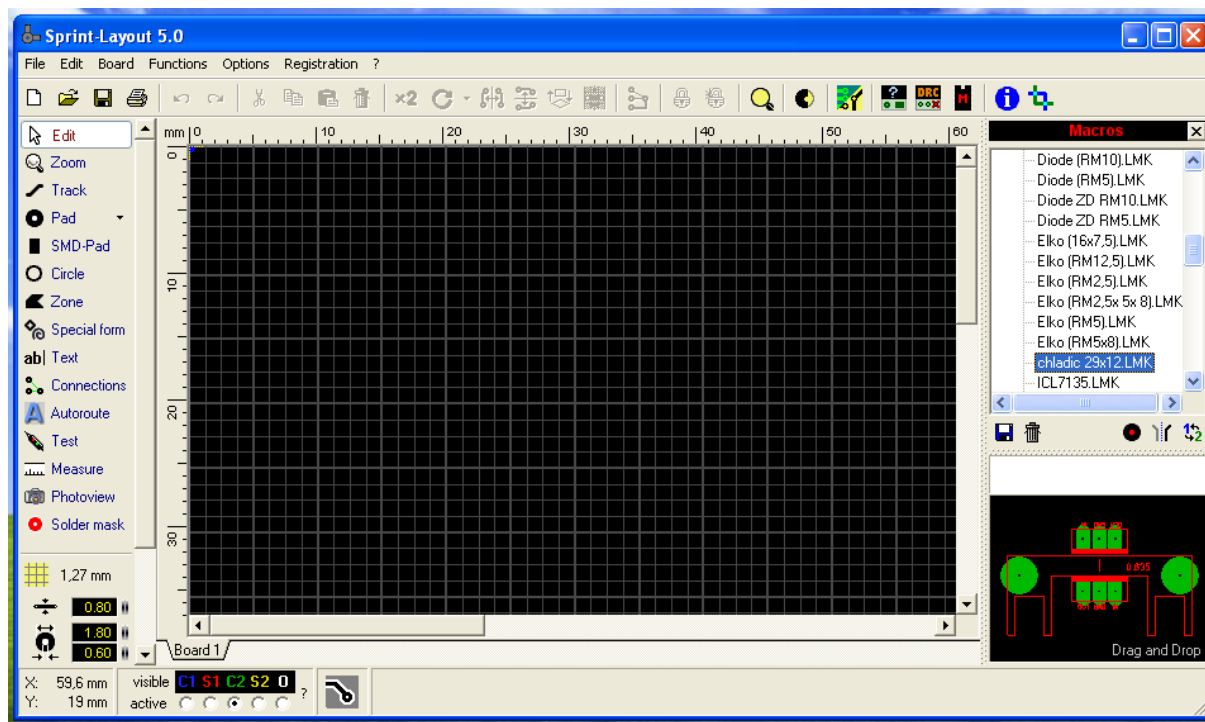
Jednotlivé nastavenia programu a postup pri návrhu dosky plošného spoja je následne rozpísaný v jednotlivých krokoch. Pre lepšiu predstavu sú pripojené jednotlivé obrázky, ktoré názorne zobrazujú skutočný stav pri návrhu.



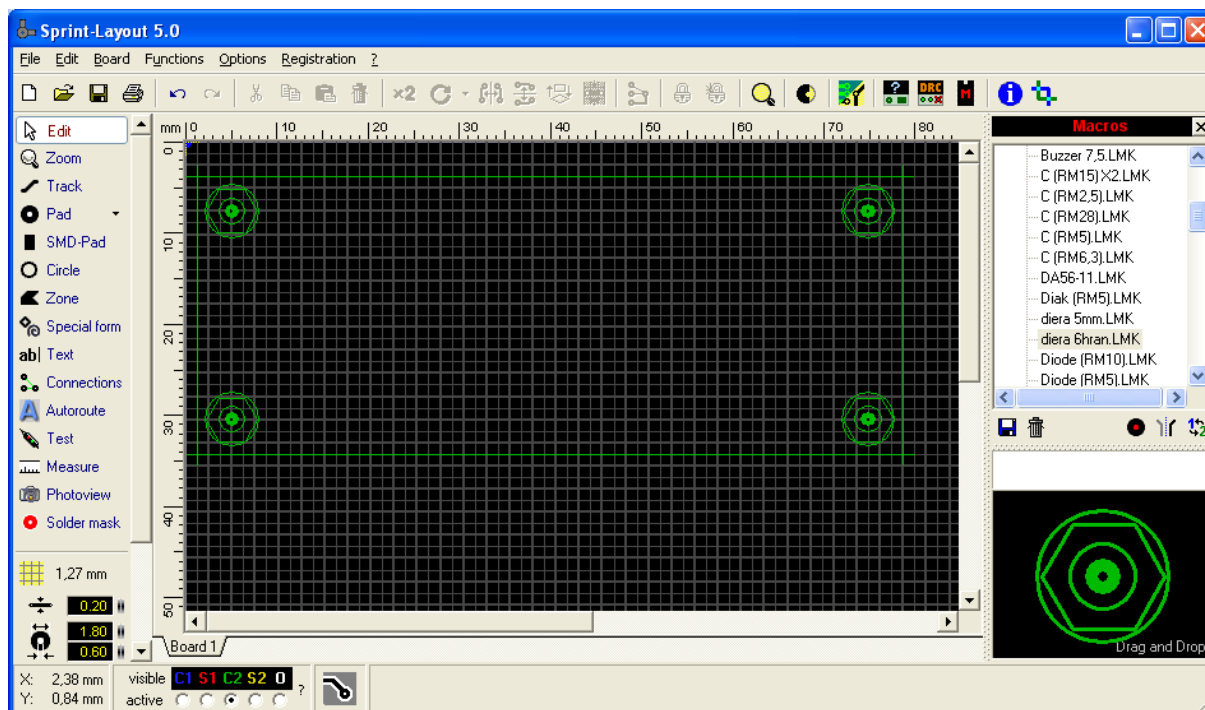
Po spustení programu je potrebné nastavenie základného rastra - zachytávajúcej siete pre rovnomerné ukladanie vložených súčiastok. Veľkosť sa určuje podľa zložitosti a hustoty návrhu. Pre jednoduchšie návrhy je vhodný rozmer 2,54 mm a Subdivisions 2.



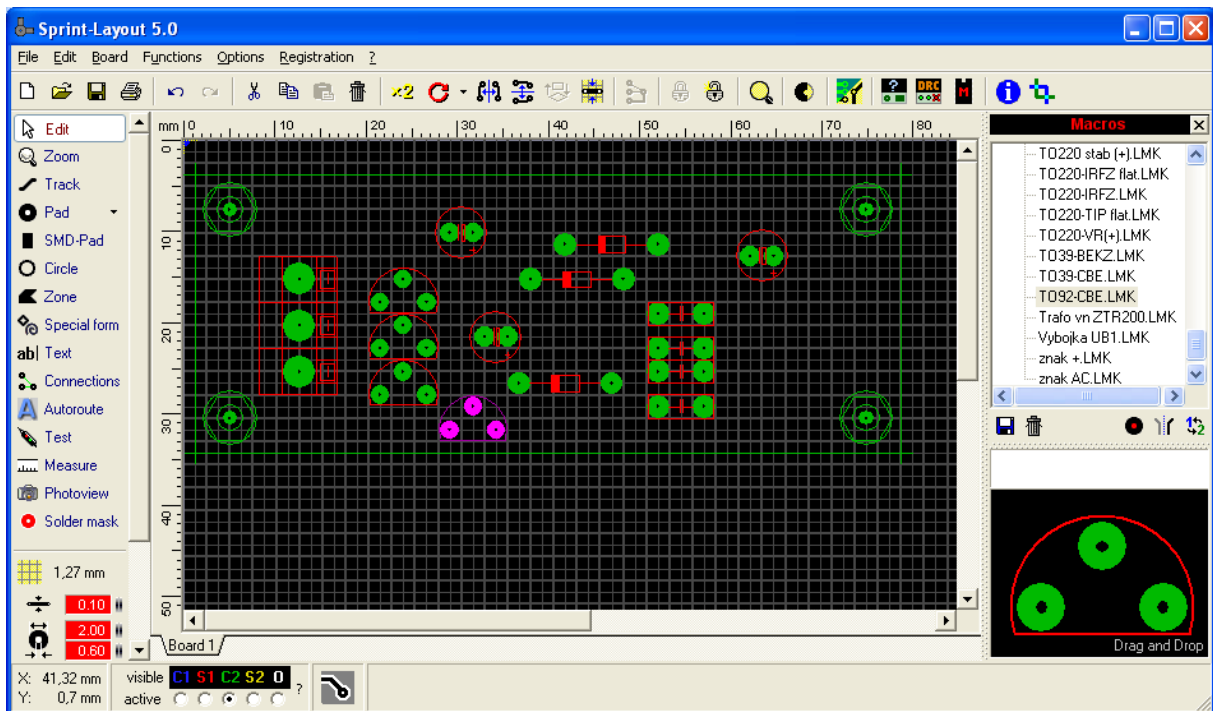
Zobrazenie knižnice súčiastok : Options / Show Macro-Library



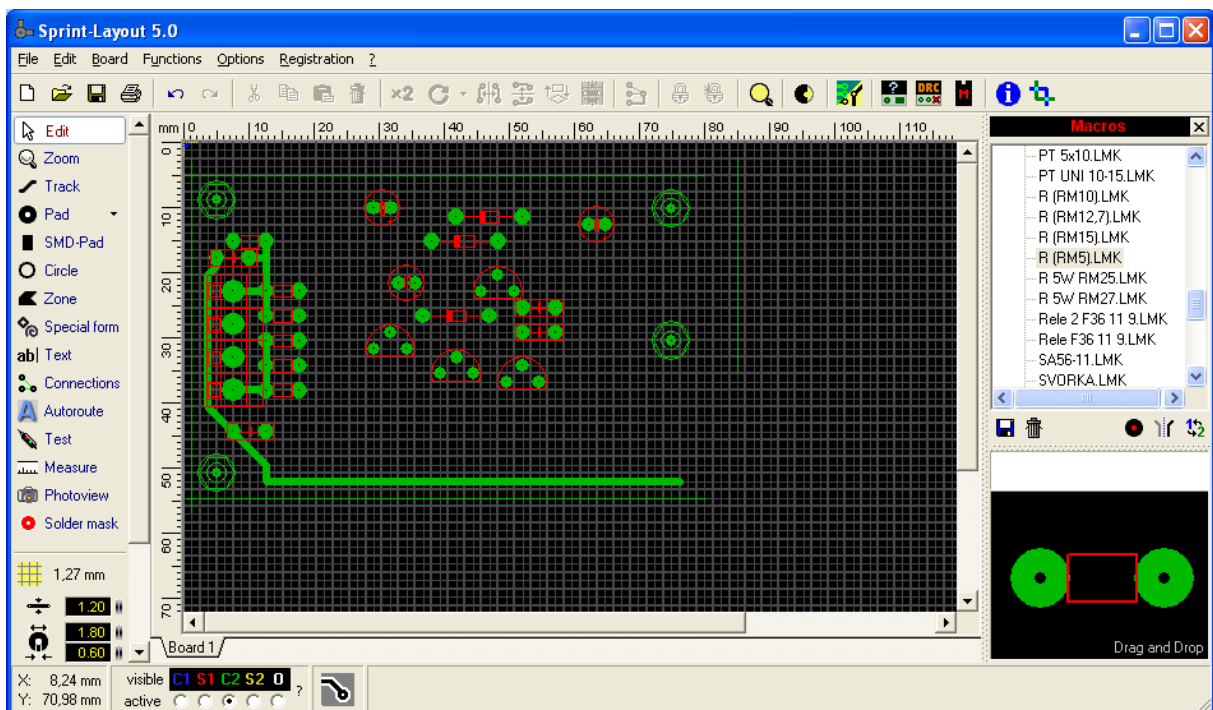
Po kliknutí na jednotlivé názvy v zozname sa súčiastky zobrazujú v náhľade.



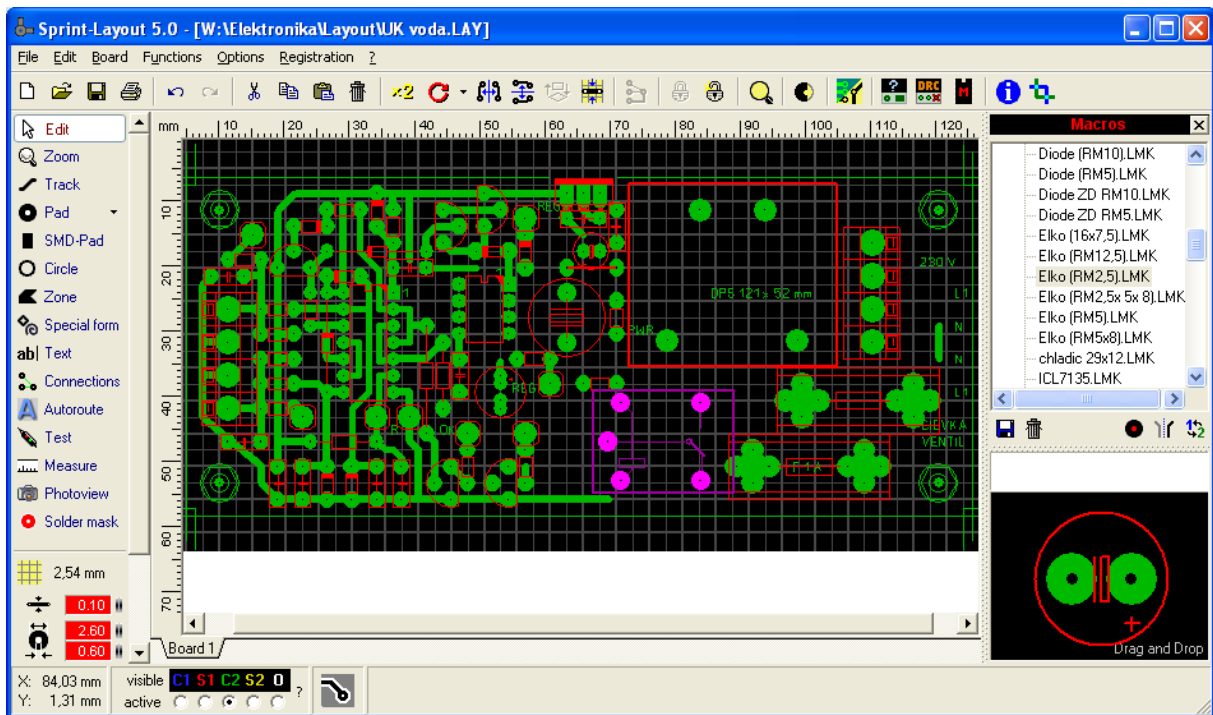
Podľa veľkosti a zložitosti schémy sa určí približný rozmer dosky plošného spoja. Do rohov sa umiestnia diery, pomocou ktorých sa doska po výrobe upevní v zariadení.



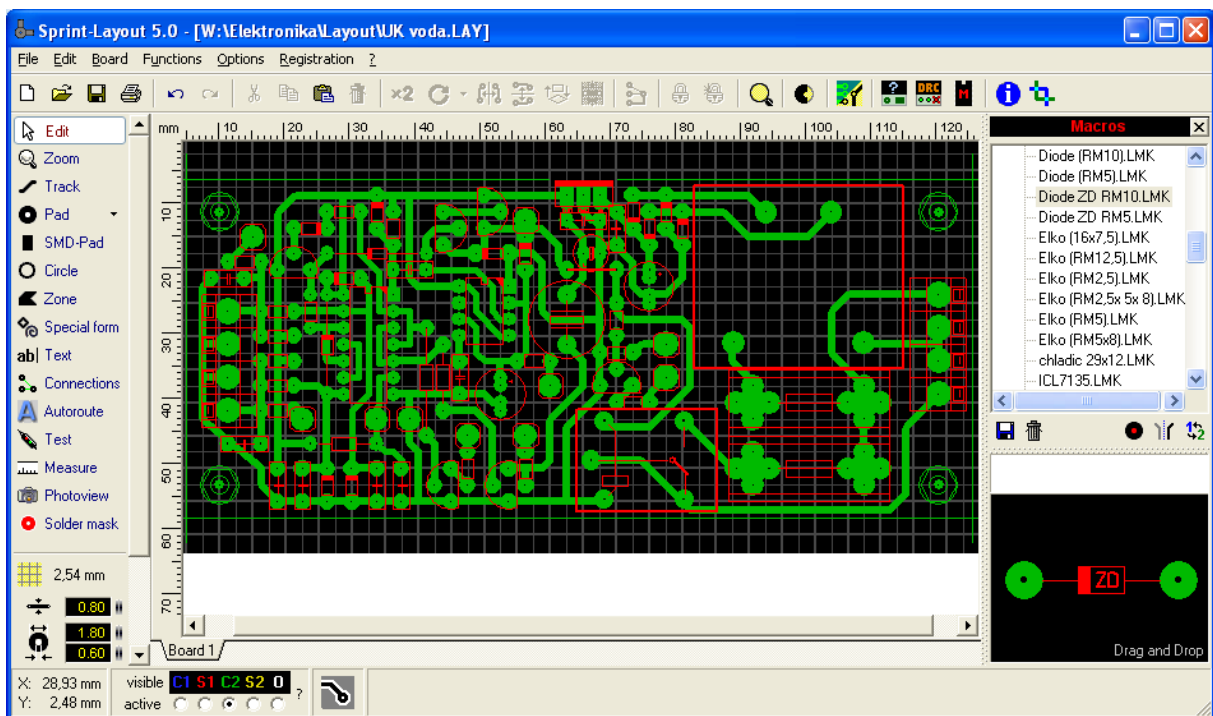
Do návrhu sa vloží niekoľko súčiastok podľa schémy, ktoré bude možné navzájom pre začiatok ľahko poprepájať. Nie je vhodné hneď na začiatku povkladať veľa súčiastok, aby sa návrh neprehustil.



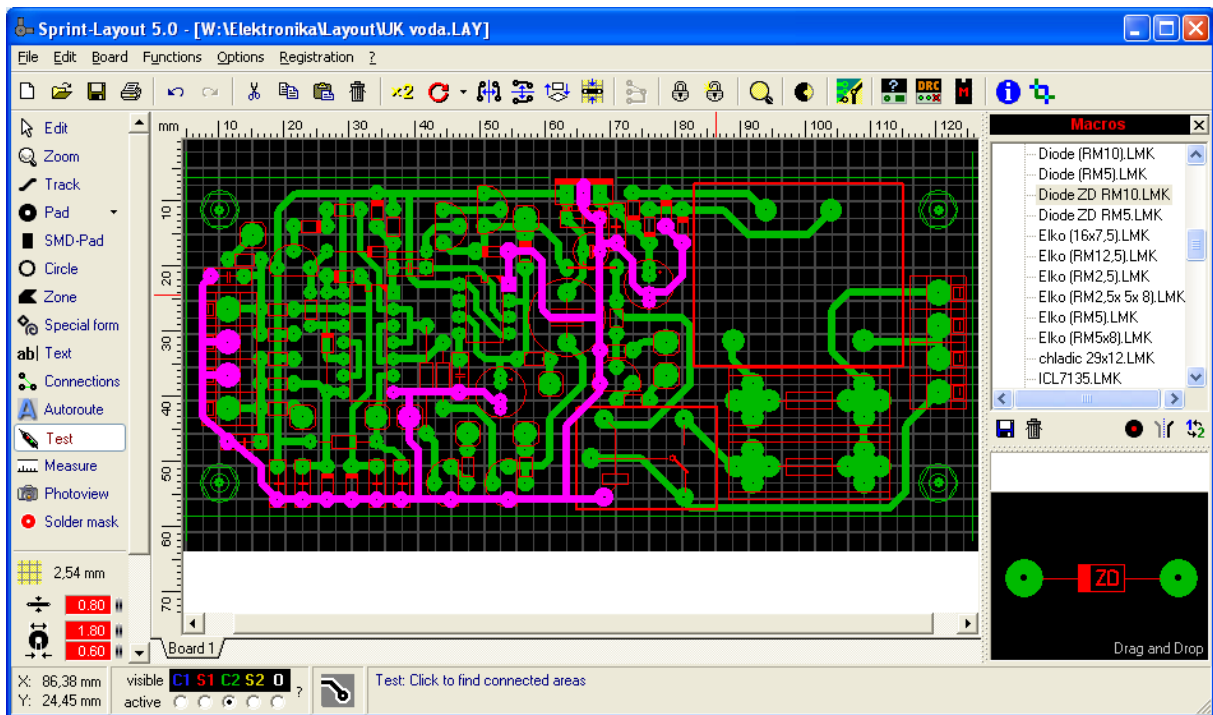
Pôvodný predpokladaný rozmer dosky je potrebné počas návrhu meniť v závislosti od vhodného uloženia jednotlivých súčiastok.



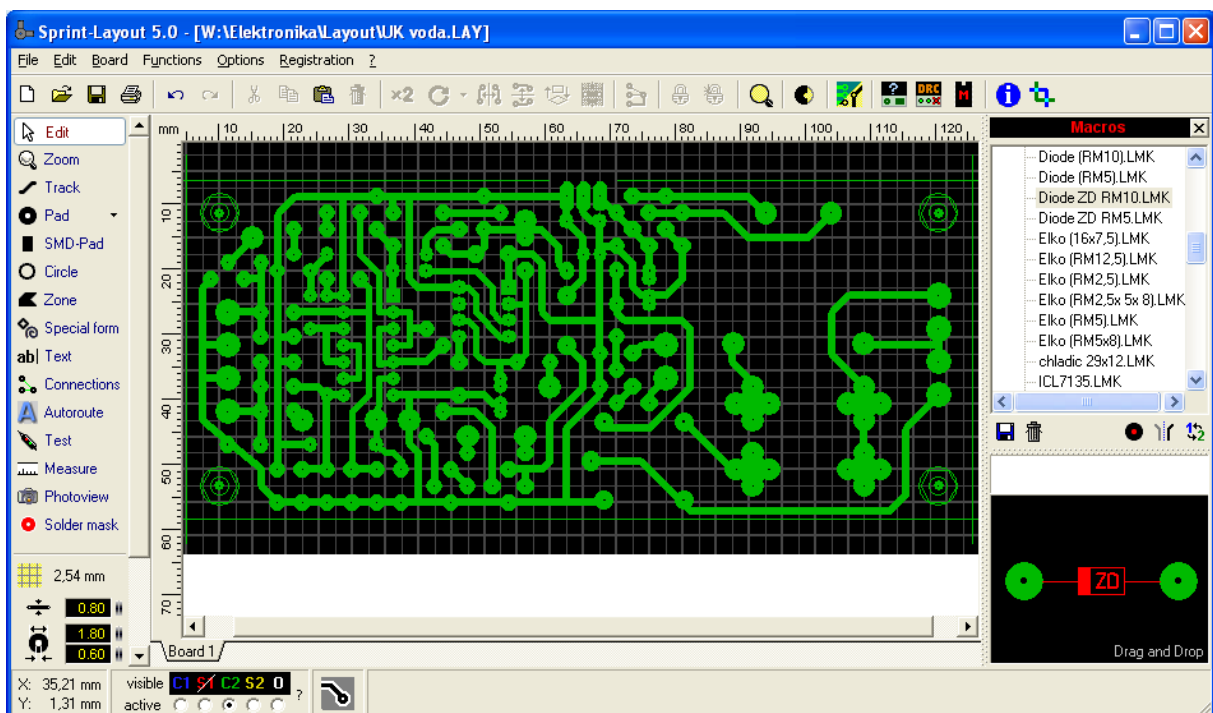
Po rozložení a približnom pospájaní väčšiny súčiastok sa šírka dosky návrhu už nemení. S umiestňovaním zvyšných súčiastok sa pokračuje po dĺžke návrhu.



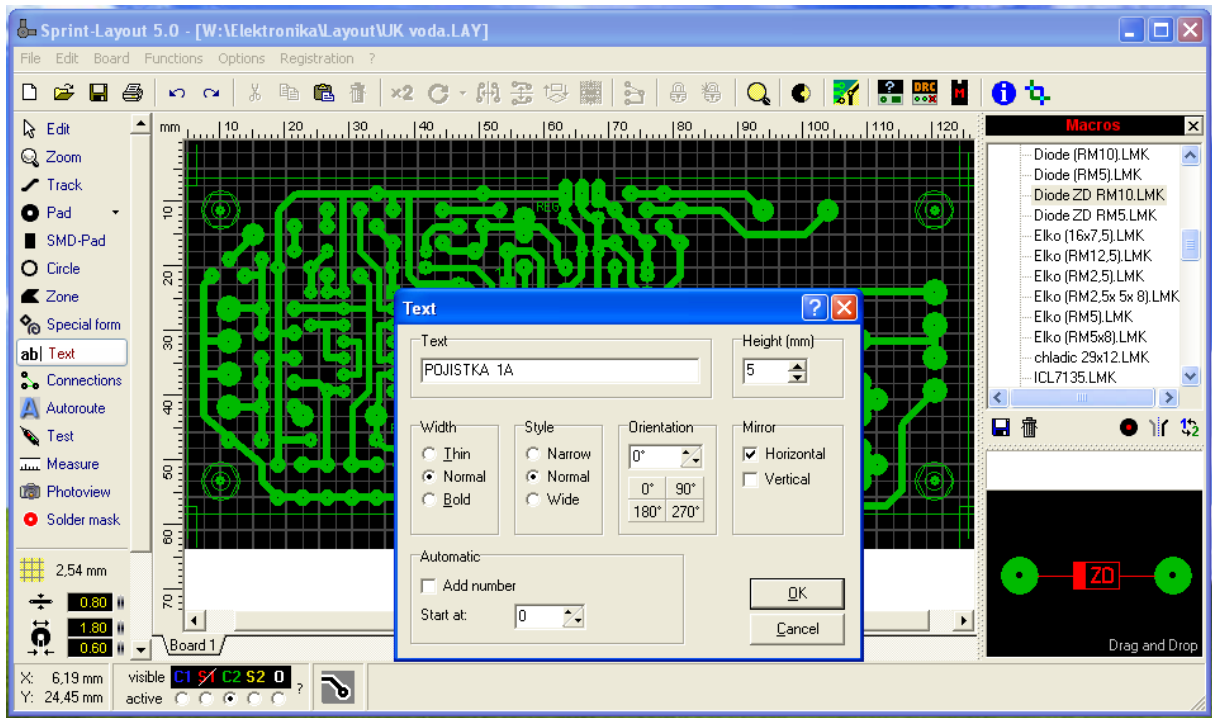
Návrh dosky plošného spoja s umiestnenými a poprepájanými súčiastkami.



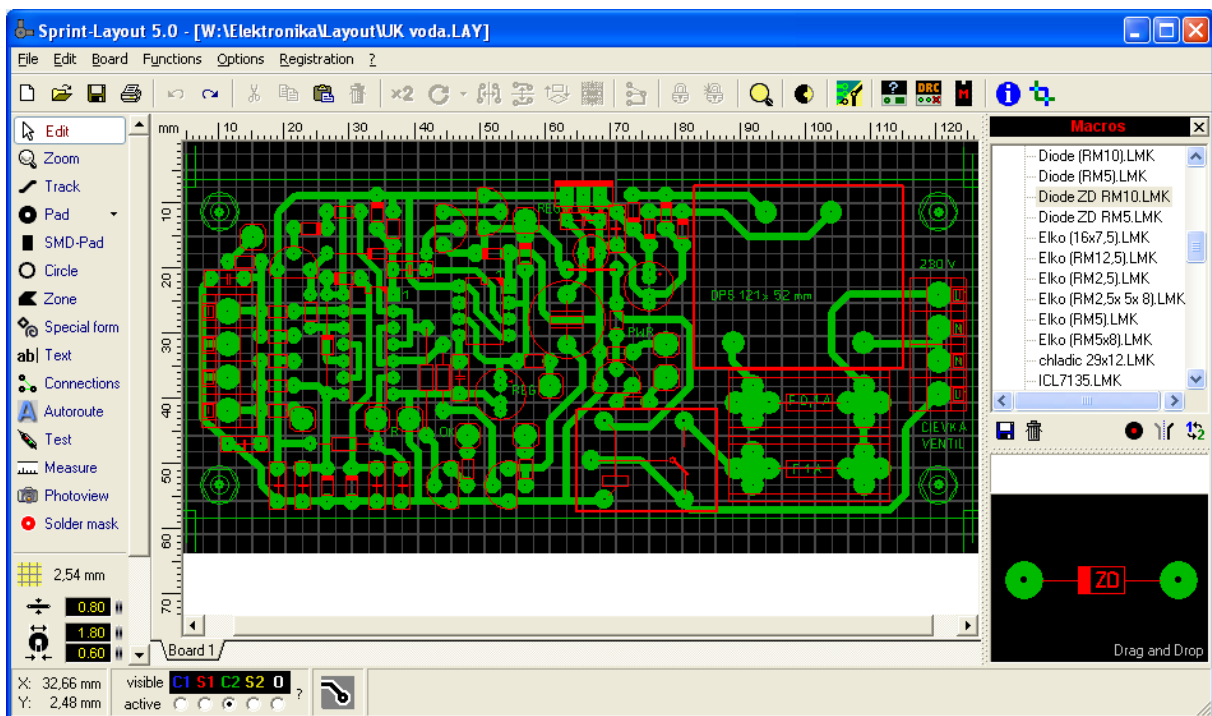
Kontrola správnosti prepojenia súčiastok. Po stlačení tlačítka test sa kliknutím myšou na niektorý prepaj celý zobrazí. Následne podľa schémy je možné preveriť správnosť zapojenia vybraného prepaja.



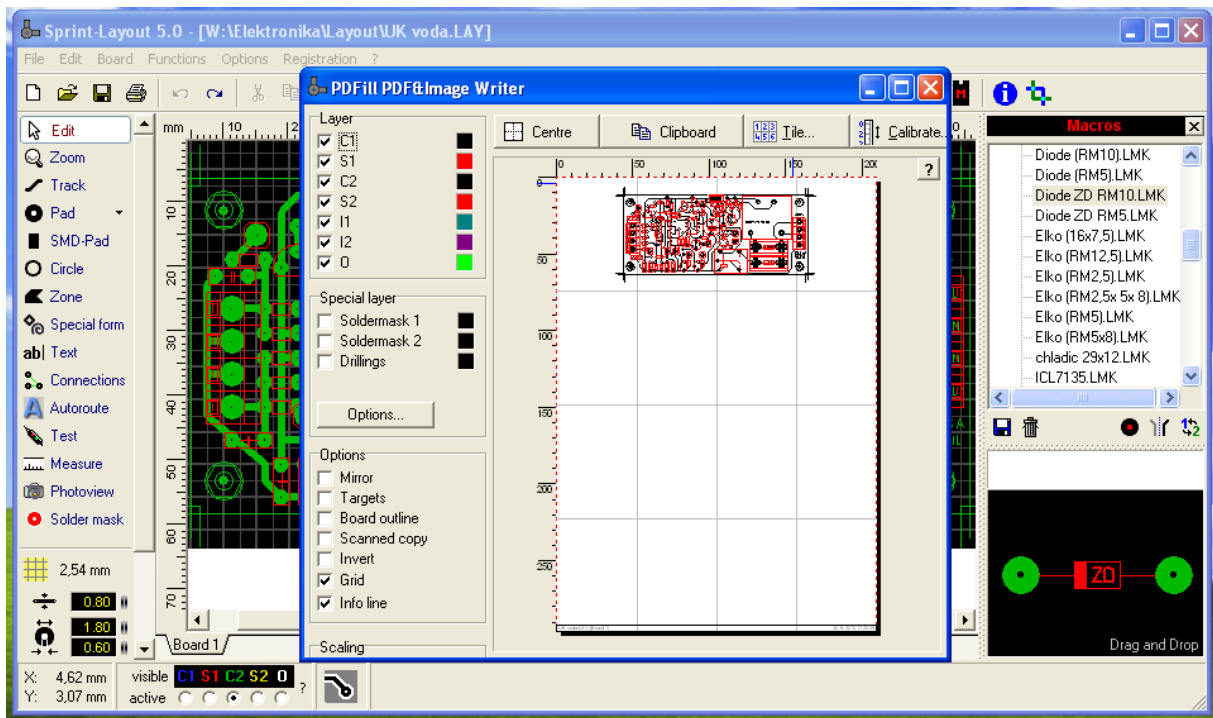
Vypnutie vrstvy S1. Táto vrstva sa používa na vykreslenie tvaru súčiastky pri vzájomnom rozmiestnení. Pri jej vypnutí je prehľadnejšie zobrazenie vytvoreného návrhu, čo uľahčí prípadnú korekciu hlavne blízkych prepajov.



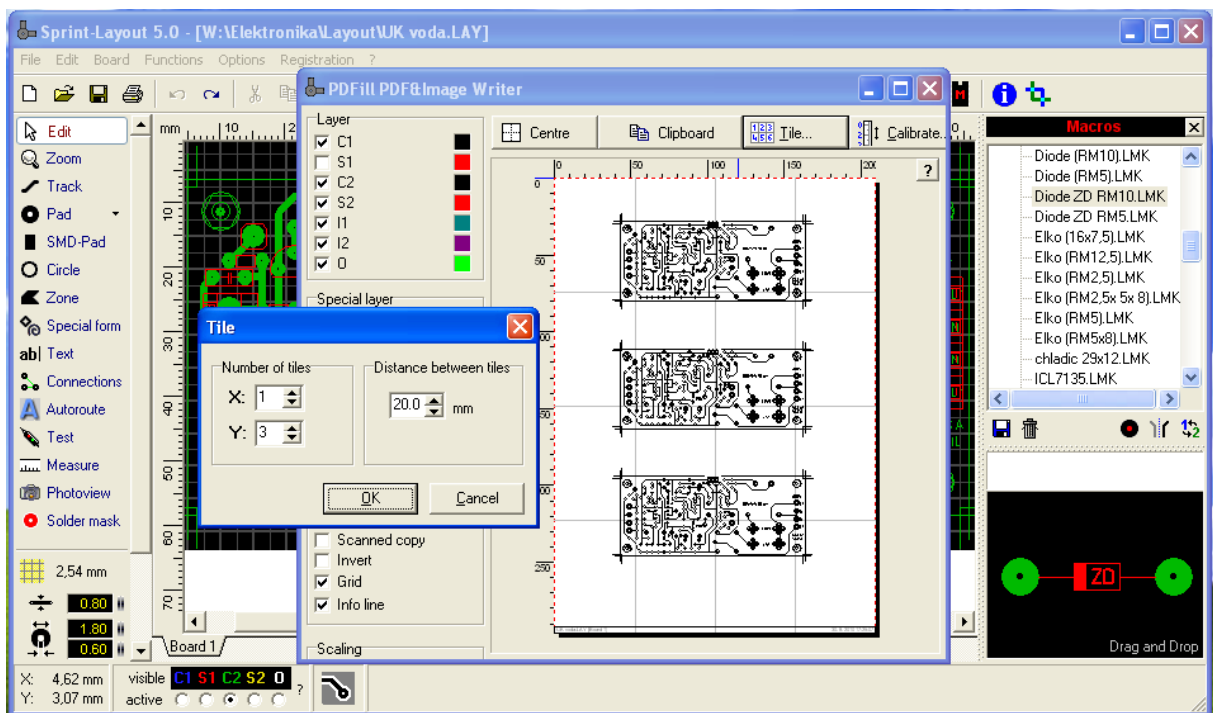
Vpisovanie textov a číslíc na voľné plochy na strane spojov. To zjednoduší orientáciu pri pripájaní dosky do určeného zariadenia.



Hotový návrh dosky plošného spoja s popísanými textami a zobrazenými vrstvami súčiastok a návrhu.



Príprava návrhu dosky pre tlač. V tomto kroku je potrebné určiť, čo sa má vytlačiť, pretože ostatné vrstvy sa musia pri tlači vypnúť.



Vypnutá vrstva S1 - strana súčiastok. V treťom náhľade je možné určiť väčší počet návrhom na jeden papier pri tlači. Umiestnenie sa určuje počtom zobrazení v osiach X,Y a tiež je možné určiť vzájomnú vzdialenosť návrhov, v tomto prípade je to 20mm.