

**Interešu izglītības metodiskais materiāls**

# **Iespiedplašu tehnoloģijas elektronikas novirziena pulciņa apstākļos**

**autors: Jānis Ozols-Ozoliņš  
BJC Rīgas Skolēnu pils**

**Rīga  
2025**

## Iespiedplašu tehnoloģijas elektronikas novirziena pulciņa apstākļos

Lai elektroniskā ierīce varētu sekmīgi un ilglaicīgi darboties, paredzot arī remonta iespējas, visiem tās komponentiem jābūt droši un precīzi savienotiem saskaņā ar principiālo elektrisko shēmu. Vislabāk to darīt, lietojot iespiedplati (PCB), kur visi komponenti novietoti uz izolācijas materiāla plāksnes un savienojumus nodrošina metāla folija celiņi. Tā atvieglo un vienkāršo arī vairāku (daudzu) ierīču salodēšanu, jo visu komponentu nomināli un atrašanās vietas jau ir norādītas. Montētājam vairs nav vajadzīga tāda kvalifikācija kā pašam autoram un salikšana kļūst gandrīz par izpriecu.

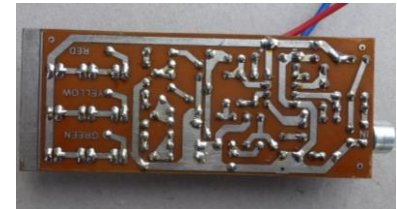
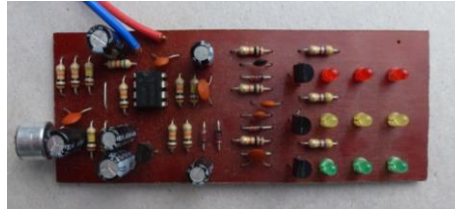
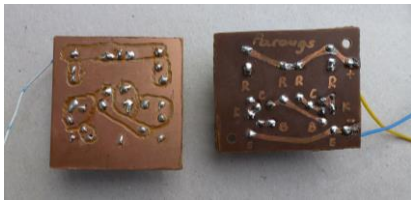


*Tā vairs nē*



*Tagad tikai tā*

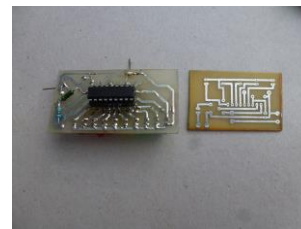
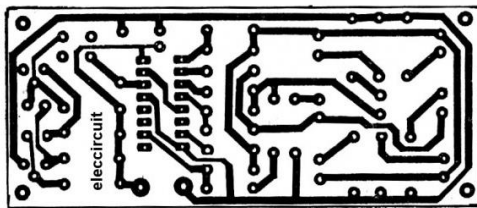
Protams, tas ir svarīgi arī tehniskās jaunrades pulciņā. Visiem gribas ātru rezultātu un to nodrošina gatavu iespiedplašu pielietošana. Kā tad tikt pie iespiedplates pulciņa apstākļos? Gadu desmitiem jaunie elektroniki plāksnes zīmēja paši ar nagu laku, nitrokrāsu vai vienkārši izgriežot un nevajadzīgo foliju noplēšot, vai ar rokas gravētāju (dremeli) izgravējot. Iespējams celiņus zīmēt arī ar Permanento marķieri EDDING, kas tomēr ir daudz vieglāk. Advancētākos pulciņos (Lietuvas kolēģi) lieto Šelkogrāfijas metodi, kas tiek izmantota ražošanas uzņēmumos. Var lietot arī tā saukto “Lāzera - gludekļa metodi”, kad plates zīmējumu spoguļattēlā izdrukā ar lāzerprinteri un pēc tam pārnes uz folgēto plates materiālu, piespiežot ar karstu gludekli. Pēc tam, ja pārnese izdevusies, lieko materiālu ķīmiski nokodina. Pašu zīmējumu var izstrādāt arī kādā no programmām, piemēram, Sprint Layout. Pietiekami kvalificēts 8. – 12. klases pulciņa audzēknis ar to var tikt galā. Protams, ievērojot piesardzību kodinot, jo piliens dzelzs hlorīda acīs - mēnesis bez telefona... Par laimi dzelzs hlorīdu vairs nevar dabūt un tiek lietotas mazāk bīstamas vielas. Fotorezista metode pulciņā nav īsti piemērota - dārgi un pārāk daudz ķīmijas, kā arī ir vajadzīga ultravioletā gaisma.



*Mūsējās - pa vienkāršo*

*Lietuvas kolēģu ar Šelkografijas metodi*

Atzīstamus panākumus šādu plašu izgatavošanā ar Lāzera - gludekļa metodi sasniedza audzēknis Andris B., Covida laikā izgatavojot metamā kauliņā un līmeņa indikatora iespiedplates.



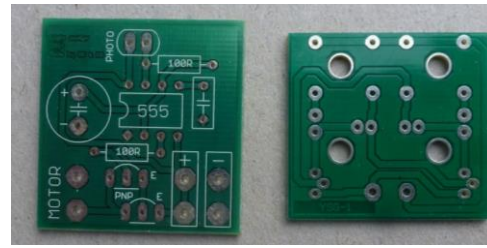
*Vēl tikai jāapgriež spoguļattēlā, jāizdrukā un jāpārnes uz plates*

Gatavas plāksnes jau gribas daudziem, arī tiem, kuri paši vēl nespēj tās izgatavot. Tātad zināma veida plāksņu krājumam pulciņā jābūt. Var pasūtīt plāksnes ar visām detaļām AliExpress, kur ir liels piedāvājums, bet var būt problēmas ar oficiālo apmaksu un jāgaida vairākas nedēļas. Turklāt tirgotājs ir ieinteresēts pārdot nevis mācīt kaut kādus nezināmus jaunus elektronikus. Shēmas bieži ir nekorektas un arī par rezultātu iepriekš nevar zināt. Taču iespiedplates var pasūtīt arī atsevišķi, pašam izstrādājot kādā no nopietnajām programmām, piemēram, KiCad vai EasyEDA. Tikai tas jāapgūst. Tādēļ lūdzām palīdzību bijušajam pulciņa audzēknim, tagad RTU maģistrantam Valteram Š., kurš viņš mums nolasīja nelielu kursu par darbu ar programmu KiCad, kā arī izstrādāja pirmo iespiedplati – shēmu ar skaitītāju CD 4060 un 18 LED diodēm. Vispirms jāuzzīmē elektriskā shēma, tad programma pēc norādījuma izprojektē plates celiņus un pēc GBR faila to var pasūtīt. Jāmaksā gan tūlīt. Gaidīšanas laiks ir saprātīgs – vidēji 2 - 3 nedēļas. Par lielām kļūdām programma brīdina, bet mazākās ieraudzīsi pats pēc dažām nedēļām, kad plate būs gatava.

Programma pati par sevi jau nezina, kādi ir mūsu apstākļi. Tai viss ir jānorāda, tādēļ tomēr ir vajadzīga praktiska pieredze darbā ar iespiedplašu projektēšanu. Jāspēj “skatīties cauri materiālam”, skatīties spoguļattēlā un spoguļattēla spoguļattēlā. Tas attīsta inženierisku domāšanu.

Bez tam platei jābūt:

1. Lodētājam “draudzīgai”, pārāk neminiaturizējot, kontaklaukumiņi un celiņi jāprojektē pietiekami plati, arī urbumus detaļām iesaku paņemt lielākus, netaupot materiālu;

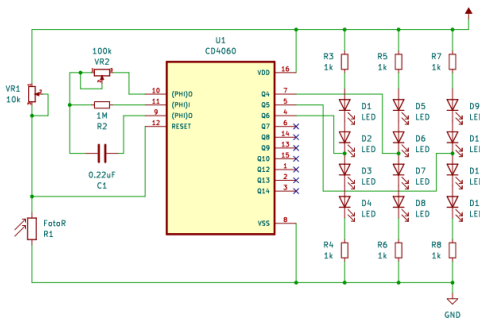


*To pa labi vieglāk lodēt...*

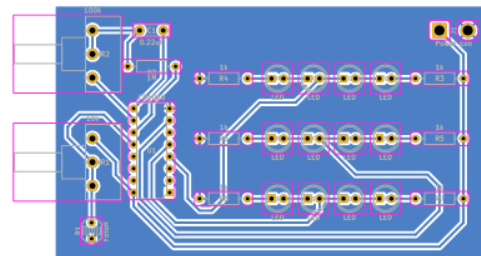
2. Ergonomiskai – lai pieslēgtermināļi un regulatori ir ērti pieejamās vietās;

3. Bāzētai uz tādiem elementiem, kādi ir mums – uzmanīgi ar programmas datubāzi, vai tās komponentes atbilst mūsējām;

Nedaudz palabojot, nākamā plate jau sanāca ekonomiskāka un draudzīgāka. Tādas pašlaik lietojam pulciņā mācību darbā. Kamēr beigsies pasūtījums.



*Elektroniskā shēma*

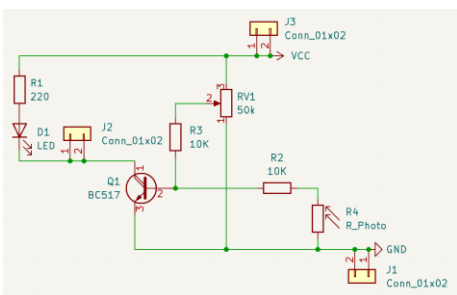


*Iespiedplates zīmējums*



*Un gatava un salodēta konstrukcija*

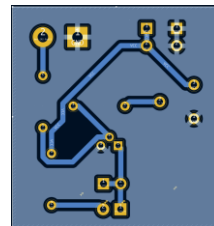
Liekot lietā iegūtās zināšanas un pieredzi, pulciņa audzēknis Dāvids P. izstrādāja plati konkursam “Elektronikas dienas2024”, kas arī sekmīgi tika izmantota. Tranzistora izvadi gan varēju būt plašāk izvietoti.



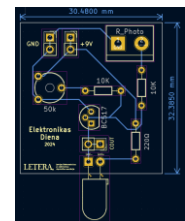
*Shēma*



*Celiņi*

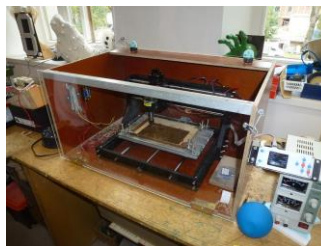


*Zemes poligons*



*Uzraksti*

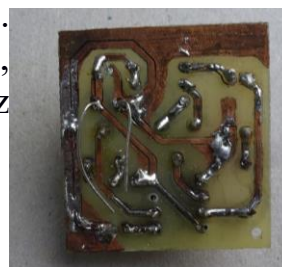
Ir vēl viens ceļš kā tikt pie PCB - pašiem izgravēt ar CNC gravēšanas mašīnu. Tā to dara, piemēram, elektronikas un robotikas klubos, ja nepieciešams izgatavot dažus paraugus vai nelielu sēriju. Pateicoties dažu audzēkņu vecāku ziedojumam, CNC mašīna VEVOR nonāca arī Rīgas Skolēnu pils elektronikas pulciņa īpašumā. Rūpes radās tūlīt un pašas no sevis, jo bija jāatrisina trokšņa un putekļu jautājums, apgaismojums, līmeņošana, nulles punkta iestādīšana, piemērotas programmas izvēle. Mašīna jau neredz, ko tā ir izdarījusi. Mašīnai, kā jau kārtīgam robotam, jādot komanda, ko darīt, kā darīt un cik ilgi darīt. Šo to izdevās atrisināt, ievietojot mašīnu stikla "būrītī".



*Skola šodien pagaidīs,  
katru dienu tādas mašīnas negadās ...*

*Putekļu sūcējs ir pagaldē*

Tomēr darbam ar šādu iekārtu vispiemērotākā būtu atsevišķa telpa un ideālā gadījumā arī attiecīgi apmācīts darbinieks - laborants. Pirmās plates nesanāca kvalitatīvi. Tās bija pusgravētas, puskodinātas, dažreiz process vienkārši apstājās, vienreiz nebija īstā draivera versija utt.



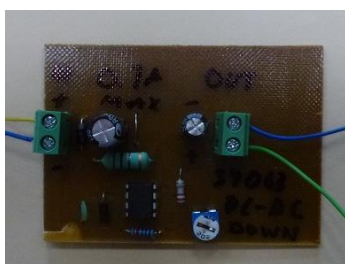
Kopēju valodu ar mašīnu atrada audzēknis Aleksandrs J., kurš tagad mācās RTU Inženierzinātņu vidusskolā. Pēc vairākām nodarbībām viņš izgatavoja plati pastiprinātājam ar mikroshēmu TDA 2003, kas bija pat ar gravētiem uzrakstiem otrā plates pusē. Dažreiz ar gravēšanu otrā pusē (jo nepieciešama gan centrēšana, gan orientēšana) nav tikuši galā pat nopietnākās iestādēs, vienkārši izlīdzoties ar uzlīmētu komponentu izvietojuma zīmējumu.

## Secinājumi:

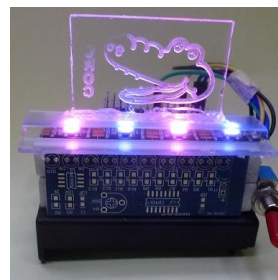
- **Gatavas PCB plāksnes pulciņā vajag.** Ne visi audzēkņi būs projektētāji, vajadzēs arī tehniķus. Tādēļ jāsāk ar gatavām plāksnēm, kuras audzēkņi lodē labprāt. Iespējama arī nelielu kļūdu labošana, kā jau mācību procesā. Rūpnieciskai platei ir arī metalizēti urbumi un lodēšanas maska - viss pa īsto.
- **Pasūtot plāksnes, jāreķinās ar laika rezervi, kamēr tās atnāks.** Tajā laikā varam strādāt pie nākamās konstrukcijas. Pārdesmit minūšu laikā prototipu var izgavēt un pārbaudīt. Piemēram, Aleksandra J. izstrādātais, izgavētais un samontētais sprieguma paaugstinātājs aizņēma nedaudz vairāk kā pusstundu laika.



*Celiņi*



*Samontēts*



*Aleksandra firmas zīme CROCO*

Mazai atslodzei var gravēt arī uz organiskā stikla dažādus nieciņus utt. Nevajag ne gudri, ne pareizi – lai ir vienkārši skaisti...

- Jāpiebilst, ka ar iepriekš aprakstītajiem paņēmieniem pie laba rezultāta spēj tikt ne visi audzēkņi. Labus rezultātus pārsvarā sasniedz konkursu un olimpiāžu godalgoto vietu ieguvēji. **Iesācējiem jāparedz arī vienkāršāki paņēmieni ar to pašu rokas zīmēšanu, kā arī ar lāzera printera - gludekļa metodi.** Viena no pamatprasībām elektronikā ir saprast saikni starp shēmu un reālo konstrukciju un darbs ar iespiedplāksnēm veicina šo sapratni. Dažos Ukrainas pulciņos katram audzēknim ir jāizstrādā plate savai konstrukcijai. Tas tiek prasīts arī konkursos, tādēļ par ukraiņu sasniegumiem elektronikā var paskatīties ziņās.
- **Izgatavojot uz vietas ar gravēšanas paņēmienu ir jāatrisina trokšņa un skaidu jautājums.** Mums visas skaidas tomēr nepazūd.

Pārstāstīt detalizētāk nevar, jo precīzi atkārtot visus apstākļus tik un tā nebūs iespējams. Vienīgais veids kā mācīties ir pašam reāli sākt un darīt.

Tāds bija mūsu ceļš un tādi ir rezultāti. Apstāties nav plānots. Varbūt frēzes vietā uzliekam lāzeri? Būs gan uguns, gan dūmi...