



Varilni aparat iz mikrovalovne
Raziskovalna naloga
Raziskovalno področje: Elektrotehnika, elektronika

Avtor: Luka Žalig
Mentor: Nemanja Milenkovič

Maribor, 2025

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	4
SUMMARY	4
ZAHVALA	5
1. UVOD	6
1.1-Opis problema	6
1.2-Cilj naloge	6
1.3-Rešitev	6
2. PREGLED STANJA TEHNIKE (1-1)	7
2.1 Kaj je varjenje?	7
2.2 Kako deluje varjenje?	7
2.3 Osnovni elementi varjenja	8
2.4 Osnovne vrste varjenja	8
2.5 Kaj je točkovno varjenje?(1-2)	10
2.6 Kako deluje točkovno varjenje?	10
2.7 Ključne lastnosti točkovnega varjenja	11
2.8 Prednosti in slabosti točkovnega varjenja	12
2.9 Uporaba točkovnega varjenja:	12
2.9.1. Transformator(1-3)	13
2.9.2. Kako deluje transformator nasploh?	14
2.9.4.Vrste transformatorjev:	15
2.9.3. Kako deluje transformator, ki ga uporabljamo pri točkovnem varjenju?	15
2.9.4. Sestava transformatorja za točkovno varjenje	16
3. PREGLED STANJA TEHNIKE(1-4)	17
3.1. Primerjava tržišča – problem	17
3.2. Raziskava trga	17
3.3. Povzetek	18
4. MATERIALI(1-5)	19
4.1. Opis uporabljenih komponent in nabave materiala	19
4.2. Nabava materiala(1-6)	29
4.3. Metode izdelave(1-7)	30
5. REZULTATI IN IZSLEDKI(1-8)	35
5.1 Izračuni	35
5.2 Primarno navitje	35
5.3 Sekundarno navitje	36
5.4 Izračun vseh podatkov transformatorja	37
5.6 Meritve z voltmetrom	39
5.7 Povzetek računov	39
6. DRUŽBENA ODGOVORNOST	39

7. ZAKLJUČEK.....	40
8. PRILOGE	41
9. VIRI IN LITERATURA	41

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Varjenje (vir: internet)</i>	<i>7</i>
<i>Slika 2: Točkovno varjenje (vir: internet)</i>	<i>10</i>
<i>Slika 3: Transformator (vir: internet)</i>	<i>14</i>
<i>Slika 4: Tecna 7900 (vir: internet)</i>	<i>18</i>
<i>Slika 5: Konice aparata (vir: osebni arhiv)</i>	<i>20</i>
<i>Slika 6: Vrezan navoj na konicah (vir: osebni arhiv)</i>	<i>20</i>
<i>Slika 7: Upočasnilno vezje (vir: osebni arhiv)</i>	<i>21</i>
<i>Slika 8: Termostat (vir: osebni arhiv)</i>	<i>23</i>
<i>Slika 9: Vhod napeljave (vir: osebni arhiv)</i>	<i>24</i>
<i>Slika 10: Izdelek v programu Onshape (vir: osebni arhiv)</i>	<i>24</i>
<i>Slika 11: Laserski izrez (vir: osebni arhiv)</i>	<i>24</i>
<i>Slika 12: Stikalo (vir: internet)</i>	<i>25</i>
<i>Slika 13: 3D model škatle (vir: osebni arhiv)</i>	<i>27</i>
<i>Slika 14: 2D model škatle (vir: osebni arhiv)</i>	<i>27</i>
<i>Slika 15: Tehnična risba škatle (vir: osebni arhiv)</i>	<i>27</i>
<i>Slika 16: Čiščenje pločevine (vir: osebni arhiv)</i>	<i>27</i>
<i>Slika 17: Plastične obemke (vir: osebni arhiv)</i>	<i>28</i>
<i>Slika 18: Leseno ogrodje (vir: osebni arhiv)</i>	<i>30</i>
<i>Slika 19: Pritrjevanje stranic za osovino (vir: osebni arhiv)</i>	<i>30</i>
<i>Slika 20: Stročna matica (vir: internet)</i>	<i>31</i>
<i>Slika 21: Barvanje lesenega ogrodja (vir: osebni arhiv)</i>	<i>31</i>
<i>Slika 22: Pritrditev konic (vir: osebni arhiv)</i>	<i>32</i>
<i>Slika 23: Upognjen nosilec (vir: internet)</i>	<i>32</i>
<i>Slika 24: Raven nosilec (vir: internet)</i>	<i>32</i>
<i>Slika 25: Sestav vezja na PCB plošči (vir: osebni arhiv)</i>	<i>33</i>
<i>Slika 26: Vezanje elektronike (vir: osebni arhiv)</i>	<i>34</i>
<i>Slika 27: Pritrditev in vezava vezja (vir: osebni arhiv)</i>	<i>34</i>
<i>Slika 28: Končen izdelek (vir: osebni arhiv)</i>	<i>35</i>

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1</i>	<i>29</i>
<i>Tabela 2</i>	<i>39</i>

POVZETEK

Točkovno varjenje je ena izmed najbolj uporabljenih metod varjenja v industriji, predvsem pri izdelavi kovinskih konstrukcij. Vendar pa tradicionalni varilni aparati pogosto zahtevajo visoko stopnjo strokovnosti pri uporabi in niso vedno prilagodljivi za različne vrste nalog. Zato sem se odločil narediti točkovni varilni aparat, ki je enostaven za uporabo, kompakten in ima možnost nastavljanja oz. prilagajanja varilne moči. Končen cilj naloge je izdelati cenovno dostopen aparat, ki je primeren za razne tehniške šole, ki bi jim zelo pripomogel pri razumevanju elektrotehnike in strojništva.

Ključne besede: točkovno varjenje, enostaven, cenovno dostopen, šole, nastavljiva moč

SUMMARY

Spot welding is one of the most commonly used welding methods in the industry, especially in the manufacturing of metal structures. However, traditional welding machines often require a high level of expertise to operate and are not always adaptable to different types of tasks. That's why I decided to create a spot welding machine that is easy to use, compact, and offers adjustable welding power. The final goal of this project is to develop an affordable device suitable for various technical schools, where it could greatly assist in the understanding of electrical engineering and mechanical engineering.

Key words: spot welding, simple, affordable, schools, adjustable power

ZAHVALA

Zahvalil bi se mentorju, ki mi je bil vedno na voljo in svetoval glede priprave in izvedbe raziskovalne naloge. Zahvalil bi se tudi drugim učiteljem, ki so mi pomagali pri računanju raznih podatkov za nalogo ter učiteljici slovenščine, ki mi je pregledala raziskovalno nalogo. Zahvaljujem se tudi podjetju Iprovar d.o.o, ki mi je svetovalo in uspešno naredilo ohišje aparata. Velika zahvla pa gre moji družini, ki me je ves čas podpirala čustveno in tudi finančno.

1. UVOD

1.1-Opis problema

V izobraževalnih ustanovah, kot so srednje tehniške šole in fakultete, primanjkuje preprostih, cenovno dostopnih in varnih učnih pripomočkov, s katerimi bi lahko dijaki praktično spoznali osnove varjenja in delovanje električnih komponent, kot je transformator. Obstoječe varilne naprave so pogosto prevelike, kompleksne in zahtevne za uporabo. To otežuje izvajanje osnovnih praktičnih vaj, predvsem za začetnike, pri učnih predmetih, kjer je cilj prikaz osnovnih principov in ne profesionalna uporaba.

1.2-Cilj naloge

Cilj naloge je izdelati kompakten, enostaven in prenosljiv točkovni varilni aparat, ki bo služil kot učni pripomoček za elektronike in strojne tehnike. Aparat bom poskusil narediti čim bolj cenovno dostopen, da si ga bodo lahko privoščile šole, kot učni pripomoček. Naprava bo zasnovana tako, da bo omogočala nastavljanje moči, kar bo uporabniku omogočilo boljši nadzor nad postopkom varjenja. Za elektronike bo naprava uporabna pri učenju delovanja transformatorjev in njihove uporabe pri varjenju. Za strojnike pa bo predstavljala varen način spajanja manjših kovinskih komponent in učenje osnov točkovnega varjenja.

1.3-Rešitev

Rešitev temelji na izdelavi točkovnega varilnega aparata, ki uporablja transformator za znižanje napetosti in povečanje toka, kar omogoča lokalno taljenje kovin na točki stika. Aparat bo narejen iz preprostih, dostopnih komponent (npr. transformatorja, bakrene elektrode, stikala za proženje, upočasnilnega in regulacijskega vezja ipd.). Zaradi enostavne zasnove in nizke napetosti, bo aparat varen za uporabo, hkrati pa dovolj

zmogljiv za prikaz osnov varjenja. Zaradi možnosti nastavitve moči, bo primeren za različne vrste kovinskih komponent in različne učne primere. Naprava bo tako omogočala učinkovito izvajanje praktičnega učenja osnov transformatorjev in varjenja v izobraževalnem okolju.

2. PREGLED STANJA TEHNIKE (1-1)

V tem poglavju bom naredil kratko raziskavo glede varjenja na sploh in o točkovnem varjenju. Prvič bom razložil kaj je sploh točkovno varjenje in kje se uporablja. Nato bom naredil kratko raziskavo glede drugih točkovnih aparatov na trgu ter o njihovih cen. Na koncu bom opisal, kako bi lahko na podlagi pridobljenih podatkov izboljšal in prilagodil točkovni varilni aparat, da bi bil primeren za šolske potrebe.

2.1 Kaj je varjenje?

Varjenje je postopek spajanja dveh ali več kovinskih (ali tudi nekovinskih) delov, s pomočjo toplote, pritiska ali kombinacije obojega. Pri tem se pogosto uporablja dodajni material, ki pomaga ustvariti močno in trajno vez. Namen varjenja je doseči spoj, ki je enako močan ali celo močnejši od osnovnega materiala. Gre za enega ključnih postopkov v industriji, saj omogoča izdelavo in popravilo konstrukcij, strojev, cevovodov, ladij, vozil in drugih izdelkov.



Slika 1: Varjenje (vir: internet)

2.2 Kako deluje varjenje?

Postopek varjenja poteka tako, da se materiali segrejejo do temperature taljenja (ali blizu nje), nato pa se pod različnimi pogoji spojijo. Varjenje je v veliki meri odvisno tudi od materiala, ki ga varimo in njegovih lastnosti. Pri varjenju se lahko uporabljajo različni principi spajanja, to so:

Toplota: ki se generira z električnim oblokom, plamenom, laserjem ali trenjem.

Pritisk: pri nekaterih metodah (npr. uporovno varjenje) se materiali stisnejo skupaj, da se ustvarijo trdni spoji.

Zaščitni plini in premazi: ti preprečujejo oksidacijo in izboljšajo kakovost vara.

2.3 Osnovni elementi varjenja

- Varilni izvor energije – električni oblok, plinski gorilnik, laser, ultrazvok itd.
- Elektrode ali žica – lahko so potrošne (se stopijo in postanejo del vara) ali netaljive (npr. volframova elektroda pri TIG varjenju).
- Zaščitni plin ali obloga – ščiti talino pred oksidacijo in vplivi zraka.
- Osnovni in dodajni material – osnovni material je tisti, ki se vari, dodajni material pa se uporablja po potrebi, za zapolnitev spoja.

2.4 Osnovne vrste varjenja

Varjenje lahko razdelimo glede na način spoja in vir energije, ki se uporablja. Osnovne vrste so:

- Plamensko varjenje (Oksi-acetilensko varjenje – OAW)

Uporablja plamen, ki nastane z gorenjem acetilena v kisiku.

Primeren za tanke kovine, popravila in cevovodne instalacije.

- Električno obločno varjenje

Za taljenje osnovnega in dodajnega materiala uporablja električni oblok. Med najbolj priljubljenimi metodami so:

- MMA/REL (Ročno Elektroločno varjenje)

Uporablja oplaščene elektrode, ki med varjenjem oddajajo zaščitne pline.

Primerno za gradbeništvo, jeklene konstrukcije in popravila.

- b) MIG/MAG (Metal Inert Gas/Metal Active Gas) varjenje

Uporablja varilno žico kot elektrodo in zaščitni plin.

MIG (inerten plin, kot je argon) – za aluminij in nerjaveče jeklo.

MAG (aktiven plin, kot je CO₂) – za ogljikova jekla.

- c) TIG (Tungsten Inert Gas) varjenje

Zagotavlja visoko kakovost vara, a je počasnejše od MIG/MAG.

Primerno za tanke pločevine, nerjaveče jeklo, aluminij in baker.

- Točkovno varjenje (uporovno varjenje)

Uporablja električni tok in pritisk za spajanje kovin.

Pogosto se uporablja v avtomobilski industriji za varjenje tankih pločevin.

- Lasersko in elektronsko žarkovno varjenje

Izjemno natančno in hitro, uporablja visokoenergijske žarke.

Primerno za letalsko, vesoljsko in medicinsko industrijo.

- Eksplozijsko in ultrazvočno varjenje

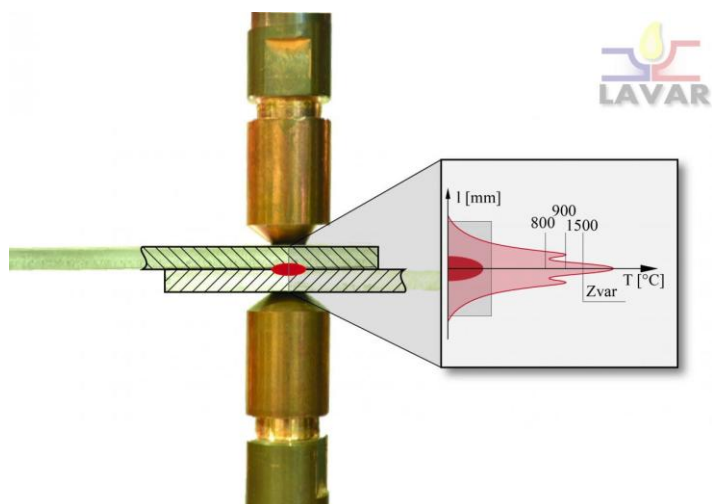
Eksplozijsko varjenje za spajanje kovin uporablja eksplozijo, pogosto različnih materialov.

Ultrazvočno varjenje uporablja vibracije pri visokih frekvencah in je primerno za plastiko in tanke kovine.

2.5 Kaj je točkovno varjenje?(1-2)

Točkovno varjenje je vrsta uporovnega varjenja, kjer se dva ali več kovinskih delov spojita, s pomočjo električnega toka in mehanskega pritiska. Pri tem se ustvarijo posamezne varilne točke (zvari), ki so zelo čvrste.

Točkovno varjenje spada med uporovno varjenje, saj izkorišča električni upor materiala za generiranje toplote, ki kovino stopi na mestu stika. Postopek se pogosto uporablja v avtomobilski industriji, proizvodnji gospodinjskih aparatov in elektroniki.



Slika 2: Točkovno varjenje (vir: internet)

2.6 Kako deluje točkovno varjenje?

1. Postavitev obdelovancev

Kovinski deli (običajno pločevina) se postavijo drug na drugega, med dve bakreni elektrodi varilne naprave. Običajno so obdelovanci debeli od 0,5 mm do 3 mm.

2. Pritisk elektrod

Elektrodi pritisneta na material s prednastavljeno silo, da zagotovita dober stik in enakomerno prevodnost.

3. Električni tok skozi spoj

Preko elektrod steče močan električni tok (od nekaj tisoč do več deset tisoč amperov), ki se skoncentrira na majhnem območju med dvema kovinama. Električni upor materiala povzroči segrevanje in lokalno taljenje kovine.

4. Taljenje in ustvarjanje vara

Kovinski deli se na mestu stika stopijo in zlijejo skupaj. Pritisk elektrod ohranja spoj v pravilnem položaju.

5. Hlajenje in utrjevanje spoja

Ko se električni tok izklopi, se spoj hitro ohladi in strdi, pri čemer nastane varilna točka (zvar).

2.7 Ključne lastnosti točkovnega varjenja

Te lastnosti so zelo pomembne, saj nam povejo zmožnosti varilnega aparata. Pri nakupu moramo biti vedno pozorni na to, da kupimo ustrezen aparat za naše potrebe. Glavne lastnosti aparatov so:

- Varilni tok – moč toka določa količino toplote, ki se ustvari. Prešibek tok ne bo stopil materiala, premočan tok lahko povzroči preluknjanje pločevine. Večina aparatov ima eno varilno moč, nekateri pa imajo tudi nastavljivo. Ta lastnost nam omogoča, da prilagodimo moč glede na potrebe in material.
- Čas delovanja toka – določa, koliko časa bo električni tok tekel skozi spoj. Čas je odvisen od vrste stikala, lahko sta dva načina določitve in sicer: mehansko določena (aparat ima nastavljiv časovni element, ki ob določenem času izklopi napetost) ali ročno določanje (ima gumb ali stikalo in ga izklopimo/vklopimo mi).
- Stik elektrod – vpliva na kakovost spoja, saj morajo biti elektrode ustrezno nameščene, zategnjene in kalibrirane. Od stika je odvisen tudi var, če se

elektrodi ne dotikata ustrezno ob pritisku, je lahko var površen ali pa sploh ne pride do stika.

- Material elektrod – običajno so iz bakra ali bakrenih zlitin, ker morajo imeti visoko električno in toplotno prevodnost. Izbira materiala je odvisna tudi glede naših potreb varjenja. Konice morajo biti ustrezno debele in našpičene. Če so predebele, pride do velikih izgub, če so pretanke, pa pride do nepopolnega izkoristka moči. Odvisno je tudi ali so zelo špičaste ali pa ne, saj se te razlikujejo glede na oblike obdelovancev, ki jih varimo.

2.8 Prednosti in slabosti točkovnega varjenja

Prednosti:

- ✓ Hitrost – zelo hiter proces, primeren za množično proizvodnjo.
- ✓ Brez dodatnih materialov – ni potrebe po varilni žici, zaščitnem plinu ali elektrodni oblogi.
- ✓ Majhen vpliv toplote – minimalno deformira material, saj je segrevanje lokalizirano.
- ✓ Avtomatizacija – enostavno se vgradi v robotske sisteme, za serijsko proizvodnjo.

Slabosti:

- ✗ Omejeno na tanke materiale – primeren predvsem za pločevine do 3 mm debeline.
- ✗ Manjša mehanska trdnost – spoji niso tako močni, kot pri nekaterih drugih metodah varjenja.
- ✗ Potrebna velika natančnost – napačne nastavitve lahko povzročijo prešibke spoje.
- ✗ Primerno le za prevodne materiale – najbolje deluje pri jeklu, nerjavečem jeklu in aluminiju, a ne pri nekovinskih materialih.

2.9 Uporaba točkovnega varjenja:

- Avtomobilska industrija

Karoserije avtomobilov so izdelane iz več tisoč točkovno varjenih spojev. Je zelo razširjena uporaba avtomatiziranega točkovnega varjenja. Vari so zelo natančni in učinkoviti.

- **Proizvodnja gospodinjskih aparatov**

Pločevinaste dele hladilnikov, pralnih strojev in mikrovalovnih pečic pogosto spajajo s točkovnim varjenjem. Tudi tukaj so stroji večinoma avtomatizirani.

- **Elektronika in baterije**

Pri izdelavi baterijskih paketov za telefone in prenosne računalnike se uporablja točkovno varjenje kovinskih kontaktov.

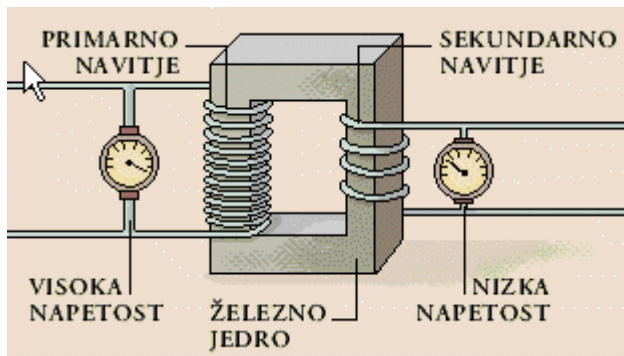
- **Letalska in vesoljska industrija**

Uporablja se za lahke, a trdne spoje aluminijevih zlitin.

Točkovno varjenje je ena najhitrejših in najbolj ekonomičnih metod za spajanje tankih kovinskih pločevin. Njegova preprostost in možnost avtomatizacije ga naredita idealnega za množično industrijsko proizvodnjo, predvsem v avtomobilski industriji. Kljub nekaterim omejitvam (predvsem pri debelih materialih), je še vedno ključno za procese v sodobni proizvodnji.

2.9.1. Transformator(1-3)

Transformator je električna naprava, ki spreminja izmenično napetost in tok, na podlagi elektromagnetne indukcije. Uporablja se za dviganje ali zniževanje napetosti in se pogosto uporablja v električnih omrežjih, napravah in varilnih aparatih.



Slika 3: Transformator (vir: internet)

2.9.2. Kako deluje transformator nasploh?

Delovanje temelji na treh glavnih principih:

1. Izmenični tok v primarni tuljavi → Ustvari spreminjajoče se magnetno polje.
2. Magnetno polje v jedru → Prenese energijo na sekundarno tuljavo.
3. Inducirana napetost v sekundarni tuljavi → Ustvari novo napetost, ki je odvisna od razmerja navojev.

Glavni deli transformatorja:

- Primarna tuljava – Tuljava, ki sprejema vhodno napetost in ustvarja magnetno polje.
- Železno jedro – Usmerja in ojača magnetni tok med tuljavama.
- Sekundarna tuljava – Tuljava, kjer se inducira nova napetost.

Splošna formula za računanje podatkov na transformatorju:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \equiv \frac{I_2}{I_1}$$

kjer je:

- U_1 – Napetost na primarni tuljavi
- U_2 – Napetost na sekundarni tuljavi
- N_1 – Število navojev primarne tuljave
- N_2 – Število navojev sekundarne tuljave
- I_1 – Tok na sekundarni tuljavi

- I_2 – Tok na sekundarni tuljavi

To pomeni, da če ima sekundarna tuljava več navojev kot primarna, napetost naraste (povečevalni transformator), če pa ima manj navojev, napetost pade (zniževalni transformator).

2.9.4. Vrste transformatorjev:

- Močnostni transformatorji – Uporabljajo se v električnih omrežjih za prenos energije na velike razdalje.
- Transformatorji za regulacijo napetosti – Najdemo jih v polnilcih, zvočnikih, mikrovalovnih pečicah itd.
- Varilni transformatorji – Spreminjajo visoko napetost v nizko napetost, z visokim tokom (npr. točkovno varjenje).

2.9.3. Kako deluje transformator, ki ga uporabljamo pri točkovnem varjenju?

Transformator za točkovno varjenje deluje na principu močne redukcije napetosti in močnega povečanja toka, da omogoči lokalno taljenje kovine na stičnih mestih.

Delovanje:

1. Znižanje napetosti, povečanje toka:
 - Primarna stran transformatorja je priključena na omrežno napetost (npr. 230V AC).
 - Sekundarna stran ima le nekaj ovojev (običajno 1 do 3), kar močno zmanjša napetost (npr. na 1-5V).
 - Zaradi nizkega števila ovojev in velikega preseka žice sekundarnega navitja, se tok močno poveča (lahko tudi 1000 A do 10,000 A).
2. Učinek visoke električne moči:
 - Velik tok skozi kontaktne točke dveh kovinskih plošč povzroči Joulovo gretje.
 - Toplota povzroči lokalno taljenje kovine in tvori varjeno točko.
3. Kratek čas delovanja:

- Tok teče le za nekaj milisekund do sekund, da se prepreči pregrevanje in deformacija okoliških delov.
- Po odklopu toka, se kovina ohladi in spoji.

2.9.4. Sestava transformatorja za točkovno varjenje

- Primarno navitje: Ima več sto ovojev iz tanjše žice.
- Sekundarno navitje: Ima zelo malo ovojev (običajno 1 do 3) in debelo bakreno vodilo za minimalno upornost.
- Jedro: Velik feromagnetni material, da zagotavlja visoko moč transformacije.

Glavne značilnosti transformatorja za točkovno varjenje

- ✓ Nizka napetost (1V do 5V)
- ✓ Ekstremno visok tok (1000A ali več)
- ✓ Kratek čas vklopa (milisekunde do sekunde)
- ✓ Masivno bakreno sekundarno navitje

Običajni transformator:

- Namenjen prenosu energije in spremembi napetosti (npr. iz 230V na 12V).
- Ima večje število ovojev na sekundarni strani (lahko več sto ali tisoč).
- Sekundarna napetost je lahko od nekaj voltov do nekaj sto voltov.
- Sekundarni tok je relativno nizek (od miliamperov do nekaj amperov).
- Sekundarna žica je tanjša ali srednje debela, saj ni potrebe po ekstremno visokem toku.
- Deluje neprekinjeno ali daljši čas, brez pregrevanja.

Transformator za točkovno varjenje:

- Namenjen ustvarjanju zelo visokega toka za kratkotrajno taljenje kovine, na varilni točki.
- Ima zelo malo ovojev na sekundarni strani (običajno 1 do 3 ovoje).
- Sekundarna napetost je zelo nizka (med 1V in 5V).
- Sekundarni tok je izjemno visok (lahko tudi 10,000 A ali več).

- Sekundarna žica je izjemno debela bakrena žica ali celo trak, da zmanjša upornost.
- Deluje impulzno – le za nekaj sekund naenkrat.

3. PREGLED STANJA TEHNIKE(1-4)

3.1. Primerjava tržišča – problem

V tem poglavju bom razložil in opisal probleme industrijskih točkovnih varilnih aparatov in kako ga bom izboljšal ter prilagodil za moje potrebe. Prilagodil ga bom na področju cenovne dostopnosti in enostavnosti uporabe za začetnike.

3.2. Raziskava trga

Cene točkovnih varilnih aparatov se razlikujejo glede na proizvajalca, zmogljivost in dodatne funkcije. Tukaj je nekaj primerov aparatov, ki se uporabljajo bolj pogosto:

1. GYS PORTASPOT 230 (PX1 klešče)

- Opis: Prenosni točkovni varilni aparat, primeren za različne aplikacije.
- Cena: 1.152,00 € brez DDV.
- Vir: Varjenje.net

2. Telwin PTE 18 LCD

- Opis: Mehanski točkovni varilni aparat z gibljivimi rokami in mikroprocesorskim digitalnim krmiljenjem. Opremljen z digitalno večfunkcijsko nadzorno ploščo LCD, ki omogoča različne načine delovanja in shranjevanje do 20 prilagojenih programov.
- Cena: Za ceno se obrnite na prodajalca.
- Vir: Varikon.com

3. Varstroj VST25B

- Opis: Vodno hlajen točkovni varilni aparat z novimi, prilagodljivimi rokami in možnostjo nastavitve po višini. Primeren za varjenje različnih debelin pločevine.
- Cena: 2.000,00 € (rabljeno)
- Vir: Bolha.com

4. ELMAG 7902

- Opis: Točkovni varilni aparat z močjo 2,5 kVA, primeren za varjenje pločevine in nerjavne pločevine, do debeline 2,5 + 2,5 mm.
- Cena: 1.335,00 € brez DDV.
- Vir: ELMAG.si

5. TECNA 7900 230V-50HZ

- Opis: Visokokakovostni ročni točkovni varilni aparat za varjenje do debeline 2 + 2 mm. Opremljen z visoko zmogljivo pištolo, z nastavljivo silo pritiska.
- Cena: 877,00 € brez DDV.
- Vir: Varjenje.net

6. TECNA 7900 230V-50HZ

- Opis: Ročni točkovni varilni aparat, primeren za varjenje do debeline 2 + 2 mm.
- Cena: 877,00 € brez DDV.
- Vir: Varjenje.net



Slika 4: Tecna 7900 (vir: internet)

3.3. Povzetek

Cene točkovnih varilnih aparatov se razlikujejo glede na zmogljivost, proizvajalca in namen uporabe. Najcenejši novi modeli se začnejo pri približno 877,00 € brez DDV, kot je na primer TECNA 7900 230V-50HZ (varjenje.net).

Rabljene aparate lahko najdemo na straneh kot so Bolha.com in stanejo okoli 400 €. Nakup teh aparatov ni najboljša rešitev, saj ni sigurno, da vse deluje pravilno in da so aparati izpravni.

4. MATERIALI(1-5)

4.1. Opis uporabljenih komponent in nabave materiala

V tem poglavju bom opisal uporabljene materiale. Na začetku bom navedel vse uporabljene komponente, opisal njihove naloge ter kje sem jih našel. Na koncu bom v tabelo vnesel vse podatke ter dobil končno ceno uporabljenega materiala za izdelavo izdelka, ki jo bom primerjal z raziskavo o točkovnih varilnih aparatih na tržišču.

Transformator

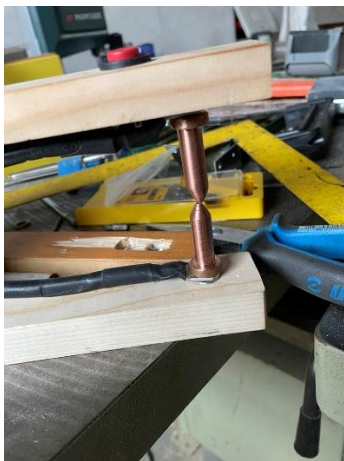
Transformator v aparatu prevzame glavno nalogo pretvorbe napetosti, pri čemer se vhodna napetost 220V prilagodi za točkovno varjenje. Naprava deluje po principu pretvorbe visoke napetosti in nizkega toka v visoki tok in nizko napetost. Ta moč toka omogoča varjenje kovinskih materialov, s točkovnim varjenjem. To pa omogoča spoj dveh materialov, brez dodatnega materiala.

Za mojo nalogo sem uporabil transformator iz odpadne mikrovalovne pečice. Da bi transformator služil cilju, sem moral spremeniti sekundarno navitje in s tem povečal njegovo moč. Sekundarno navitje sem prvič odstranil (ga odrezal) ter ga zamenjal z debelejšo izolirano bakreno žico. Naredil sem 3 ovoje, da moči ne bi bile prevelike in ne premale. Vse skupaj pa sem testiral s pomočjo usmernika za izmenično napetost in multimetra. Na konce žic, ki sem jih speljal do konic, sem dal ustrezno izolacijo in sponke.

Konice

Za učinkovito točkovno varjenje so ključnega pomena tudi ustrezne konice, ki omogočajo natančno varjenje oz. spajanje. Za konice je pomembno, da so narejene iz materialov z dobrimi električnimi in toplotnimi prevodnimi lastnostmi, kot so bakrovina ali baker, saj omogočajo učinkovit prevod toka in hitro segrevanje. Poleg tega morajo biti dovolj trpežne, da prenesejo visoke temperature, ki nastanejo pri točkovnem varjenju.

Sam sem uporabil konice, ki sem jih pridobil iz odpadnega varilnega aparata. Konice so na začetku bile zelo debele in dokaj ploščate, zato sem jih tudi ostružil na 8 mm debeline in jih ošpičil, da bi bile bolj natančne in bi bilo čim manj izgube. Obe konici sem pritrdil s pomočjo navojnih utorov. Ti so mi omogočili povezavo konic ter žice transformatorja in pritrditev v podlago.



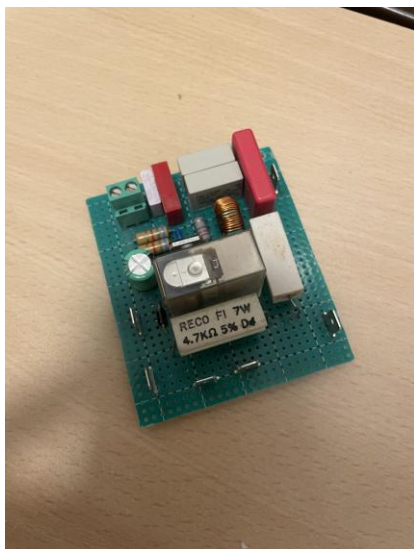
Slika 5: Konice aparata (vir: osebni arhiv)



Slika 6: Vrezan navoj na konicah (vir: osebni arhiv)

Upočasnilno vezje

V varilnem aparatu sem uporabil upočasnilno vezje, ki omogoča nadzor nad začetnim vklopom transformatorja. To vezje je ključno za zagotavljanje varnosti in zaščite naprave, saj omogoča postopno povečanje napetosti in toka, kar preprečuje nenadne udare tokov (tokovne sunke), ki bi lahko poškodovali transformator ali druge komponente sistema.



Slika 7: Upočasnilno vezje (vir: osebni arhiv)

Osnovna delovanje vezja:

1. TRIAK kot krmilni element: Triak lahko prevaja tok v obe smeri, kar ga razlikuje od enosmernih elementov, kot je tiristor. To pomeni, da lahko preklaplja celoten sinusni signal pri izmenični napetosti. Ko na gate (G) priključek pripeljemo tokovni impulz, se triak vklopi in začne prevajati tok med MT1 in MT2. Triak se samodejno izklopi, ko tok pade na ničelno vrednost (med prehodom sinusne napetosti skozi 0V).
2. Preklopa z uporabo releja: Relej je vgrajen v vezje za omogočanje še večje natančnosti in nadzora. Relej deluje kot preklopni element, ki nadzira, kdaj se tok poveča do določene vrednosti in ko lahko naprava varno preide v polno delovanje. Rele je povezan s TRIAKOM in deluje tako, da počasi odpre ali zapre tokovne poti, kar omogoča postopno segrevanje transformatorja in preprečuje nenadne električne udare. Ko se napetost stabilizira, se relej popolnoma odpre in naprava preide v običajno stanje delovanja.

3. Upočasnilno vezje: Vezje upočasnitve, ki je sestavljeno iz uporov, kondenzatorjev in TRIAK-a. Na TRIAK je vezan potenciometer, ki določa, kako hitro ali počasi bo napetost prešla iz nizke v visoko. Kondenzatorji se polnijo postopoma in omogočajo počasno povečevanje napetosti, kar pomeni, da se tok skozi transformator povečuje, brez nenadnih sunkov. To preprečuje preobremenitev sistema in omogoča daljšo življenjsko dobo komponente.
4. Varovanje pred prenapetostmi: Z upočasnjenim preklopom se izognemo prenapetostim, ki nastanejo zaradi hitrega vključevanja visoke napetosti. To povečuje stabilnost sistema in zmanjšuje tveganje za poškodbe elektronskih komponent, zaradi prenapetosti.

Funkcija vezja, v kombinaciji z transformatorjem: Upočasnilno vezje se uporablja pred transformatorjem, ki pretvori 220V vhodno napetost v ustrezno napetost in možnost regulacije, za točkovno varjenje. Ko vezje omogoči stabilen prehod toka in napetosti, se transformator postopoma segreje in začne delovati z optimalnimi parametri.

Varovalka in termostat

Pred vezjem sem vstavil varovalko in termostat, ki zagotavljata varnost naprave in preprečujeta poškodbe, zaradi nenadnih električnih sunkov ter prekomernega segrevanja. Obe komponenti sta vezani na fazo sistema, da ga zaščitita pred morebitnimi napakami ali okvarami, ki bi lahko nastale med delovanjem.

Če pride do nenadnih tokovnih sunkov (na primer ob zagonu naprave ali pri nepričakovanih napetostnih skokih), varovalka prepozna presežene vrednosti toka in prekine vezje. S tem prepreči, da bi prekomerni tok poškodoval občutljive elektronske komponente, kot so MOSFET, relej ali transformator.



Slika 8: Termostat (vir: osebni arhiv)

Termostat deluje kot zaščita pred pregretjem naprave. Ko pride do povečanja temperature, ki bi lahko ogrozila integriteto sistema (npr. zaradi dolgotrajnega delovanja pri prevelikih obremenitvah ali nepravilnem hlajenju), termostat aktivira zaščitno funkcijo in prepreči nadaljnje delovanje naprave do trenutka, ko temperatura pade na varno raven.

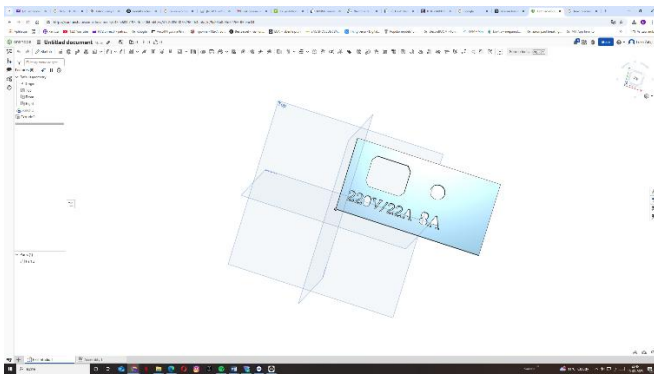
Napeljava

Za napeljavo sem uporabi sponko, ki je na spodnji sliki. Ta vrsta sponke omogoča, da odstranimo kabel od aparata in ga potem lažje prenašamo. Vhod napeljave sem vgradil v zadnji del aparata, pod ventilator.

Ohišje, na katero sem pritrdil ti dve komponenti, sem narisal v 3D programu Onshape in izrezal iz lesa, s pomočjo laserskega rezalnika, ki ga imam doma.



Slika 9: Vhod napeljave (vir: osebni arhiv)



Slika 10: Izdelek v programu Onshape (vir: osebni arhiv)



Slika 11: Laserski izrez (vir: osebni arhiv)

Stikalo

Za vklop napeljave sem uporabil preklopno stikalo, ki je narejeno za izklop in vklop 220V izmenične napetost. Stikalo vsebuje LED diodo, da lahko vidimo, kdaj je prižgano in kdaj ne. Stikalo sem vstavil na levo stran aparata, in sicer v luknjo, ki sem jo že narisal v 3D programu.



Slika 12: Stikalo (vir: internet)

Tlifka

Tlifka je enostavna LED dioda, ki se uporablja, da vidimo, če je nekaj prižgano ali ne. Dioda deluje na 220V izmenične napetosti, tako da sem jo vezal direktno na napetost. Uporabil sem jo kot indikator, kdaj je električna napetost na konicah za varjenje vzpostavljena in kdaj ni. Ko pritisnemo tipko, ki je na koncu ročke s katero varimo, se tlifka prižge in tako vemo, da so konice pod napetostjo.

Tipka

Tipka je ene vrste stikalo, le da ima vgrajeno vzmet, ki ga vrne v prvotno stanje po pritisku. Tipka, ki sem jo uporabil, deluje na 220V izmenične napetosti in je vezana na rele. Namestil sem jo na konec zgornje varilne ročice, tako da sem zvrtil luknjo in jo zalepil vanjo. Njena naloga je, da ob pritisku vzpostavi napetost na transformatorju in omogoči začetek varjenja.

Potenciometer

Potenciometer je nastavljivi upor, ki nam omogoča prilagajanje napetosti. Sam sem ga namestil na desno stran ohišja, v že zarisano luknjo, s pomočjo matice in nanj dal poklopec. Izhod (žice) potenciometra sem dal na vhod triaka, na upočasnilno vezje za regulacijo izhodne moči varilnega aparata, po principu spreminjanja napetosti faze.

Hlajenje

Pri varilnih aparatih je zelo pomembno hlajenje in nevarnost pred pregretjem.

Poznamo več vrst hlajenja:

- Hlajenje z zrakom in vodo
- Hlajenje s plinom
- Pasivno hlajenje

Vsaka od teh metod hlajenja ima svoje lastnosti in je primerna za različne vrste varjenja. Odvisna je od vrste varilnega materiala in načina.

Sam sem se odločil za najbolj enostavno in dokaj učinkovito vrsto hlajenja, to je hlajenje z zrakom.

Ventilator sem namestil na konec škatle, saj tako omogoča večji pretok zraka in hlajenje celotnega varilnega aparata. Za ventilator sem si izbral ventilator (TONGDA-TP2123HST). Ta ventilator je zelo učinkovit in se velikokrat uporablja pri varilnih aparatih. Namestil sem ga s pomočjo L-nosilcev, električno pa sem ga povezal direktno na 220V izmenične napetosti, tako da začne delati takoj ob vklopu in hladi neprestano. Hlajenje tudi izboljša sposobnosti varjenja, saj varilni aparat zmore dlje, ne da bi se pregrel.

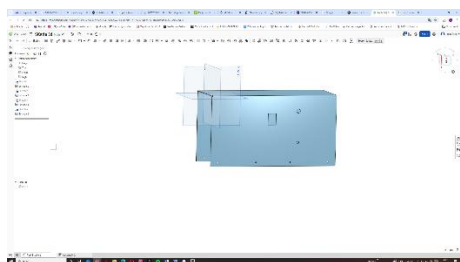
Leseni del

Za spodnji del, kamor sem pritrdil transformator in druge komponente ter naredil varilni sistem, sem uporabil les. Ogrodje sem načrtoval sam ter ga izdelal s pomočjo orodja, ki imam doma.

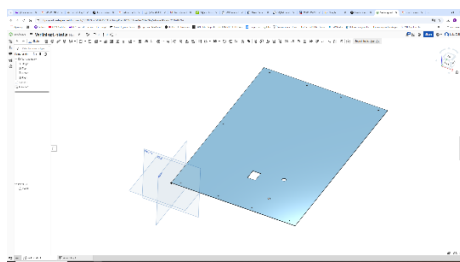
Pločevina

Za ohišje sem uporabil 2 mm debelo pločevino, ki je zelo trdna, omogoča lep izgled, usmerjeno hlajenje in lažji prenos. Pločevino sem sam dizajniral, v programu Onshape in sicer v 2D in 3D obliki, za potrebe podjetja. Izrez in upogib pločevine je opravilo podjetje Iprovar, saj sam nisem imel dostopa do takšnih strojev. Pločevina je bila lasersko izrezana, nato pa upognjena na mere, ki sem jih podal. Pritrdil sem jo s

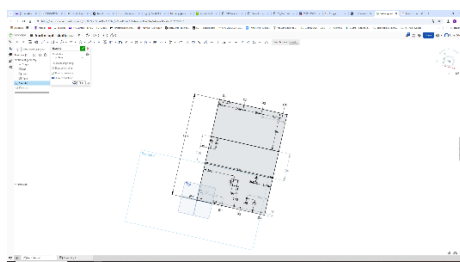
pomočjo samoreznih vijakov.



Slika 13: 3D model škatle (vir: osebni arhiv)



Slika 14: 2D model škatle (vir: osebni arhiv)



Slika 15: Tehnična risba škatle (vir: osebni arhiv)

Pločevino sem pred inštalacijo pobarval z osnovo in sekundarno barvo. Pred barvanjem sem pločevino očistil, s pomočjo nitroglicerina. Pobarval sem jo z razpršilno barvo, prvič osnovo potem pa z rumeno, za lepši sijaj in izgled. S tem sem zaščitil pločevino pred rjavenjem in ji dal lep izgled.



Slika 16: Čiščenje pločevine (vir: osebni arhiv)

Drugi materiali:

Ročka

Za lažji prenos sem uporabil plastično ročico, ki sem jo z vijaki in maticami pritrdil na zgornjo površino pločevine.

Vzmet

Zaradi bolj varnega delovanja zgornje ročke, sem pritrdil še vzmet. Z vijaki in matico sem jo pritrdil na ohišje, v že izrezano luknjo in s samoreznim vijakom na zgornjo varilno ročico.

Plastične objemke

Objemke sem uporabil za fiksiranje žice, ki dovaja napetost do konic, da sem onemogočil premikanje kabla.



Slika 17: Plastične objemke (vir :osebni arhiv)

L-nosilci

S pomočjo L-nosilcev za les, sem na osnovno leseno ohišje pritrdil ventilator in upočasnilno vezje.

Vijaki

Za sestavo lesenega ogrodja sem uporabil vijake za les. Za pritrnitev na pločevino sem uporabil vijake z matico.

4.2. Nabava materiala(1-6)

Pred začetkom izdelave sem izbral in kupil ves material. Večino materiala sem pridobil iz odpadnih električnih aparatov, ostalo pa z AliExpressa in drugih trgovin. Za lažje preglednost sem vse podatke glede materialov vnesel v tabelo:

TRANSFRMATOR	odpadna stvar	običajna cena: 30 €
KONICE	odpadna stvar	običajna cena: 21 €
KOMPONENTE VEZJA	kupil: AliExpress	6 €
TRIAK BTA-12	kupil: AliExpress	1 €
PCB-plošča	kupil: AliExpress	0.60 €
VAROVALKA	kupil: AliExpress	1.20 €
TERMOSTAT	kupil: Asfo	3 €
NAPELJAVA-220v	sem imel doma	običajna cena: 0.90 €
STIKALO	kupil: AliExpress	0.90 €
TIPKA	kupil: AliExpress	0.90 €
TLIFKA	kupil: AleExpres	0.55 €
POTENCIOMETER	kupil: AliExpress	1 €
VENTILATOR	eBay	25€
LES	OBI	20 €
PLOČEVINA	Iprovar	20 €
ROČKA	kupil: AliExpress	0.80 €
VZMET	sem imel doma	običajna cena: 0.90 €
OBJEMKE	sem imel doma	običajna cena: 1 €
L-NOSILCI	kupil: Ab produkt	2 €
VIJAKI	sem imel doma	običajna cena: 4 €

Tabela 1

Povzetek nabave materiala

Kot je razvidno iz prejšnje raziskave, o cenah drugih točkovno varilnih aparatov, se cena teh začne nekje pri 800 €. Sam sem uspel narediti aparat iz večinoma recikliranih stvari ter za skupno ceno materiala 140,70 €. Sicer je ta cena le materialna in bi bilo tukaj potrebno prišteti še opravljeno delo. Izdelava mi je vzela zelo veliko časa, saj sem moral sprotno načrtovati in prilagajati stvari. Moj cilj je bil narediti le prototip, saj

bi bila industrijska izdelava veliko cenejša in kvalitetnejša. Če bi dodal vloženo delo, bi po mojem mnenju aparat stal približno od 200 do 300 €, odvisno od vrste izdelave (ročna/industrijska).

4.3. Metode izdelave(1-7)

Izdelavo sem začel z risanjem načrta lesene konstrukcije. Kupljeno desko sem zarisal na podlagi načrta in s pomočjo žage (Parkside PBS 350 C3) na ustrezne kose. Deske sem prvič obdelal s skobeljnim strojem (Parkside PEH 30 D4), potem pa jih še zbrusil z brusilnikom (Parkside PMFS 200 C3).



Slika 18: Leseno ogrodje (vir: osebni arhiv)



Slika 19: Pritrjevanje stranic za osovino (vir: osebni arhiv)

Nato sem začel s sestavo sistema, kamor sem pritrdil varilni ročki. Pri izdelovanju te osovine sem moral biti zelo natančen, da sta se konici lepo prilegali ena na drugo. Za

osovino sem uporabil daljši vijak in matico. Med deske in ročico sem vstavil lesene kroge in podložke, ki nudijo večjo stabilnost in lažje premikanje.

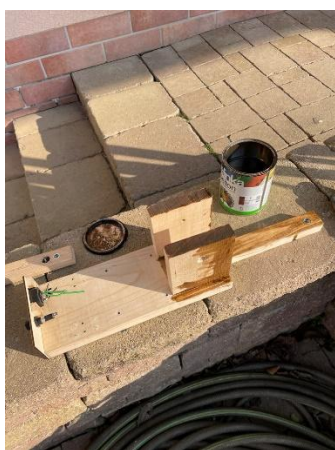
Varilni ročici sem natančno načrtoval, da sta se konici lepo prilegali in da nista bili predolgi oz. prekratki. Konici sem v ročico pritrdil s pomočjo vrezovalnih/stročnih matic. Te matice so mi omogočile, da sem jih pritrdil v les in s tem dobil luknjo z navojem, v katerega sem pritrdil špico.



Slika 20: Stročna matica (vir: internet)

Na zadnji del varilnega aparata (prostor pod ventilatorjem) sem pritrdil že prej opisano ploščico, ki sem jo izrezal s pomočjo laserja in vanjo vstavil varovalko ter sponko za vhod napetosti. Prilepil sem jo z lepilom (Mekol special D3) .

Ko sem končal vse delo z leseno konstrukcijo, sem se lotil barvanja lesa. Pobarval sem ga z lakom (Belinka) zato, da sem les zaščitil pred vlago in drugimi dejavniki ter s tem pridobil lepši izgled.



Slika 21: Barvanje lesenega ogrodja (vir: osebni arhiv)

Ko se je les posušil, sem se lotil pritrdjevanja transformatorja in ventilatorja.

Transformator sem moral pritrditi tako, da sta žici dosegli konici in da nista bili preveč ohlapni oziroma napeti. Ko sem dosegel to pozicijo, sem označil luknje ter jih prevrtal, s pomočjo svedra za les in vstavil samorezne vijake.



Slika 22: Pritrditev konic (vir: osebni arhiv)

Za ventilator sem naredil posebne L-nosilce, ker v nobeni trgovini nisem našel primernih. L-nosilce sem upognil iz enega večjega ravnega nosilca, glede na mero, ki sem jo potreboval, s pomočjo primeža in kladiva. Zaradi tega, sem zvrtil dodatne luknje za pritrditev. Nosilce sem na les pritrdil s samoreznimi vijaki, na ventilator pa z vijaki in maticami.



Slika 23: Upognjen nosilec (vir: internet)



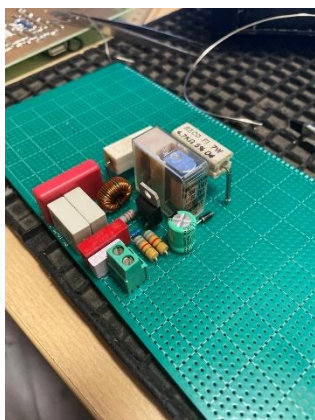
Slika 24: Raven nosilec (vir: internet)

Na les sem pritržil upočasnilno vezje, za katerega sem izdelal posebne nosilce iz pločevine. Ti nosilci so morali biti zelo tanki, saj na vezju ni bilo veliko prostora za pritrditev. V les sem jih pritržil s samoreznimi vijaki, na vezje pa z vijaki in maticami.

Elektronsko vezje

Vezje sem prvič narisal v programu TinaTi. En del vezja sem prekopiral iz vezja, ki je bilo v mikrovalovni pečici, velik del vezja pa sem naredil s testiranjem in s pomočjo profesorja.

Vezje sem s pomočjo spajkalnika (JBC BD-2A-Cunit), zaspajkal na PCB-board in vse komponente ustrezno povezal. Na vezju sem naredil izhode za sponke, ki gredo na delovne komponente. Pred inštalacijo sem vezje testiral s pomočjo usmernika izmenične napetosti (PeakTech P 5995) in osciloskopa (Hanmatek DOS 1104).



Slika 25: Sestav vezja na PCB plošči (vir: osebni arhiv)

Transformator je v osnovi imel veliko napetosti in malo moči, zato sem sekundarno navitje odstranil z žagico za železo (Topdom) in namestil novo. Za navitje sem uporabil izolirano 6 mm debelo bakreno žico, s katero sem naredil 3 navoje. S tem sem pridobil veliko moči in malo napetosti.

Za ohišje sem uporabil pločevino, ki sem jo opisal že prej.

Ko sem imel vse komponente gotove, sem se lotil električne vezave. Za spajanje sem uporabil spajkanje in sponke, zato da se lahko celotni aparat sestavi in razstavi ter da

se v primeru okvare zlahka servisira. Prvič sem razmislil, kako bom povezal komponente, potem pa sem se lotil izbire ustreznih žic in vezave. Na konce žic sem pritrdil sponke in ustrezno povezal komponente.



Slika 26: Vezanje elektronike (vir: osebni arhiv)



Slika 27: Pritrditev in vezava vezja (vir: osebni arhiv)

Na koncu sem vse komponente vstavil v ohišje in jih testiral. Nato sem na ohišje pritrdil ročaj in vzmet.

Na spodnji del lesenega ohišja sem pritrdil še gumijaste noge za večjo stabilnost, s pomočjo lesnih vijakov.



Slika 28: Končen izdelek (vir: osebni arhiv)

5. REZULTATI IN IZSLEDKI(1-8)

5.1 Izračuni

V tem poglavju bom naredil razne izračune za aparat in določil njegove osnovne lastnosti. Najšrej se bom lotil izračunov za primarno navitje, potem sekundarno, na koncu pa se bom lotil računov še za moč ter napetost na obeh in ju primerjal med seboj.

5.2 Primarno navitje

Podatki transformatorja za primarno navitje:

- $N_{\text{primarno}} = 575$ navojev
- $d\text{-žice} = 4 \text{ mm}$
- električna upornost bakra: $\rho = 1.68 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} = 1.68$

Korak 1: Izračun dolžine žice v primarnem navitju

- Število navojev: $N = 575$
- Povprečna dolžina enega ovoja ($10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$)

$L = N \times \text{dolžina enega ovoja}$

$$L = 575 \times 0.1 = 57.5 \text{ m}$$

Korak 2: Izračun preseka žice:

$$A = \frac{\pi \times d}{4}$$

$$A = \frac{\pi(0.0004)}{4} = 1.256 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

Korak3: Upornost žice je podana s formulo:

$$R = \frac{\rho \times L}{A}$$

$$R = \frac{(1.68 \times 10^{-8}) \times 57.5}{1.256 \times 10^{-7}} = 7.6 \text{ } \Omega$$

Končni rezultat

Upornost primarnega navitja je približno 7.6 Ω (Ohma), kar je zelo nizka vrednost. To je pričakovano, saj mora primarna tuljava prenesti precejšen tok brez večjih izgub.

5.3 Sekundarno navitje

Podatki mikrovalovne za sekundarno navitje:

- $N_{\text{sekundarno}} = 3$ navoji
- $d_{\text{žice}} = 6 \text{ mm}$
- Dolžina enega ovoja: 0.2 m
- Električna upornost bakra: $\rho = 1.68 \times 10^{-8} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$

Korak 1: Izračun dolžine žice v sekundarnem navitju:

- Število navojev: $N = 3$
- Povprečna dolžina enega ovoja (20 cm = 0.2 m)

$L = N \times \text{dolžina enega ovoja}$

$$L = 3 \times 0.2 = 0.6 \text{ m}$$

Korak 2: Izračun preseka žice

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi(0.0006)^2}{4} = 2.827 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

Korak 3: Upornost žice je podana s formulo:

$$R = \frac{\rho \times L}{A}$$

$$R = \frac{(1.68 \times 10^{-8}) \times 0.6}{2.827 \times 10^{-5}} = 0.356 \text{ m}\Omega$$

Končni rezultat

Ta izredno nizka upornost je idealna za točkovno varjenje, kjer je potreben zelo visok tok in čim manj izgub v sekundarnem navitju.

Ker je žica debela (6 mm), lahko prenese visoke tokove brez pregrevanja.

5.4 Izračun vseh podatkov transformatorja

Podatki:

- Primarna napetost: $U_1 = 230\text{V}$
- Frekvenca: $f = 50 \text{ Hz}$
- Število obojev primarja: $N_1 = 575\text{N}$
- Število obojev sekundarja: $N_2 = 3\text{N}$
- Napetost sekundarja v prostem teku: $U_2 = 2.7\text{V}$
- Upornost primarnega navitja: $R_1 = 7.6\Omega$
- Upornost sekundarnega navitja: $R_2 = 0.000356\Omega$
- Močnostna omejitev magnetnega jedra: $P_{\text{max}} \approx 1000\text{W}$
- Obremenitev: Kratek stik sekundarja (za varjenje)

Korak 1: Izračun največjega toka sekundarja

Ker je jedro omejeno na približno 1000W, lahko izračunamo največji tok sekundarja:

$$I_{sec, max} = \frac{P_{max}}{U_2}$$

$$I_{sec, max} = \frac{1000W}{2.7V} = 370A$$

Korak 2: Izračun padca napetosti v sekundarnem navitju zaradi upornosti

$$\Delta U_2 \equiv I_{sec, max} \times R_2$$

$$\Delta U_2 = 370A \times 0.000356\Omega = 0.132V$$

Torej bo sekundarna napetost pri polni obremenitvi:

$$U_{2full load} = U_2 - \Delta U_2$$

$$U_{2full load.} = 2.7V - 0.132V = 2.568V$$

Korak 3: Izračun primarnega toka glede na razmerje ovojev:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{575}{3} = 191.67$$

$$I_1 = \frac{I_2}{\text{razmerje ovojev}} = \frac{370A}{191.67} = 1.93A$$

Korak 4: Izračun padca napetosti v primarnem navitju

$$\Delta U_1 = I_1 \times R_1$$

$$U_1 = 1.93A \times 7.6\Omega = 14.6V$$

Povzetek rezultatov:

- Sekundarna napetost pri polni obremenitvi: U_2 , full load = 2.57V
- Sekundarni tok pri polni obremenitvi: $I_2 = 370A$
- Primarni tok pri polni obremenitvi: $I_1 = 1.93A$
- Padec napetosti v sekundarja: = 14.6V
- Padec napetosti v primarju: = 0.0135V

Transformator je primeren za varjenje, saj zagotavlja visok tok pri nizki napetosti. Pričakovani padec napetosti pri polni obremenitvi je minimalen, kar je v mejah pričakovanih izgub.

5.6 Meritve z voltmetrom

V spodnji tabeli sem naredil meritve z voltmetrom, ki sem jih vnesel v tabelo. Naredil sem meritve napetosti, glede na zasuk potenciometra na odprtih sponkah:

Zasuk potenciometra 0	50mv
Zasuk potenciometra 25	0.94V
Zasuk potenciometra 50	1.71V
Zasuk potenciometra 75	2.25V
Zasuk potenciometra 100	2.75V

Tabela 2

V tabeli je lepo razvidno, kako se napetost zmanjšuje, glede na zasuk potenciometra. Moči nisem mogel izmeriti, zaradi visokih amperov, zato sem naredil izračune v prejšnji nalogi.

5.7 Povzetek računov

Izračunali smo vse potrebne informacije transformatorja, posebej za primarno in sekundarno navitje ter za obe skupaj. Iz izračunov se jasno vidi, da je sekundarno navitje primerno za velike tokove in male napetosti.

6. DRUŽBENA ODGOVORNOST

Pri izdelavi sem poskušal čimbolj uporabiti odpadne materiale in izdelke, ki se lahko reciklirajo. Zato sem za osnovo uporabil les, ki se ga da reciklirati dokaj enostavno.

Uporabil sem odpadni transformator in konice in tako privarčeval na denarju ter naredil nekaj dobrega za okolje. Moje mnenje je, da bi lahko veliko privrčevali na denarju in na ekološkem področju, če bi uporabljali dele stvari, kjer samo en del ne deluje in so posledično zavržene v celoti.

7. ZAKLJUČEK

Moje mnenje je, da je bila naloga uspešno izpeljana in da so rezultati dokaj solidni.

Osnovni cilji za izdelek, ki sem si jih zadal in sem ji dosegel so:

- da bi varilni aparat bil enostaven za uporabo,
- da bi varilni aparat bil majhen in prenosljiv,
- da bi imel možnost nastavljanja moči,
- da bi bil cenovno dostopen,
- da bi bil primeren za uporabo v srednjih in višjih šolah.

Izdelek ima še vedno nekaj možnosti izboljšav in pomanjkljivosti, kot so:

- dodal bi lahko digitalen zaslon za reguliranje in prikaz podatkov,
- ogrodje bi lahko bilo narejeno iz kakšnega 3D materiala, ki je temperaturno odporen,
- dodal bi se lahko odsek ali še en manjši transformator, ki bi omogočal točkovno varjenje, s pomočjo dveh žic in s tem večjo dostopnost,
- dodal bi lahko še en termostat, ki bi bil nameščen na žice in bi reagiral na njihovo toploto.

Pridobitve

Moja največja pridobitev je bila cenovna dostopnost in da je aparat primeren za uporabo dijakov in študentov. Ta aparat je lahko veliko bolj dostopen tudi za ljudi, z nižjim denarnim nivojem.

Druga pridobitev je bila enostavna sestava in uporaba izdelka, ki je po sestavi zelo enostaven, kar omogoča enostavno popravilo. Popravilo tega izdelka ne bi bilo zahtevno in drago, saj so vse komponente dokaj poceni in enostavne za zamenjati.

Tretja pridobitev pa je nastavljiva moč. Večina točkovnih varilnih aparatov nima opcije nastavljive moči in so zato primerni samo za določene vrste varjenja. Naredil sem krmilni sistem, ki omogoča nastavljanje moči varjenja.

Četrta pridobitev je aparatova majhnost in prenosljivost. Zaradi svoje velikosti, je prenosen in ga lahko uporabljamo na bolj oddaljenih območjih. Aparat je primeren za šole, saj ga z lahkoto prenašamo od učilnice do učilnice.

Peta pridobitev je varnostni sistem. Za varnost sem inštaliral varovalko in termostat. Dijaki lahko po preučeni navodilih, uporabljajo varilni aparat samostojno.

8. PRILOGE

V priponkah prilagam še povezavo do YouTube videa, ki prikazuje delovanje točkovnega varilnega aparata in njegov izgled:

<https://www.youtube.com/watch?v=YIZ-2UAPRnU>

V priponkah prilagam gradivo, ki smo ga uporabljali v šoli in sem ga uporabil tudi tukaj. Gradivo pa sem naložil na GoogleDrive in je dostopno preko naslednjega linka:

<https://drive.google.com/drive/folders/1q-FINnz4LBS6wdJb5b7FQSsBk-CX0bH3?q=type:document%20parent:1q-FINnz4LBS6wdJb5b7FQSsBk-CX0bH3>

9. VIRI IN LITERATURA

Viri besedila

(1-1) <https://srnica.si/vrste-varilnih-aparatov-in-kaj-upostevati-pri-izbiri/>

(1-2) <https://www.sqs.si/tockovno-varjenje/> in <https://www.lavar.si/utv/>

in <https://www.kovinc.si/storitve/rocno-varjenje>

(1-3) <https://stromar.si/assets/Uploads/2/Teorija-v-1.pdf> in

https://www2.arnes.si/~smeden/spletna_stran_papir_les_umetne_mase_in_kovine/elektrika/trafo.html

(1-4) so že navedeni viri

(1-5) lasten vir in prejšnja gradiva

(1-6) AliExpress, Ebay, Iprovar

(1-7) lasten vir

(1-8) <https://si.openprof.com/wb/transformator?ch=244> in <https://stromar.si/assets/Uploads/2/Teorija-v-1.pdf> in https://studentski.net/gradivo/ulj_fel_ae1_oes_sno_transformatorji_01

Viri slik

Slika 1-Varjenje(vir:internet) 7-

https://www.google.com/search?sca_esv=17771aff06750f59&q=varjenje&udm=2&fbs=ABzOT_CGqHqPhF9maTebVmOl6TNcxprfushTgGL9xCtkFPrNEjW1RS7qJXKgUyMXVLOykPkkAXrMeKnzpEjDNgtV-fBrwTcxi8J2LqGu2WmpHx0Hilr1pw6PRENaTKM_MUgHoJJBITwoR79ET5vUDfdrXj0E9M_jVqrp-aOQfgezmlgT3Kx8ywp4HyTZYLcvNUHe7tqK78XR8fjnX1MiN6BX5WswrZfy8XEX12E1e3bDN4cA3ibqk0&sa=X&ved=2ahUKEwjYyYah_ceMAxV31QIHHaWSB8gQtKgLegQIJBAB&biw=956&bih=1084&dpr=1.1#vhid=MJycBoGY31_zXM&vssid=mosaic

Slika 2-Točkovno varjenje(vir:internet) 10-

https://www.google.com/search?sca_esv=17771aff06750f59&q=to%C4%8Dkovno+varjenje&udm=2&fbs=ABzOT_C5GnG1SPkyunYJJEfh45Q2vN8H-Zufm_G1p-Oc5aZAN7IjybKaRFgVIF2kS-uLoJcPcLc9jgn6uT4ypKRMvQ-7ExwDO7r8ZFCP9DM9Fc3ynX0WmC-BlzNPLVj4-2F96WCFYsoB0MzUMHmzDMaKyILCnHqFrwrnG4K0U87ZJgsZ4mCxi8SKEV6nA2-s_-a84dzl7IQ3P&sa=X&ved=2ahUKEwjW47rD_ceMAxVO0wIHUXfE11QtKgLegQIIRAB&biw=956&bih=1084&dpr=1.1#vhid=I0yEO7Tny9bZbM&vssid=mosaic

Slika 3-Transformator(vir:internet) 14-

https://www.google.com/search?q=transformator+osnovni+deli+in+principi+delovanja&sca_esv=17771aff06750f59&udm=2&biw=2327&bih=1163&ei=fNn0Z9eXNqjyi-gPpLynyQo&ved=0ahUKEwjXxefc_ceMAxUo-QIHHSTeKakQ4dUDCBE&uact=5&oq=transformator+osnovni+deli+in+principi+delovanja&gs_lp=EgNpbWciMHRyYW5zZm9ybWF0b3lgb3Nub3ZuaSBkZWxpIGluIHByaW5jaXBpIGRlbg92YW5qYUjaFFDcAViLE3ABeACQAQCYAUEgAegEgqECMTC4AQPIAQD4AQGYAgCgAgCYAwCIBGGSBwCgB8IDsgcAuAcA&scient=img#vhid=YjvcVhQbxttrM&vssid=mosaic

Slika 4-Tecna 7900(vir:internet) 18-

https://www.google.com/search?q=tecna+7900&sca_esv=17771aff06750f59&udm=2&biw=956&bih=1084&ei=hdn0Z6XiC_zni-gP-vLxmQk&ved=0ahUKEwjluOLg_ceMAxX88wIHHP5PJMq4dUDCBE&uact=5&oq=tecna+7900&gs_lp=EgNpbWciCnRiY25hIDc5MDAyBxAAGIAEGbMyBxAAGIAEGbMyBxAAGIAEGbMyBhAAGbMYHjIGEAAAYExgeMgYQABgTGB5lrS9Q5wtYtSxwAXgAkAEAmAFeoAHHBaoBAjEwuAEDyAEA-AEBmAlKoAKABqgCAMICChAAGIAEGEMyigXCAGsQABiABBixAxiDAclCCBAAGIAEGLEDwglOEAA YgAQYsQMYgwEYigXCAhAQABiABBixAxDGIMBGloFwglFEAAyGATCAggQABgTGAoYHpgDApIH AzkuMaAH8i6yBwM5LjG4B4AG&scient=img#vhid=0bpYkG3SmdF8KM&vssid=mosaic

Slika 5-Konice aparata(vir:osebni arhiv) 20

Slika 6-vrezan navoj na konicah(vir:osebni arhiv) 20

Slika 7-Upočasnilno vezje(vir:osebni arhiv) 21

Slika 8-Termostat(vir:osebni arhiv) 23

Slika 9-Vhod napeljave(vir:osebni arhiv) 24

Slika 10-Izdelek v programu Onshape(vir:osebni arhiv) 24

Slika 11-laserski izrez(vir:osebni arhiv) 24

Slika 12-Stikalo(vir:internet) 25-

<https://www.google.com/search?vssid=CLWd6ejsoqLDRACGAEiJGZmNjJyZq5LT11ZTAtNDIkYS1i>

M2M3LTg3ZwVknJA2OGU2ZA&gsessionid=dqyI5aTvE531rgOOeLK6PkPCN1g6ExoxYLgvXeig4LK
CJ9E83adaNw&lsessionid=KiRtadDN6ka3iUF5U_0locgDd-
RihxKi3eyiQ3yKbgVYZVJdUBAlug&vsdim=562,1000&vsint=CAIqDAoCCAcSAggKGAEGATojChYNA
AAAPxUAAAA_HQAAgD8IAACAPzABELIEGOgHJQAAgD8&Ins_mode=un&source=Ins.web.cntpubb
&udm=26&Ins_surface=44&Ins_vfs=e&qsubts=1744101676393&biw=562&bih=1000&hl=sl-
Sl#vhid=AwfJ1vH1y6zxiM&vssid=mosaic

Slika 13-3D model škatle(vir:osebni arhiv) 27

Slika 14-2D model škatle(vir:osebni arhiv) 27

Slika 15-Tehnična risba škatle(vir:osebni arhiv) 27

Slika 16-Čiščenje pločevine(vir:osebni arhiv) 27

Slika 17-plastične obemke(vir:osebni arhiv) 28

Slika 18-Leseno ogrodje(vir:osebni arhiv) 30

Slika 19-Pritrjevanje stranic za osovino(vir:osebni arhiv) 30

Slika 20-Stročna matica(vir:internet) 31-

https://www.google.com/search?q=stro%C4%8Dna+matica&sca_esv=17771aff06750f59&udm=2&biw=956&bih=1084&ei=n9n0Z9jPD5Kqi-gPwqe-kQE&ved=0ahUKEwiYm5nt_ceMAxUS1QIHHCkTLxIQ4dUDCBE&uact=5&oq=stro%C4%8Dna+matic a&gs_lp=EgNpbWciD3N0cm_EjW5hIG1hdGljYTIIFEAAYgAQyBRAAGIAEMgUQABiABDIEEAAHYHjIE EAAHYHjIEEAAHYHjIEEAAHYHkizlIAAWJUhcAF4AJABAJgBUKABlgeqAQlxNLgBA8gBAPgBAZgCDqAC 1weoAgDCAGsQABiABBixAxiDAclCCaAGIAEGEMYigXCAggQABiABBixA8ICDhAAGIAEGLEDGIM BGIofmAMBkgcCMTsgB4k6sgcCMTs4B9cH&sclient=img#vhid=D5clCjgELT8-pM&vssid=mosaic

Slika 21-Barvanje lesenega ogrodja(vir:osebni arhiv) 31

Slika 22-pritrđitev konic(vir:osebni arhiv) 32

Slika 23-Upognjen nosilec(vir:internet) 32-https://www.google.com/search?vsrid=CLqRndH1u-KOowEQAhgBliQzOTdiMjZiYi04MWNjLTRjODMtYWNIZC1kMTg5NTIIOdAZnmQ&gsessionid=P4mz8 zpWGlaJTgm85REN0k9rnDBPZDyE0t-5WUNfwuJpBpDhufMYSw&lsessionid=celoznM48E-VWtRfZjK1bAouR93LEBrM0k19G8LQm3MqzmNOxle2BQ&vsdim=750,1000&vsint=CAIqDAoCCAcS AggKGAEGATojChYNAAPxUAAAA_HQAAgD8IAACAPzABEO4FGOGHJQAAgD8&Ins_mode=un& source=Ins.web.cntpubb&udm=26&Ins_surface=44&Ins_vfs=e&qsubts=1744100102470&biw=750&bih =1000&hl=sl-Sl#vhid=AlkvH5sdul0P1M&vssid=mosaic

Slika 24-Raven nosilec(vir:internet) 32-

https://www.google.com/search?gsessionid=DQmXQJzJQfhNU-TQprpJblZvBA8W9HVf9Mn2D2jacvSjJ9n5_UMMLQ&lsessionid=u4wiQPnpy3x0Y_FmRupNBo4M3xE TJBauU6Q7zTUKiHzFRLCz4SdVfA&vsdim=750,1000&source=Ins.web.gsbubb&Ins_surface=26&biw=956&bih=1084&hl=sl&vsrid=CJSa6eTj9L7JDRAEGAEiJDC3QjNFMzdGLUZEMTEtNDJDOS1BNDBBL UMxOTRDNTcwQzhEQQ&udm=26&q&vsint=CAQqCgoCCAcSAggHIAE6lwoWDZj6-T4VxjPAPh37P3c_JaBP9D4wARDuBRjoByUAAIA_&Ins_mode=un&qsubts=1744100133515&stq=1& cs=0&lei=HNv0Z4TCMNbX7M8PoYjcqA8#vhid=RhtdiGzSSok8yM&vssid=mosaic

Slika 25-Sestav vezja na PCB plošči(vir:osebni arhiv) 33

Slika 26-Vezanje elektronike(vir:osebni arhiv) 34

Slika 27-Pritrđitev in vezava vezja(vir:osebni arhiv) 34

Slika 28-Končen izdelek(vir:osebni arhiv) 34

Viri tabele komponent

Transformator-<https://www.aliexpress.com/item/1005005939865223.html>

Konice-<https://www.aliexpress.com/item/4000065721054.html>

Komponente vezja-jih je prevec da bi dal linke za vsko komponento posebej, zato sem naredil izračun in nebi stalo več kot 6€ saj vsebuje dokaj poceni komponente

Triak BTA12- <https://si.farnell.com/stmicroelectronics/bta12-600brg/triac-12a-600v-to-220ab/dp/1057275>

PCB plošča-

https://www.aliexpress.com/item/1005008650537032.html?spm=a2g0o.productlist.main.12.30ccf6edmVboA5&algo_pvid=18244037-8a94-4d94-a09a-e13a9b06eb12&algo_exp_id=18244037-8a94-4d94-a09a-e13a9b06eb12-26&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%221%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&pdp_npi=4%40dis%21EUR%211.08%210.67%21%21%211.16%210.72%21%40211b615317441026308101974e7aea%2112000046096435276%21sea%21SI%214822146615%21X&curPageLogUid=VrvHjYMofHyX&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

Varovalka-

https://www.aliexpress.com/item/1005006820237647.html?spm=a2g0o.productlist.main.4.2d5c1f3eAkWKtF&algo_pvid=5771115f-6924-4c22-92e6-c7042cd02a4b&algo_exp_id=5771115f-6924-4c22-92e6-c7042cd02a4b-31&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%2228%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&pdp_npi=4%40dis%21EUR%211.26%211.26%21%21%211.35%211.35%21%40211b617b17441026921531905ea15b%2112000038407498798%21sea%21SI%214822146615%21X&curPageLogUid=Ilt0NJQAmJho&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

Termostat-

https://www.google.com/search?sca_esv=342c1fe1167455aa&q=termostat+KSD301+250V+10A&udm=2&fbs=ABzOT_BY3ezvzi-SdbmuYJXZc3-onABkCaPs9dbXYHpUFnOtLj9ldW8hWLC5dLp3QWZayFu-w5HKaXRSqySblsscrdHakPJftDseSJVfi4wAQQ1J_RZxWjLxp8c_b_MR90zn2WBN2d2W53zIQkpKCA19aNhCcN3bda3tpsDh5TZjCixLsqSLV7kgiF-wlhdsn-SoGWAZQES1&sa=X&ved=2ahUKEwjtv5CUisiMAXXdgP0HHbaXEb0QtKgLegQIFhAB&biw=1611&bih=1084&dpr=1.1#vhid=IVEP3-Zt8wl64M&vssid=mosaic

Napeljava-

https://www.aliexpress.com/item/1005006850743899.html?spm=a2g0o.productlist.main.16.2c551200KuFTUN&aem_p4p_detail=202504080159525867007928220460017566019&algo_pvid=deb5aa72-f17e-4039-ba2e-c80a560b1675&algo_exp_id=deb5aa72-f17e-4039-ba2e-c80a560b1675-15&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%22653%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&pdp_npi=4%40dis%21EUR%214.23%214.23%21%21%214.53%214.53%21%40211b617b17441027923253108ea187%2112000038522115775%21sea%21SI%214822146615%21X&curPageLogUid=r3XAZCVB2POv&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A&search_p4p_id=202504080159525867007928220460017566019_4

Stikalo-

https://www.aliexpress.com/item/1005005686683490.html?spm=a2g0o.detail.pcDetailTopMoreOtherSeller.1.5160kObqkObqat&gps-id=pcDetailTopMoreOtherSeller&scm=1007.14452.396806.0&scm_id=1007.14452.396806.0&scm-url=1007.14452.396806.0&pvid=0c2cc9dc-8ff6-4c12-8a82-76d68a67373d&t=gps-id:pcDetailTopMoreOtherSeller,scm-url:1007.14452.396806.0,pvid:0c2cc9dc-8ff6-4c12-8a82-76d68a67373d,ttp_buckets:668%232846%238113%231998&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%221730%22%2C%22eval%22%3A%221%22%2C%22scenelId%22%3A%2230050%22%7D&pdp_npi=4

%40dis%21EUR%211.27%211.27%21%21%2110.03%2110.03%21%402103835c17441031640017709ef3f0%2112000034009820446%21rec%21SI%214822146615%21X&utparam-url=scene%3ApcDetailTopMoreOtherSeller%7Cquery_from%3A&search_p4p_id=202504080206040534195651520919717256_0

Tipka-

https://www.aliexpress.com/item/4001081730289.html?spm=a2g0o.productlist.main.5.7046590aWEPkV6&algo_pvid=6cde1cef-e9a0-400d-a7bd-c6bba84d9990&algo_exp_id=6cde1cef-e9a0-400d-a7bd-c6bba84d9990-4&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%22875%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&pdp_npi=4%40dis%21EUR%212.16%212.16%21%21%212.31%212.31%21%40210385bb17441032467683326e5019%2110000014240381780%21sea%21SI%214822146615%21X&curPageLogUid=4ZYxxNLtiY0N&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

Tlifka-

https://www.aliexpress.com/item/1005005982837032.html?spm=a2g0o.detail.pcDetailTopMoreOtherSeller.4.141dEqj5Eqj5hx&gps-id=pcDetailTopMoreOtherSeller&scm=1007.14452.396806.0&scm_id=1007.14452.396806.0&scm-url=1007.14452.396806.0&pvid=5f0530ef-d0ff-4732-9665-067cb807b819&t=gps-id:pcDetailTopMoreOtherSeller,scm-url:1007.14452.396806.0,pvid:5f0530ef-d0ff-4732-9665-067cb807b819,tpp_buckets:668%232846%238113%231998&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%221137%22%2C%22eval%22%3A%221%22%2C%22sceneId%22%3A%2230050%22%7D&pdp_npi=4%40dis%21EUR%210.69%210.55%21%21%215.42%214.34%21%402103867617441034347111239ead9e%2112000035188771606%21rec%21SI%214822146615%21X&utparam-url=scene%3ApcDetailTopMoreOtherSeller%7Cquery_from%3A&search_p4p_id=202504080210347512043096895172939444_3

Potenciometer-

https://www.aliexpress.com/item/1005005707840077.html?spm=a2g0o.productlist.main.55.79991f60ja9fe4&algo_pvid=94137dfb-972a-4aba-a870-0b6f660ec117&algo_exp_id=94137dfb-972a-4aba-a870-0b6f660ec117-34&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%2213%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&pdp_npi=4%40dis%21EUR%211.07%211.07%21%21%211.15%211.15%21%40211b441e17441035058311457eb69e%2112000034076050327%21sea%21SI%214822146615%21X&curPageLogUid=TB2243yCzZPP&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

Ventilator- <https://www.ebay.ch/itm/333417653074>

Les- <https://www.obi.si/p/obi-lepljena-plosca-smreka-80-cm-x-40-cm-x-1-8-cm-757108>

Pločevina- <https://www.iprovar.com/>

Ročka-

https://www.aliexpress.com/item/1005005809266913.html?spm=a2g0o.detail.pcDetailTopMoreOtherSeller.6.76e68QtK8QtKNm&gps-id=pcDetailTopMoreOtherSeller&scm=1007.14452.396806.0&scm_id=1007.14452.396806.0&scm-url=1007.14452.396806.0&pvid=f60b6b88-e3a4-49ce-8be7-bc6af6fec98f&t=gps-id:pcDetailTopMoreOtherSeller,scm-url:1007.14452.396806.0,pvid:f60b6b88-e3a4-49ce-8be7-bc6af6fec98f,tpp_buckets:668%232846%238108%231977&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%228%22%2C%22eval%22%3A%221%22%2C%22sceneId%22%3A%2230050%22%7D&pdp_npi=4%40dis%21EUR%210.93%210.79%21%21%211.00%210.85%21%40211b804117441037976847363e8fe9%2112000034428677225%21rec%21SI%214822146615%21XZ&utparam-url=scene%3ApcDetailTopMoreOtherSeller%7Cquery_from%3A&search_p4p_id=202504080216377272405162820251414287_5

Vzmet-

https://www.aliexpress.com/item/4000250320601.html?spm=a2g0o.productlist.main.5.71b0578bchD3zB&algo_pvid=2073ae88-9a53-4a45-ae56-7873f89f68ca&algo_exp_id=2073ae88-9a53-4a45-ae56-7873f89f68ca-

4&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%221302%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&pdp_npi=4%40dis%21EUR%211.39%211.39%21%21%211.49%211.49%21%40211b81a317441038284583671e9d37%2112000026870638881%21sea%21SI%214822146615%21X&curPageLogUid=qZuhBtBc0AeE&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

Objemke-

https://www.aliexpress.com/item/1005002827287523.html?spm=a2g0o.detail.pcDetailTopMoreOtherSeller.12.72a4nueknuekZP&gps-id=pcDetailTopMoreOtherSeller&scm=1007.40196.422467.0&scm_id=1007.40196.422467.0&scm-url=1007.40196.422467.0&pvid=54315efe-a94d-4432-95ce-ffff099a617e&_t=gps-id:pcDetailTopMoreOtherSeller,scm-url:1007.40196.422467.0,pvid:54315efe-a94d-4432-95ce-ffff099a617e,tpp_buckets:668%232846%238110%231995&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%221271%22%2C%22eval%22%3A%221%22%2C%22sceneId%22%3A%2230050%22%7D&pdp_npi=4%40dis%21EUR%212.09%212.09%21%21%2116.45%2116.45%21%40211b80c217441039128498691e5de8%2112000022363789115%21rec%21SI%214822146615%21X&utparam-url=scene%3ApcDetailTopMoreOtherSeller%7Cquery_from%3A

L-Nosilci-

https://www.aliexpress.com/item/1005007446516065.html?spm=a2g0o.productlist.main.17.610d3b2ad5yhxq&algo_pvid=63a0aafb-2746-4df7-8e7f-b5fb00c918c0&algo_exp_id=63a0aafb-2746-4df7-8e7f-b5fb00c918c0-16&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%22243%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&pdp_npi=4%40dis%21EUR%2111.02%2111.02%21%21%2186.67%2186.67%21%40210384b917441039551307605e27b9%2112000040784141521%21sea%21SI%214822146615%21X&curPageLogUid=JfqYa9kDPRyW&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

Vijaki-

https://www.aliexpress.com/item/1005002983575452.html?spm=a2g0o.detail.pcDetailTopMoreOtherSeller.4.1b6b4di94di9Rr&gps-id=pcDetailTopMoreOtherSeller&scm=1007.14452.396806.0&scm_id=1007.14452.396806.0&scm-url=1007.14452.396806.0&pvid=adfc5c19-f4db-4190-87dc-2ad13e6443ce&_t=gps-id:pcDetailTopMoreOtherSeller,scm-url:1007.14452.396806.0,pvid:adfc5c19-f4db-4190-87dc-2ad13e6443ce,tpp_buckets:668%232846%238111%231996&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%2298%22%2C%22eval%22%3A%221%22%2C%22sceneId%22%3A%2230050%22%7D&pdp_npi=4%40dis%21EUR%218.17%218.17%21%21%218.75%218.75%21%40211b61d017441040490456027e9f02%2112000028555472478%21rec%21SI%214822146615%21X&utparam-url=scene%3ApcDetailTopMoreOtherSeller%7Cquery_from%3A&search_p4p_id=20250408022049094384668466992237305_3

