Univerza *v Ljubljani*
Fakulteta *za elektrotehniko*

Tekmovanje v znanju tehnologij 2022

Bilten

Aljaž Blatnik

Fakulteta za elektrotehniko

Univerza v Ljubljani

2023

Predgovor

V letu 2022 smo se po nekaj časa zopet soočili z energetsko krizo, zato so tudi letošnje naloge obarvane na temo energije: proizvodnje, distribucije in varčevanja z njo.

Učenci so izvedli serijo treh poskusov, ki so jih lahko poustvarili doma ali pod okriljem mentorjev, nato pa na šolskem tekmovanju odgovarjali na vprašanja iz danih področji. Najboljši tekmovalci iz cele Slovenije so bili povabljeni na Fakulteto za elektrotehniko na Državno tekmovanje, kjer so se udeležili predavanj o novem pojavu. Na koncu so rešili pisna vprašanja s te tematike. Fakulteta je najboljšim podelila zlata priznanja in praktične nagrade.

Pred vami je Bilten 2022 z navodili in naloge z rešitvami. Lahko vam služi kot priprava na tekmovanje, ali pa nove ideje za poskuse z otroci doma. Za nas so bile naloge zagotovo izziv, upam da bodo tudi za vas!

Aljaž Blatnik, Ljubljana, junij 2023
Predsednik tekmovalne komisije

Kazalo vsebine

Energija gaziranih pijač (šolsko tekmovanje) ... 4

Baterijska celica ... 4

Potrebni pripomočki ... 5

Opis poteka naloge ... 5

Nasveti ... 9

Dodatno ... 9

Vprašanja za razmislek ... 9

Naloge ... 10

Pretresi in stresi (šolsko tekmovanje) ... 11

Energija magnetnega polja ... 11

Potrebni pripomočki ... 12

Opis poteka naloge ... 12

Nasveti ... 14

Dodatno ... 15

Vprašanja za razmislek ... 15

Naloge ... 16

Zračna blazina (AirBag) (šolsko tekmovanje) ... 17

Varnostne naprave vozil ... 17

Potrebni pripomočki ... 19

Opis poteka naloge ... 19

Nasveti ... 22

Dodatno ... 22

Vprašanja za razmislek ... 22

Naloge ... 23

Polarizacija svetlobe (državno tekmovanje) ... 24

Kaj je polarizacija? ... 24

LCD zaslon (ang. Liquid Crystal Display) ... 25

3D zasloni ... 27

Projektorji (LCD, DLP, 3D) ... 27

Potrebni pripomočki ... 29

Opis poteka naloge ... 30

Vprašanja za razmislek 30
Naloge 31
Brezžični prenos energije (državno tekmovanje) 34
Nikola Tesla 34
Resonančno-induktivni sklop 35
Potrebni pripomočki 38
Opis poteka naloge 38
Vprašanja za razmislek 39
Naloge 40

Energija gaziranih pijač (šolsko tekmovanje)

Baterijska celica

Verjetno ste že videli baterijo narejeno iz dveh različnih kovin in limone, pomaranče ali pa celo krompirja. Enostaven eksperiment, ki je preprosto izvedljiv doma, prikazuje osnovni koncept elektrokemije pri proizvodnji električne energije. Ampak ali veš, da lahko podobno baterijo izdelamo tudi iz gazirane pijače in pločevinke? Potrebujemo le aluminij (za kar uporabimo pločevinko) in bakren kovanec za 2 centa, elektrolit (gazirano pijačo) pa tako že imamo, saj bomo raje pili kaj bolj zdravega.

Da bi razumeli, kako se v pločevinki pijače med dvema kovinama ustvari napetost, si najprej poglejmo sestavo izbrane tekočine. V gazirani pijači se v večini primerov nahaja fosforjeva kislina (lahko tudi citronska), ki je ključen element celotnega procesa. Fosforjeva kislina razpada na pozitivne vodikove ione in negativne fosforjeve ione. Ti fosforjevi ioni privlačijo pozitivna jedra aluminijevih in bakrenih ionov, toda baker drži svoje atome skupaj malce bolje kot aluminij. Rezultat tega je, da veliko elektronov (od sedaj ločenih aluminijevih atomov) ostane v kovini in nekaj od teh preko žice steče do bakrene elektrode in z električnim tokom ustvarja ravnovesje.

Aluminij se tako sedaj nahaja blizu nevtralne napetostne točke (brez naboja), a je baker bolj negativen, zato privlači pozitivne vodikove ione, ki sprejmejo proste elektrone s površja kovine in z združitvijo postajajo molekularni vodik (plin). Vodik v obliki mehurčkov priplava na površje tekočine in se izloči v ozračje. Proces se ponavlja znova in znova, zato elektroni vedno tečejo od aluminija proti bakru, kar lahko zmerimo z našim voltmetrom.

Sčasoma bo bakrena elektroda postala rahlo pozitivna in bo oddala nekaj svojih pozitivnih ionov v gazirano pijačo. Ti zadanejo tudi proste elektrone na aluminijasti plošči in s tem tvorijo črno prevleko bakra in bakrovega oksida na površini aluminija. Ko bo preteklo dovolj časa, bo večji del aluminija postal prekrit z oksidom, ki se obnaša kot izolator, zato se elektroni ne bodo mogli več prosto odcepiti s površja kovine in tok ne bo več tekel. Ko se to zgodi v dovolj veliki meri, napetost upade in baterija preneha delovati.

Kdaj bo baterija prenehala delovati je odvisno tudi od tipa gazirane pijače, katera bo ustvarila baterijo z daljšo življenjsko dobo, pa bomo ugotovili pri tem poskusu.

Potrebni pripomočki

Za izvedbo naloge potrebujemo:

- 5 pločevink gazirane pijače (3 enake in dve različni od prejšnjih treh)
- Povezovalne žice (s krokodili za pritrjevanje)
- Večji prazen kozarec
- Brusni papir (grobost 120-150) za mokro brušenje velikosti A4
- Brusna goba / brusna preja
- Multimeter (Ohm-meter in Volt-meter)
- Bakreni kovanci (1, 2 ali 5 centov)
- Zaščitne rokavice
- Odpirač za konzerve (po potrebi)

Opis poteka naloge

Slika 1: Odstranjevanje zgornjega dela pločevinke in brušenje ostrega robu.

Poskus najprej opravimo z eno pločevinko, da izpopolnimo svojo tehniko in preverimo delovanje. Vsebino ene 0,33 L pločevinke poljubne gazirane pijače izpraznimo v dovolj velik kozarec ali posodo. Pri tem poskrbimo, da se pijača čim manj peni. Nato previdno odstranimo zamašek pločevinke tako, da ga zibamo sem in tja, dokler se sam nežno ne odlomi. Pločevinko odpremo tako, da odstranimo celotni zgornji pokrov. Najbolj varen in enostaven postopek odstranjevanja zgornjega dela pločevinke je sledeč:

1. Mizo rahlo navlažimo in nanjo položimo brusni papir za mokro brušenje grobosti 150 in velikosti A4 (kupimo ga lahko v večini tehničnih prodajaln). Mokra miza bo poskrbela, da brusni papir med brušenjem ne bo drsel. Če to ne zadošča, lahko papir na robovih prilepimo z lepilnim trakom.
2. Brusni papir z zgornje strani rahlo navlažimo, da voda preprečuje širjenje prahu aluminija po prostoru.

3. S spodnje strani primemo prazno pločevinko in njeno zgornjo stran postavimo na brusni papir. S krožnimi gibi začnemo brusiti zgornji rob pločevinke za približno 2-3 mm.
4. Ko bomo zbrusili dovolj robu aluminijaste pločevinke, bo pokrov (ki je med proizvodnim procesom stisnjen na pločevinko) odpadel, oziroma se ga bo dalo enostavno odstraniti s kleščami. Med brušenjem preverimo ali je to že mogoče storiti, če ni, nadaljujemo z brušenjem (ponavadi 3-5 min). Zgornji pokrov pločevinke se mora odstraniti precej enostavno.
5. Ko odstranimo zgornji del pločevinke, preverimo, ali je pri tem nastal oster rob, ki ga po potrebi zbrusimo.

Hitrejši način odpiranja pokrova pločevinke je z uporabo odpirača za konzerve z krožnim rezilom. A pri tem pozor! Pri takšnem načinu odstranjevanja aluminij režemo in ne brusimo, zato na mestu reza ostane oster rob, ki ga moramo vedno dodatno zbrusiti, da se ne porežemo!

Pri izbiri odpirača za konzerve upoštevamo pravilo: cenejši je, boljši bo za dano nalogo! Dražji in s tem kvalitetnejši odpirači sicer odlično odprejo trše in debelejše konzerve, a povsem razcefrajo tanko aluminijasto pločevinko.

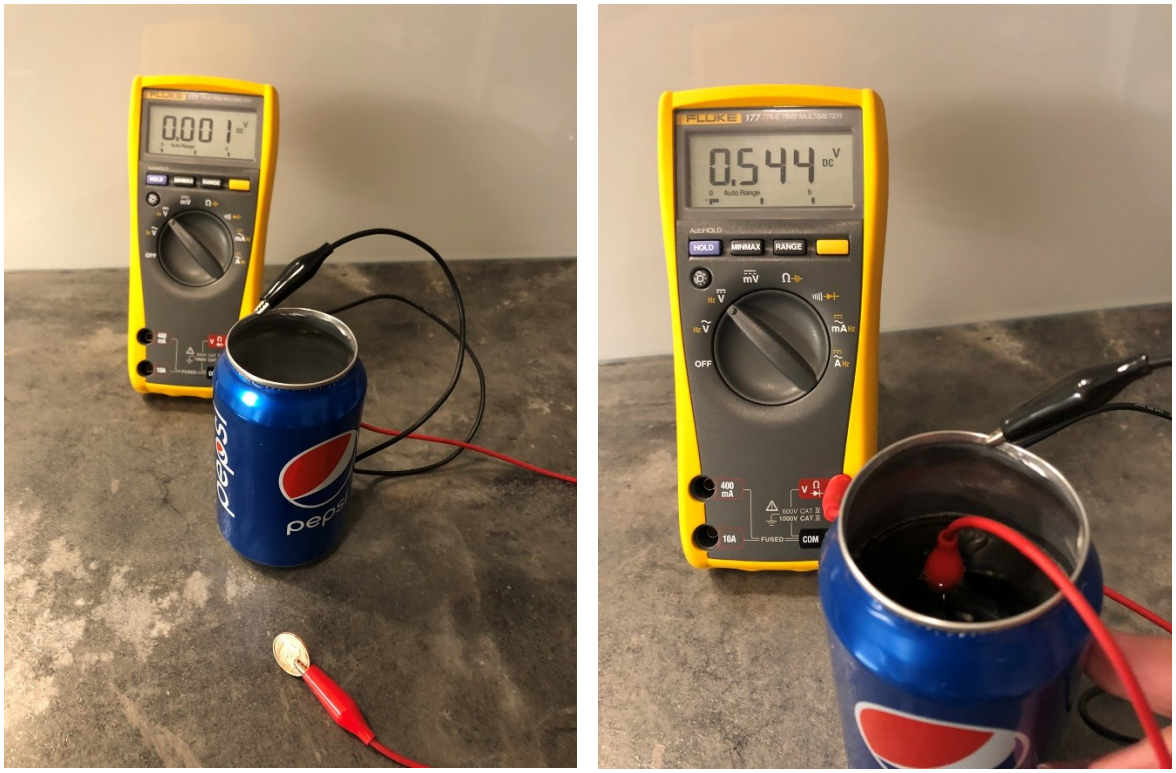
Ko imamo odprto pločevinko, še vedno nimamo dostopa do golega aluminija, ki ga potrebujemo za poizkus. Če vzamemo v roko Ohm meter in sondi pritaknemo na dno aluminijaste pločevinke z zunanje strani, bomo izmerili majhno upornost, ker je aluminij prevodnik. Če to ponovimo z notranje strani, bomo merili zelo visoko upornost, podobno kot pri izolatorjih, ki ne prevajajo toka. Pijača v notranjosti pločevinke namreč ni v neposrednem stiku za aluminijem, kot mnogi zmotno mislijo, ampak je na aluminij nanešen tanek sloj plastike, ki pa nam tu dela težave in se ga moramo znebiti. To najlažje naredimo z brušenjem. Vzamemo brusno gobico ali prejo in notranjost pločevinke brusimo toliko časa, dokler na (vsaj) polovici notranje površine ne odstranimo plastike. Svoje delo sproti preverimo z Ohm-metrom, ki mora tudi v notranjosti med katerima koli točkama kazati 0 Ω.

Brušenje notranjosti pločevinke je zamudno in zoprno opravilo. Ne skrbimo preveč, če ne uspemo povsod odstraniti zaščitnega sloja plastike. Poskus bo deloval že, če obdelamo vsaj 50% notranje površine.

Poiščemo kovanec za 2 centa in ga pobrusimo z mehko brusno gobico ali prejo. S kovanca moramo odstraniti vso umazanijo in oksid, ki se je na njem nabral skozi leta. Kovanec se mora lepo svetiti, da bo poizkus deloval najbolje.

Slika 2: Primer zbrušenega in nezbrušenega kovanca.

Sedaj na rob aluminijaste pločevinke pritrdimo žico in jo povežemo na voltmeter. Na konec druge žice voltmetra pritrdimo kovanec za 2 centa, ki ga vstavimo na sredino pločevinke tako, da se ta ne dotika sten ali dna. V pločevinko nato nalijemo gazirano pijačo, ki smo jo shranili ločeno na začetku poskusa. Bodimo pozorni na najvišjo napetost, ki jo na voltmetru odčitamo takoj, ko bakren kovanec v celoti prekrijemo s tekočino. Nato izpolnimo prvi stolpec tabele z rezultati meritev.



Slika 3: Priklop žic, vezava na voltmeter in namestitev kovanca v tekočini.

Iz pijače vzemimo bakreni kovanec in ga zopet rahlo pobrusimo do leska. Potopimo ga nazaj v tekočino in ponovimo meritve v 2. stolpcu.

Čas	Napetost [V] 1. meritev	Napetost [V] 2. meritev
0 S		
15 S		
30 S		
45 S		
1 min		
2 min		
3 min		
5 min		
10 min		

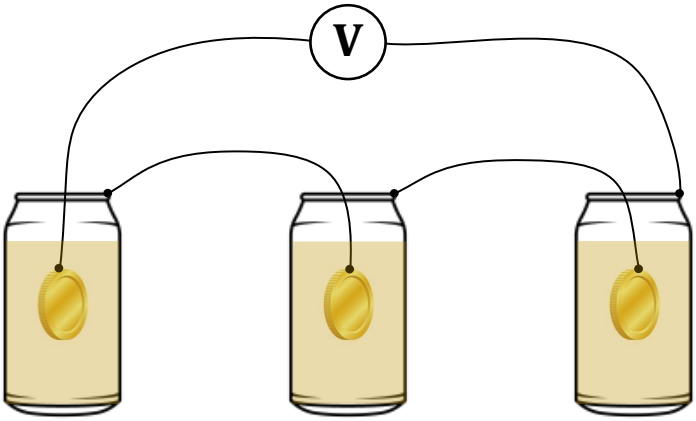
Tabela 1: Rezultati meritve 1. gazirane pijače

Celoten postopek ponovimo za drugo gazirano pijačo in s tem drugo pločevinko.

Čas	Napetost [V] 1. meritev	Napetost [V] 2. meritev
0 S		
15 S		
30 S		
45 S		
1 min		
2 min		
3 min		
5 min		
10 min		

Tabela 2: Rezultati meritve 2. gazirane pijače

Za zadnji poskus pripravimo tri enake pločevinke z enako gazirano pijačo in žice med pločevinkami vežemo zaporedno, kot to prikazuje spodnja slika. Najprej postavimo in povežemo vse žice, pločevinke in bakrene kovance in šele nato nalijemo tekočino!



Slika 4: Skica zaporedne vezave celic

Čas	Napetost [V]
0 S	
30 S	
1 min	
2 min	
3 min	
5 min	
10 min	

Tabela 3: Rezultati meritve zaporedne vezave treh celic

Nasveti

- Aluminijasto pločevinko lahko uporabimo za več poskusov, a jo za novo meritev povsem izpraznimo, izperimo z vodo, posušimo in zopet narahlo pobrusimo. Bakren kovanec rahlo pobrusimo pred vsako ponovitvijo poskusa.
- Pri nameščanju bakrenega kovanca v sredino pločevinke si pomagamo z lepilnim trakom.
- Pri brušenju si lahko pomagamo z namenskimi električnimi brusilniki, če so nam na voljo in nam pri tem pomaga odrasla oseba.

Dodatno

- Namesto gazirane pijače uporabite drugačno prevodno tekočino (slano vodo, sladko pijačo).
- Namesto bakrenega kovanca uporabite drugo kovino, a ne aluminija.
- Namesto aluminija uporabite drugo kovino, a ne bakra (poskus izvajate v steklenem kozarcu in vstavite dve kovini).

Vprašanja za razmislek

- Ali tip gazirane pijače vpliva na izmerjeno napetost po 5 minutah?
- Ali tip gazirane pijače vpliva na hitrost spreminjanja napetosti s časom?
- Koliko celic izbrane pijače bi morali vezati zaporedno, če bi želeli doseči napetost 5V, kar zadostuje za polnjenje telefona?
- Kaj se zgodi, če namesto kovanca za 2 centa uporabimo tistega za 5 centov?

Naloge

A1. Pri izdelavi baterijske celice z aluminijasto pločevinko gazirane pijače in bakrenim kovancem se negativni priključek baterije nahaja:

a) Na bakrenem kovancu.

b) V gazirani pijači.

c) Na aluminijasti pločevinki.

A2. Z baterijami iz gaziranih pijač želimo doseči višjo izhodno napetost. Baterije vežemo:

a) Zaporedno.

b) Vzporedno.

c) Zvezno.

A3. Katera sestavina gazirane pijače je ključna za delovanje baterijske celice z aluminijasto pločevinko in bakrenim kovancem?

a) Aspartam (kemično sladilo).

b) Fosforjeva kislina.

c) Raztopljen ogljikov dioksid.

A4. Kateri plin se zaradi delovanja baterijske celice izloča iz bakrene elektrode?

a) Ogljikov dioksid.

b) Kisik.

c) Vodik.

A5. Kateri izmed spodaj naštetih ukrepov <u>ne bo</u> podaljšal časa delovanja baterijske celice iz energijske pijače?

a) Menjava izrabljenega bakrenega kovanca z novim.

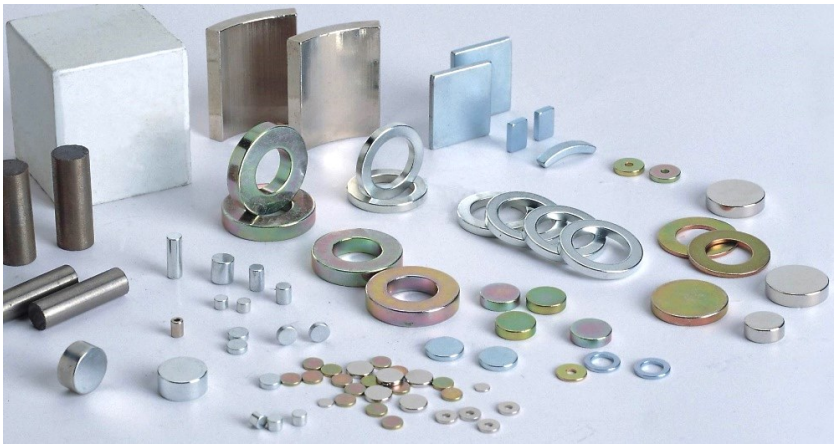
b) Menjava gazirane pijače z neizrabljeno.

c) Boljše brušenje aluminijaste pločevinke.

Pretresi in stresi (šolsko tekmovanje)

Energija magnetnega polja

»Pretresi, napolni, posveti!« Tako enostavno se glasijo navodila za uporabo LED svetilke, ki za delovanje ne potrebuje običajnih baterij. Prodaja se kot svetilka v sili za primer, ko nimamo na voljo drugega vira energije, da bi napolnili baterije ali svetili z lučjo. Potrebno energijo ustvarimo sami s tresenjem svetilke. Takšne in podobne igrače občasno najdemo v trgovinah s poceni blagom in res so bolj kot ne le igrače. Za dolgotrajno uporabo, torej svetenje v temi, nam bo od tresenja prej odpadla roka, kot pa bomo prišli iz temačnega gozda!



Magnete verjetno že poznate iz vsakdanjega življenja. Obstajajo v vseh možnih oblikah in velikostih, a vsem je skupno eno – obdaja jih nevidno magnetno polje, ki ima severni in južni pol. Magnetno polje lahko privlači ali odbija druge magnete, podobni polji (sever in sever ali jug in jug) se med sabo odbijata, nasprotni privlačita. Toda ali veste, da med magnetnim poljem in električno energijo obstaja povezava?

Električni tok teče skozi vse elektronske naprave, ki jih uporabljate, od luči in hladilnika, do računalnika in mobilnega telefona. Električni tok prenašajo prevodniki (vodniki), običajno kovinske žice, ki omogočajo prost pretok naelektrenih delcev oziroma nabojev. Izkaže se, da premik magneta oziroma sprememba magnetnega polja v bližini prevodnika, skozenj povzroči (ali inducira) tok. Temu pojavu rečemo magnetna indukcija, ta fenomen pa izkoriščajo generatorji v elektrarnah za proizvajanje električne energije. Večina generatorjev vsebuje navitja prevodnikov ali tuljave, kar omogoča, da na zelo majhen prostor spravimo precej dolgo žico. Obstaja veliko različnih tipov generatorjev. Nekateri so zelo zapleteni in vsebujejo različne tuljave in več magnetov, ostali so zelo preprosti s samo eno tuljavo in enim magnetom. Nekateri so ogromni (kot tisti v nuklearnih elektrarnah), drugi spet majhni, da zlahka pašejo v vsak žep.

Pri našem poskusu bomo izdelali prenosni ročni generator z eno samo tuljavo in enim močnim magnetom, s pomočjo katerega bomo posvetili v temi. Samo da koga med tresenjem ne strese!

Potrebni pripomočki

Za izvedbo naloge potrebujemo:

- Okrogle magnete (premer 1-2 cm, najboljši bodo močni neodimski magneti)
- Izolirana žica
- Izolirni trak, silikonska cev ali termo-skrčljiva cev
- Karton
- Lepilni trak
- Voltmeter
- LED dioda ali kolesarska žarnica
- Škarje

Opis poteka naloge

Pri poskusu želimo ustvariti čim večjo spremembo magnetnega polja v bližini čim večjega števila ovojev žice. Na moč polja permanentnega magneta vplivamo z izbiro materiala, iz katerega je magnet narejen. Danes so na tržišču lahko dostopni zelo močni neodimski magneti, ki bodo odlični za to nalogo. Dobimo jih v različnih velikostih, najpogosteje v obliki diska debeline nekaj milimetrov. Če imamo doma že na voljo dovolj magnetov, seveda uporabimo te, če izbiramo nove magnete pa poiščemo takšne s presekom med 10-20 mm in debelino več kot 5 mm. Zelo tanki neodimski magneti se namreč hitro zlomijo, kar nam lahko povzroči precej preglavic!

POZOR! Neodimski magneti so zelo močni in bodo privlačili vse kovinske predmete v okolici ter se poskušali nanje prijeti. Z njimi rokujmo previdno in ne dovolimo, da bi se hipno sprijeli skupaj, saj nas lahko uščipnejo ali pa se razletijo na drobne delce, ki poletijo po prostoru. Pri rokovanju z magneti obvezno nosimo zaščitna očala, ki so certificirana za zadržanje šrapnela. Če se ob nakupu med magneti nahaja plastična folija, jo moramo previdno odstraniti, en magnet za drugim.

Neodimske magnete držimo stran od majhnih otrok, živali, kreditnih kartic in oseb s srčnim spodbujevalnikom!

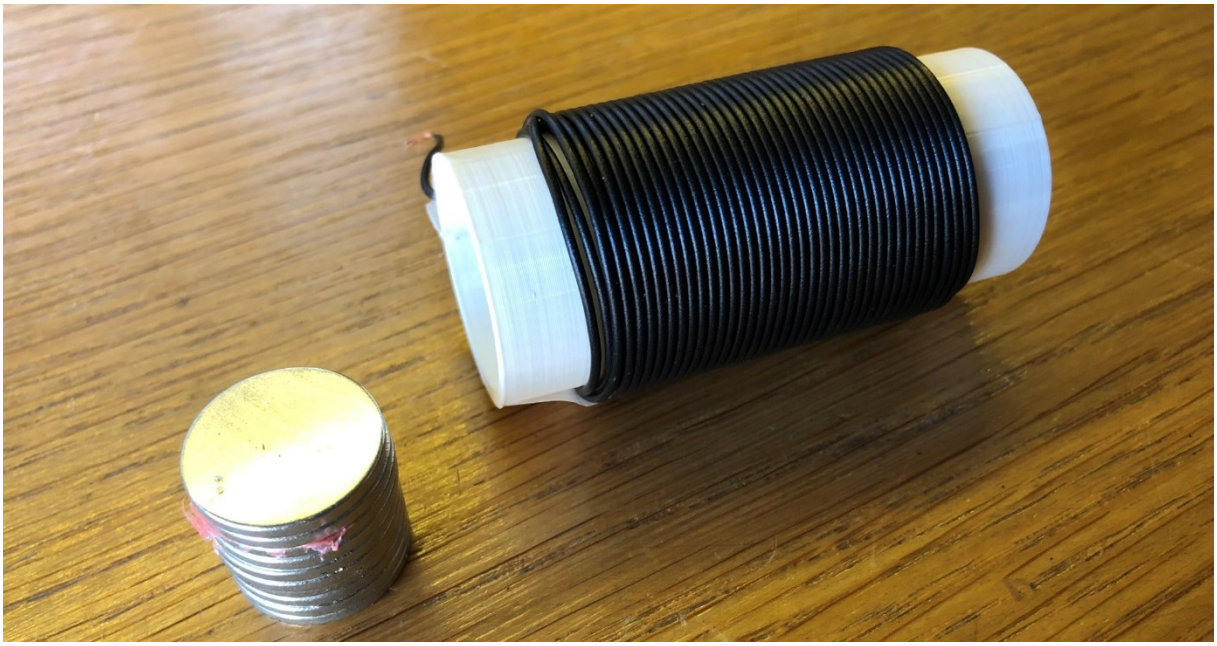
Magnete bomo tresli in premetavali po naši izdelani napravi, zato jih moramo ustrezno zaščititi. Ovijemo jih lahko z izolirnim trakom ali pa oblečemo v gumo, termo-skrčljivo cevko.

Slika 1: Magneti zavarovani s termo-krčljivo cevko.

Ko smo izbrali magnete in jih ustrezno zaščitili, moramo izdelati tuljavnik z večjim številom ovojev žice. Poskušamo poiskati čim tanjšo lakirano žico oziroma čim tanjšo žico s plastičnim izolatorjem, ki pa naj bo vseeno debelejša od 0.2 mm. Žico navijemo na votel tulec, čigar presek je pogojen z velikostjo izbranih magnetov. Zračno špranjo poskušajmo narediti kar se da majhno, a dovolj veliko, da se bo magnet prosto gibal skozi tulec. Za optimalno delovanje poskusa moramo na tulec naviti približno 1000-1200 ovojev. Ovoje žice namestimo tesno drug ob drugem v več slojih. Tanjša kot je naša žica, več slojev bomo lahko naredili. Če uporabljamo debelejšo žico, si pomagao s kartonastimi vodili v obliki kolobarjev.

Navijanje 1000 ovojev je zamudno opravilo, hkrati pa se vmes z lahkoto zmotimo pri štetju. Brez skrbi! 10 ovojev več ali manj ne bo vplivalo na delovanje poskusa. V pomoč nam je lahko, da si vsakih 100 ovojev na list papirja naredimo črtico.

Če smo z ročnim orodjem bolj vešči, lahko tuljavnik navijemo tudi s pomočjo vrtalnika. Pri tem nam mora pomagati odrasla oseba. Obvezno si nadenemo zaščitna očala.



Slika 2: Primer navitja tuljave na votlem plastičnem tulcu. Žica je precej debela, zato je število ovojev majhno. Magneti še niso ustrezno zaščiteni.

Slika 3: Primer navitja tuljavnika s 1000 ovoji lakirane bakrene žice na kartonasto votlo cev in robnimi vodili za žico. Debelina žice je zgolj 0.1 mm!

Konca žice na obeh straneh previdno olupimo oziroma odstranimo lakirano izolacijo v dolžini 3 cm, da dobimo dva priključka, ki ju povežemo na voltmeter. Najboljši bo analogni voltmeter, vendar lahko uporabimo tudi digitalnega. Po potrebi žice podaljšamo, da lahko opravljamo meritev tudi med tresenjem.

V tuljavnik nato vstavimo magnete, luknji na obeh straneh zatesnimo z dlanmi in pretresemo. Opazujmo, kaj se dogaja z napetostjo na voltmetru, ko spreminjamo intenzivnost tresenja. Bodimo pozorni, da magnet vedno doseže konec tuljavnika. V kolikor se magnet ne bo gibal po celotni dolžini tuljavnika, namreč ne bomo izmerili največje možne napetosti!

Namesto voltmetra lahko na priključka vežemo svetlečo LED diodo ali kolesarsko žarnico, zatemnimo prostor in opazujemo, kako se intenziteta svetenja spreminja z močjo tresenja.

Sedaj odvijmo polovico ovojev s tuljavnika in opazujmo, kaj se je zgodilo z napetostjo.

Nasveti

- Če nimamo na voljo dovolj žice ali pa je naša žica predebela, naredimo čim večje število ovojev, a vsaj 100.
- Pri izbiri bakrene lakirane žice moramo biti previdni, da je žica resnično izolirana (Ohm meter mora kazati odprte sponke, kadar merimo izolacijo). Večina golih bakrenih žic, ki jih kupimo v trgovinah z gradbenim materialom namreč ni izoliranih in ni prekritih z zaščitnim lakom). Namensko izolirano bakreno žico lahko kupimo v trgovini z elektronskimi komponentami ali vzamemo iz odsluženega transformatorja ali najdemo v starem televizorju s katodno cevjo (navita okoli zunanjega robu zaslona).
- Lak lakirane bakrene žice je v večini primerov termično odstranljiv. Žico s spajkalnikom ali vžigalnikom segrevamo toliko časa, dokler ne vidimo, da se je lak stalil in zgorel. Lak lahko odstranimo tudi z brusnim papirjem ali železno volno, pri čimer pa moramo paziti, da žice prevečkrat ne prepognemo, saj se bo zlomila.
- Pri uporabi zelo tanke žice (0.1mm premera) bo pri 1000 ovojih na tuljavniku možno izmeriti precejšno upornost. To pomeni dodatne izgube energije, ki smo jo pridobili preko spreminjanja magnetnega polja. Ko bo magnet prosto padal skozi tuljavnik, bo nanj delovala znatna sila (nasprotna gravitacijski), ki ga lahko tudi povsem zaustavi. V takšnem primeru, moramo tuljavnik močneje tresti, da magnetu dovedemo več kinetične energije.
- Nič hudega, če ne uspemo prižgati LED žarnice, povsem dovolj bo, da opazujemo spreminjanje napetosti na voltmetru. V kolikor bo število ovojev manjše od 100, bomo za meritev potrebovali milivoltmeter (mV).

Dodatno

- Na konce tuljavnika namestimo vzmeti, ki bodo odbile magnet, s tem bomo povečali učinkovitost tresenja.
- Ugotovimo kolikšno je minimalno število ovojev na tuljavnikov, da še izmerimo spremembo napetosti z izbranimi magneti.
- Uporabimo manjše magnete ali pa odstranimo nekaj magnetov in ponovimo poskus.
- Če imamo na voljo osciloskop v šoli ali doma, lahko nanj priključimo našo tuljavo, pretresemo in opazujemo signal.

Vprašanja za razmislek

- Kaj je magnetna indukcija? Kako se uporablja za proizvajanje električne energije?
- Ali zlaganje več šibkejših magnetov skupaj ustvari en močnejši magnet?
- Kako se spreminja predznak napetosti, ko magnet prečka navitje tuljavnika v eno ali drugo smer?
- Kaj bi se zgodilo, če bi število ovojev navitja tuljavnika podvojili?
- Kaj se zgodi, če žice tuljavnika vežemo skupaj (napravimo kratek stik)?

Naloge

B1. Kaj je elektro-magnetna indukcija?

a) Pojav, pri katerem nastane magnetni pretok v vodniku, ki se giblje v magnetnem polju.

b) Pojav, pri katerem nastane električna napetost v vodniku, ki se giblje v električnem polju.

c) Pojav, pri katerem nastane električna napetost v vodniku, ki se giblje v magnetnem polju.

B2. Kadar magnet potuje navzdol po našem tuljavniku, volt-meter kaže pozitivno napetost. Kakšno napetost izmerimo, če spremenimo smer gibanja magneta v istem tuljavniku?

a) Pozitivno.

b) Negativno.

c) Ne izmerimo napetosti, saj magnet potuje v napačno smer.

B3. Višjo napetost na tuljavi naše ročne elektrarne bomo proizvedli, če:

a) Zamenjamo žico z zelo tanko, pri enakem številu ovojev.

b) Podvojimo število ovojev žice.

c) Povečamo premer tuljavnika.

B4. Pri uporabi zelo velikega števila ovojev tanke žice na tuljavniku v kratkem stiku se potovanje močnega magneta skozi odprtino tuljavnika zelo upočasni. Kaj je razlog?

a) Magnet se želi sprijeti z bakreno žico.

b) Veliko število ovojev ustvari napetost, ki proizvede negativno električno polje.

c) Tok skozi navitje ustvarja silo, ki zaustavlja potovanje magneta.

B5. Na priključke tuljave povežemo zeleno LED diodo. Ko tuljavnik z magnetom hitro tresemo, LED dioda periodično utripa. Zakaj?

a) Inducira se izmenična napetost.

b) Inducira se premajhna napetost, da bi držala LED diodo prižgano ves čas.

a) Magnetno polje močnega magneta moti delovanje LED diode.

Zračna blazina (AirBag) (šolsko tekmovanje)

Varnostne naprave vozil

»Napihljiv sistem za zadrževanje potnikov« (danes znan kot zračna blazina) je bil prvič patentiran leta 1953. Sistem naj bi zagotavljal boljšo varnost v cestnem prometu in je bil oglaševan celo kot nadomestek za varnostni pas! Prvi sistemi so uporabljali vreče iz blaga, ki jih je napihnil zrak pod visokim pritiskom spravljen v jeklenki. Poseben mehanični senzor je zaznal čelni trk vozila in odprl zračni ventil za napihovanje. Sistem žal ni deloval zadosti dobro, saj se je izkazalo, da je napihovanje s stisnjenim zrakom prepočasno. Šele leta 1964 je japonski znanstvenik izdelal zračno blazino, ki za napihovanje uporablja veliko hitrejšo kemično reakcijo.

Proizvajalci komercialnih vozil so zračno blazino na voznikovi strani začeli v vozila prvič serijsko vgrajevati leta 1973. To možnost je moral kupec vedno doplačati, saj tovarnam vgrajevanje ni bilo ekonomično. Čeprav začetki zračnih blazin v 70. letih prejšnjega stoletja zahtevajo nekaj smrtnih žrtev (predvsem zaradi neželene sprožitve), raziskave pokažejo, da lahko uporaba znatno omeji poškodbe glave pri trku vozila in močno zmanjša smrtnost. V Ameriki so na odborih za prometno varnost zato začeli razpravljati o možnosti obvezne vgradnje takšnih blazin v vsa nova vozila. O tem seveda nista želela slišati ničesar proizvajalca vozil Ford in General Motors, ki sta nato več let na vse mogoče načine uspešno lobirala in preprečevala ureditev tega področja, tudi z navedbami, da je sistem nezanesljiv in neprimeren.

Preboj v zgodovini zračnih blazin se je zgodil z uporabo elektronskih senzorjev za zaznavanje trka. Računalnik ima na voljo v poprečju zgolj 20 milisekund, da sprejme odločitev o tem, ali je do trka sploh prišlo in iz katere smeri naleta vozilo. Sodobna zračna blazina se napihne v približno 30 milisekundah, torej od dotika vozila z zunanjim objektom do dotika glave voznika z zračno blazino mine manj kot 60 milisekund, kar je izjemno hitro. Seveda pa ne želimo, da računalnik sprejme napačno odločitev, torej da napihne zračne blazine, ko na parkirišču zadenemo voziček, saj to vodi do neželenih poškodb. Prav tako ne želimo, da se zgodi nesreča, zračne blazine pa se ne aktivirajo.

Nova vozila vsebujejo ogromno senzorjev, ki prispevajo k odločitvi o trku. Pospeškometri na več koncih vozila, naletni detektorji dotika in mečkanja, hitrost koles, moč zaviranja, položaj vozila; vse to zbira enota za proženje zračnih blazin, ki z zelo zapletenim algoritmom določi tip nesreče. Večina podatkov iz teh senzorjev se v enoto po trku tudi zapiše, kar služi policiji in

forenzikom pri odkrivanju vzroka nesreče. Ko računalnik odloči, da mora vozilo sprožiti zračne blazine, pošlje električni signal po žici do kemičnega vžigalnika v notranjosti zračne blazine, ta pa sproži nadzorovano eksplozijo. Cilj te manjše eksplozije je proizvodnja velike količine plina, kar je v večini primerov molekularni dušik in zmesi dušika. Pri tem se sprošča toplotna energija in manjša količina toksičnih plinov. Strupeni plini se na srečo hitro razgradijo, novejše zračne blazine pa vsebujejo takšne eksplozive, ki teh plinov ne proizvedejo.

Blazina se napihne v hipu, glava voznika ali potnikov pa ob tem zadane ob napihnjeno površino prekrito s smukcem. Sedaj mora blazina odvzeti kinetično energijo, zato se skozi skrbno načrtovane zračne reže začne prazniti. V sekundi je zračna blazina polna in nato spet povsem prazna, zato je pomembno, da jo sprožimo pravem trenutku. Sodobna vozila vsebujejo več zračnih blazin tako za voznika, kot za potnike v vozilu. Odprejo se lahko blazine, zračne zavese za stranska stekla, zaščita za kolena in trup. Računalnik zračne blazine odpira postopoma odvisno od vrste trka, pri tem pa ni nujno, da odpre vse zračne blazine. Po letu 1990, ko so se v Evropi začela pojavljati vozila z zračnimi blazinami, se je število smrtnih žrtev na cestah drastično zmanjšalo. Zračne blazine so danes obvezne v vseh vozilih.

Ko se pogovarjamo o zračnih blazinah, moramo opozoriti tudi na nevarnosti:

- Če smo voznik, moramo volan vedno držati z rokami ob straneh, nikoli na vrhu, nikoli s prekrižanimi rokami. V primeru trka nam bo namreč zračna blazina roke izstrelila v obraz, pri tem pa lahko nastanejo hude poškodbe! Če roke držimo pravilno ob strani, bo zračna blazina iz volana roke potisnila na varno mesto pod volan ob telo in nas s tem zavarovala ter preprečila opekline zaradi eksplozije.
- Nikoli ne posegajmo v območje zračnih blazin! Te se namreč lahko sprožijo še pol ure po tem, ko odstranimo akumulator, saj vsebujejo varnosti mehanizem v primeru prekinitve električne energije med nesrečo. Zračno blazino naj zamenja le pooblaščen serviser.
- Pazimo, da je zračna blazina na sovoznikovem sedežu izklopljena, če na sprednjem sedežu prevažamo otroka v stolčku. Kar 2/3 vseh smrtnih nesreč zaradi zračnih blazin je namreč otrok v stolčkih na sprednjem sedežu.
- V kolikor se zračne blazine sprožijo pri manjšem trku, ko vozilo ni močno poškodovano, sami pa blazine nismo zadeli, vozilo zapustimo in pokličemo pomoč. Vse blazine je potrebno zamenjati z novimi, saj se lahko sprožijo samo enkrat!

Pri tem poskusu bomo izdelali preprosto zračno blazino in z njo poskušali obvarovati jajce pripadcu. Sami bomo ustvarili kemično reakcijo, ki sicer ne bo eksplozivna, a bo povzročila dovolj plina za napihovanje in varno uporabo.

Potrebni pripomočki

Za izvedbo naloge potrebujemo:

- Pecilni prašek
- Kis (jabolčni, vinski, alkoholni)
- 1L vrečke z zadrgo
- Štoparica
- Tehtnica
- Lepilni trak
- Kokošja jajca

Opis poteka naloge

Najprej bomo ustvarili svojo zračno blazino. 1 litrsko vrečko z zadrgo (dobimo jo v večini trgovin, saj takšne vrečke potrebujemo za ročno prtljago na poletih znotraj EU) napolnimo z vsebino ene vrečke pecilnega praška (15 g). Če imamo pecilni prašek v večjih količinah, ga stehtajmo s kuhinjsko tehtnico, ki omogoča merjenje na 1g natančno.

Slika 1: Potrebni pripomočki. Pozor, vrečke z rdečo zadrgo za začetek niso primerne, saj so 3 litrske. Tu potrebujemo veliko več pecilnega praška in kisa, da napolnimo dani volumen vreče.

Pecilni prašek sedaj pretresemo v en kot vrečke in jo polkrožno zavrtimo, da ujamemo ves pecilni prašek v žepek. V drug kot sedaj zlijemo približno enak volumen kisa, kot ga zaseda pecilni prašek v drugem kotu. Pri tem seveda pazimo, da se med seboj še ne zmešata. Če imamo težave z držanjem pecilnega praška v ustvarjenem žepku, si pomagajmo z elastiko.

Slika 2: Ločevanje pecilnega praška in kisa in začetek reakcije.

Zapremo vrečko z zadrgo tako, da iz nje odstranimo čim več ostalega notranjega zraka. Preverimo ali smo vrečko res dobro zaprli, da zrak ne uhaja, nato pa sprostimo žepek s pecilnim praškom in ga dobro premešamo s kisom. Stekla bo reakcija in nje pa se bo izločal plin, ki bo polnil našo vrečko. Reakcijo pustimo teči vsaj 10 min in opazujmo dogajanje.

Naša naloga sedaj je, da s poskušanjem ugotovimo koliko pecilnega praška in koliko kisa potrebujemo, da uspešno napolnimo 1 litrsko zračno blazino do konca, torej da ustvarimo trden balon. Nadzorujemo količino kisa in količino pecilnega praška. Želimo, da ko po 10 minutah odpremo vrečko izrazit vonj po kisu izgine, dodajanje novega pecilnega praška pa ne povzroči ponovne reakcije, torej, da v začetnem razmerju ni bilo ne preveč kisa in ne preveč pecilnega praška. Ugotovitve si beležimo v tabelo. V zadnjo vrstico napišemo razmerje, ki da optimalen rezultat (popolna napihnjenost brez ostanka kisa ali pecilnega praška).

Količina pecilnega praška **[g]**	Količina kisa **[mL]**	Napolnjenost blazine po 2 min **[%]**	Napolnjenost blazine po 10 min **[%]**

Slika 3: Končna napihnjenost zračne blazine.

Zračne blazine varujejo življenja, a kakšne in koliko jih potrebujemo za to? Pred nami je naloga! S pomočjo napihnjenih vreč (1 L iz naše naloge) sestavimo skupek zračnih blazin, ki bo obvaroval kokošje jajce pred razbitjem, ko ga vržemo z višine 1m!

Na voljo imamo: 1L vreče napolnjene z zrakom, škarje, lepilni trak in kokošje jajce.

In nič drugega!

Jajce ne sme niti počiti. Z zlomljeno lobanjo bi namreč težko hodili okoli.

Koliko zračnih vreč ste potrebovali, da ste obvarovali kokošje jajce pred razbitjem? _____

Kako ste razporedili zračne vreče in jajce (skica):

Nasveti

- Če nam zadrževanje pecilnega praška v enem kotu vrečke in kisa v drugem kotu dela težave, lahko pecilni prašek zavijemo s papirnato kuhinjsko brisačo v mali mošnjiček, ki ga nato lažje držimo v vrečki. Papirnata brisačka se bo povsem napila s kisom in ne bo ovirala izvajanja poskusa.
- V kolikor naša kuhinjska tehtnica ni zmožna tehtati na 1 g natančno, lahko določimo količino pecilnega praška z volumnom namesto s težo.
- Namesto vinskega ali jabolčnega kisa uporabimo alkoholni kis (za čiščenje ali v laganje), ki bo s pecilnim praškom reagiral bolj agresivno. Količino moramo ustrezno prilagoditi.
- Vrečke pred začetkom poskusa preverimo ali lahko držijo zrak pod rahlim pritiskom oziroma držijo tekočino brez puščanja.
- Posamezno vrečko lahko seveda uporabimo večkrat. Vsebino po koncu poskusa zlijemo v odtok, vrečko speremo z vodo in osušimo do suhega.
- Za izdelavo zračne blazine kokošjega jajca, lahko vrečko namesto s pecilnim praškom napolnimo z navadnim zrakom s pihanjem vanjo.
- Namesto kokošjega jajca na začetku vadimo z utežjo. Bodimo odgovorni do hrane!

Dodatno

- Poskušamo izdelati zračno blazino iz 3 litrske vrečke na zadrgo. Tokrat bomo potrebovali večje količine pecilnega praška in kisa.
- Kokošje jajce vržemo na zračno blazino z 2 metrov.
- Kokošje jajce vržemo z balkona. Tekmujmo med seboj v skupinah, kdo uspe ohraniti jajce celo dlje časa.

Vprašanja za razmislek

- Kako bi povečali hitrost reakcije, da bi s tem hitreje napolnili zračno blazino?
- Kaj se zgodi z zračno blazino v primeru previsokega pritiska v notranjosti?
- Ali je za obvarovanje pred poškodbami res smiselno uporabljati povsem napihnjene blazine?
- Koliko zračnih blazin ima avto, s katerim ste se nazadnje peljali?
- Ima avtobus zračne blazine za potnike?
- Zakaj na sovoznikovem sedežu med vožnjo ne smemo imeti nog na armaturni plošči?
- Zakaj se v večini avtomobilov nahaja stikalo za izklop zračne blazine na sovoznikovi strani?

Naloge

C1. Ob trku vozila številni senzorji v avtomobilu zaznajo dotike, mečkanje, zaviranje, prevračanje. Kdo sprejme odločitev o aktivaciji zračnih blazin?

a) Računalnik zračnih blazin.

b) Voznik s pomočjo gumba za upravljanje.

c) Vsak senzor ločeno. Če se jih za sprožitev odloči več kot polovica, se zračne blazine napihnejo.

C2. Kis v poskusu z zračno blazino zamenjamo z vodo iz pipe. Kaj se zgodi?

a) Voda zelo hitro reagira s pecilnim praškom, rezultat je hipno napihovanje vreče.

b) Voda sproži podobno reakcijo kisu, le da ta teče zelo počasi.

c) Reakcija ne steče, blazina se ne napihne.

C3. Rezultat reakcije je prevelika količina plina v vreči, zato se ta napihne do te mere, da poči. Kaj lahko storimo, da zmanjšamo količino plina, ki nastane pri reakciji?

a) Uporabimo manjšo količino kisa pri enaki količini pecilnega praška.

b) Uporabimo večjo količino kisa pri enaki količini pecilnega praška

c) Uporabimo enako količino kisa pri večji količini pecilnega praška.

C4. Zakaj se zračne blazine po trku zelo hitro spraznijo skozi namenske odprtine?

a) Da deli telesa zadenejo dovolj mehko površino.

b) Da toksični plini kemične reakcije ne ostanejo ujeti v napihnjeni blazini.

c) Da ne ovirajo reševalcev pri dostopu do ponesrečenih oseb.

C5. Kaj je produkt reakcije kisa s pecilnim praškom?

a) Dušikov dioksid, voda in acetatni ioni.

b) Vodikov dioksid, voda in natrijevi ioni.

c) Ogljikov dioksid, voda, acetatni ioni in natrijevi ioni.

Polarizacija svetlobe (državno tekmovanje)

Kaj je polarizacija?

Polarizacija je lastnost transverzalnih valovanj (katerih spreminjanje veličine je pravokotno na smer valovanja) in geometrijsko opisuje smer oscilacije. Najenostavnejši primer prikaza polarizacije je opazovanje valovanja na struni inštrumenta. Glede na smer, v katero je struna odmaknjena s potegom prsta lahko dobimo potovanje vala v vodoravni, navpični ali kateri koli poševni legi.

Poseben primer je svetloba, ki jo lahko opisujemo kot potovanje vala električnega in magnetnega polja, ki je nanj pravokoten. Polarizacija je definirana na smer električnega polja. Če to oscilira zgolj v eni ravnini, ki se ne spreminja, govorimo o linearni polarizaciji. Če se ravnina s potovanjem valovanja vrti, govorimo o krožni ali eliptični polarizaciji. Sonce je primer izvora naključne polarizacije, tedaj govorimo o ne-polarizirani svetlobi.

Fiziki so na prelomu 19. stoletja odkrili nenavadno lastnost holesterola, ki je s sončno svetlobo tvorila nenavadne vzorce na zaslonu. Kasneje so osvojili tehnike izdelave umetne folije, ki je bila zmožna prepuščati svetlobo zgolj ene linearne polarizacije, ostale pa absorbirati. Poimenovali so jo polarizator, po podjetju, ki je folijo izdelovalo.

Slika 1: Primer vpliva polarizacijskih očal na sliko.

Izdelek je hitro prišel v uporabo kot prevleka za steklo, nastavek za fotoaparate in polarizacijska sončna očala. Ta so imela dobro lastnost izničevanja odboja svetlobe od površine vode ali razgretih tal. Struktura materialov namreč lahko spremeni polarizacijo svetlobe, podobno kot tekoči holesterol, kar povzroči občutek preveč osvetljene slike za človeško oko, ki ne zna ločiti med različnimi polarizacijami.

Kar nekaj let je minilo preden so inženirji osvojili možnost elektronskega nadzora polarizacije s pomočjo sintetičnih tekočih kristalov, pridobljenih za zamenjavo holesterola. Še več časa pa

je minilo, predno je izum zaživel v industrijskem svetu. Danes si sveta seveda ne moremo več predstavljati brez sodobnih LCD zaslonov, čeprav zaslone na najnovejših mobilnih napravah izrinja tehnologija OLED, ki pa s polarizacijo nima opraviti prav ničesar.

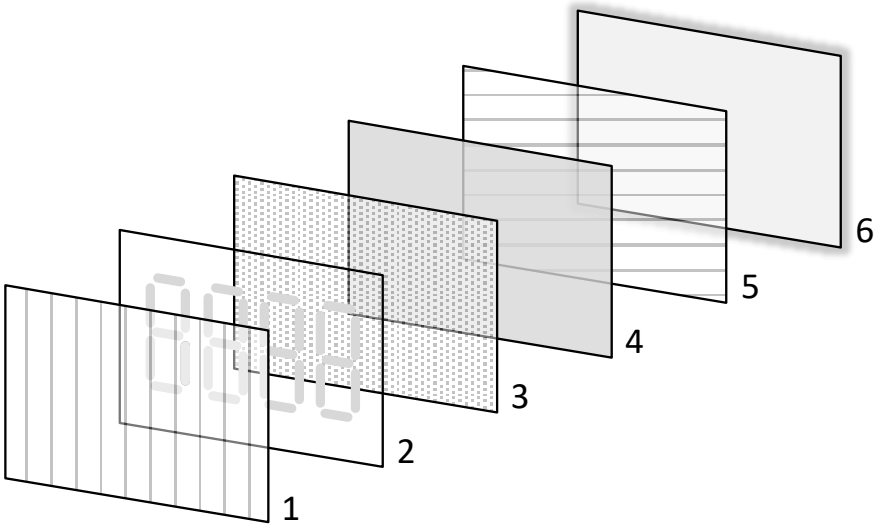
V tekmovalni nalogi je bila tekmovalcem prikazana polarizacija svetlobe na primeru delovanja LCD zaslona, načini izvedbe LCD projektorja (primerjava z DLP projektorjem), 3D kina in 3D očal s krožno polarizacijo, ter demonstracija delovanja razstavljenega LCD računalniškega panela.

LCD zaslon (ang. Liquid Crystal Display)

Izum LCD zaslonov sega precej dlje v zgodovino kot si to morda predstavljamo. Že leta 1888 je Friedrich Reintizer odkril kristalno naravo tekočega holesterola pridobljenega iz korenja, 1911 pa je bil izveden prvi poskus s tekočimi kristali ujetimi med dvema steklenima ploščicama. 1927 je bila nato ugotovljena povezava med električnim poljem in orientacijo kristalov, ki se je tržila kot elektronsko krmiljeno svetlobno stikalo, osnovo za sodobne LCD zaslone.

Tehnologija dolgo ni našla svojega tržišča. Šele s pojavom prvih digitalnih ročnih ur, ter prenosnih računal v 70 letih prejšnjega stoletja je TN (ang. Twisted nematic field effect) postala (še danes) močno razširjena tehnologija izdelave LCD panelov. TN tehnologija je pravzaprav povzročila uporabnost ter široko proizvodnjo LCD zaslonov. Za svoje delovanje ne potrebuje neprekinjenega toka in deluje z znatno nižjimi napetostmi, kar pomeni enostavnejšo krmilno elektroniko in daljšo življenjsko dobo baterije.

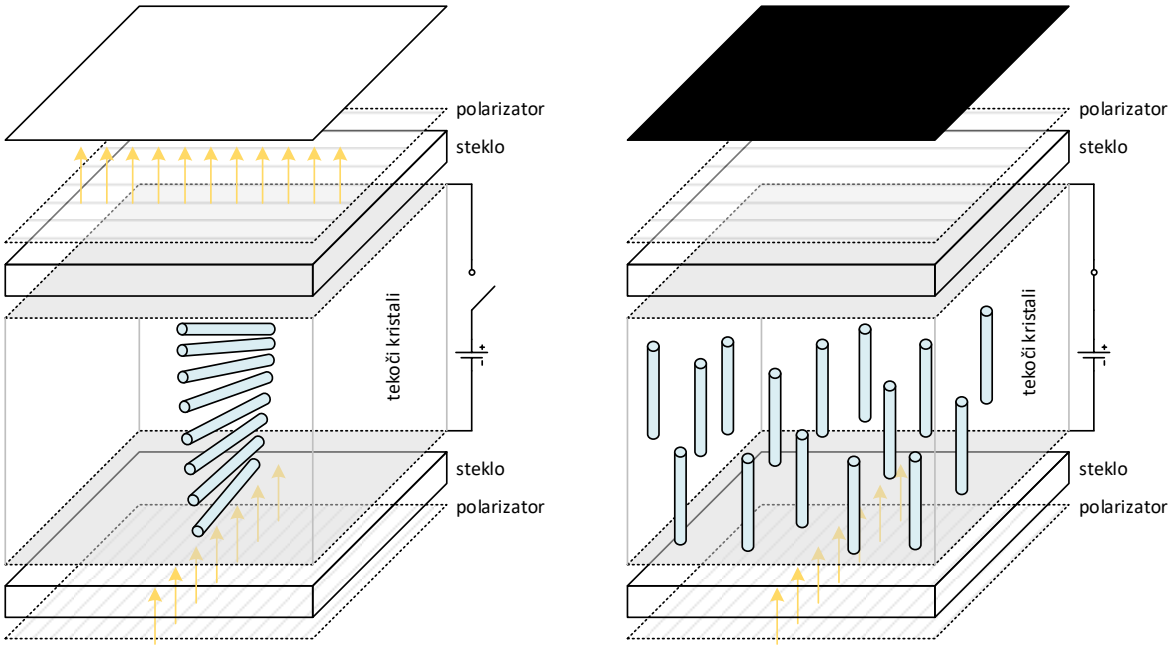
V grobi razčlenitvi delimo LCD zaslone v dve skupini. Takšne ki ne uporabljajo umetnega izvora svetlobe, ter preostale, ki imajo izvor svetlobe vgrajen v samo strukturo. Pri povsem vsakdanjih LCD zaslonih, uporabljenih na prenosnih računalih in preprostih digitalnih urah, preide svetloba v področje tekočega kristala iz okolice. Navadno gre za črno-bele zaslone, kjer obliko strukture (na primer posamezne točke) določa oblika prosojnih elektrod naparjenih na eno izmed steklenih plošč. Cena takšnih zaslonov v velikih količinah znatno pade. Ker z obliko elektrod nismo omejeni, lahko na zaslonu prikazujemo zelo zapletene vzorce z majhnim številom zunanjih priključkov. Posamezen element zaslona takrat preprosto prižgemo ali pa ugasnemo, le redko želimo doseči sivine. Seveda je takšen zaslon v temi povsem neuporaben.



Slika 2. Delovanje LCD zaslona brez izvora svetlobe.

Strukturo takšnega zaslona prikazuje Slika 2. Svetloba iz okolice najprej vstopi skozi polarizator (1). Na vrhnje steklo (2) so naparjene prevodne elektrode v obliki želenega elementa zaslona. Sledi plast tekočih kristalov (3) ter druga elektroda (4), ki je navadno nanešena na celotno površino stekla. Strukturo zaključita polarizator (5) ter zrcalo (6), od katerega se odbije svetloba nazaj skozi strukturo.

Delovanje v temi in možnost prikaza poljubne slike narekuje drugačen pristop. Vse elektrode so tokrat enake kvadratne oblike, posamezen element ima nanešen barvni filter za prikaz RGB komponent, v ozadju pa se namesto zrcala nahaja izvor svetlobe (danes super svetle bele LED diode, nekoč hladno katodne svetilke).



Slika 3. Delovanje TN strukture.

Princip delovanja takšne strukture prikazuje Slika 3. Svetloba vstopi skozi polarizator, ki ohrani le vertikalno komponento. Kadar na elektrodah ni zunanje pritisnjene napetosti, skrbno izbrana struktura in položaj tekočega kristala poskrbita, da se svetloba v njem obrne točno za 90°, kar omogoča nemoten izhod skozi zgornji polarizator. Če se v področju tekočega kristala pojavi električno polje (preko obeh elektrod), se kristali poravnajo vzdolž električnih silnic, kar podre skrbno načrtovani 90° zasuk. Vertikalno polarizirana svetloba tako ne more skozi horizontalno orientiran izhodni polarizator, kar vidimo kot črno področje na zaslonu. Seveda lahko elektrodi naelektrimo z nekoliko nižjo napetostjo kar povzroči, da so kristali delno še sposobni obrniti svetlobo, zato to vidimo kot odtenek sive (ali pa manj intenzivno barvo). Samo ustvarjanje električnega polja porabi zelo malo energije, daleč največ jo zahteva izvor bele svetlobe. Tehnologija LED je sicer prinesla znaten napredek v izkoristku LCD zaslonov.

Kadar je slikovnih točk zaslona veliko, njihovo krmiljenje postane precej zahtevno, saj bi neposredna vezava elektrod z zunanjimi priključki pomenila enormno količino povezav, ki so praktično precej neuporabne. Zato so proizvajalci LCD zaslonov v notranjost vgradili FET tranzistor in kondenzator, ki drži naboj. Posamezen slikovni element si tako lahko »zapomni« želeno električno stanje, ter ga ohrani do naslednje posodobitve informacije. S tem močno zmanjšamo potrebo po neprestanem osveževanju zaslona. Poleg krmilnega vodila za posamezno vrstico ali stolpec sodobna struktura vsebuje še napajalne vode, ki so vidni pod

mikroskopom kot drobno črno področje med posameznimi elementi. Tehnologijo so poimenovali TFT LCD (ang. Thin Film Transistor LCD).

3D zasloni

Učinek obračanja polarizacije lahko s pridom izkoristimo tudi za drugačno aplikacijo. Z uporabo dveh med sabo različnih polarizacij izhodne svetlobe, lahko dosežemo 3D učinek predvajane vsebine. Za stereoskopijo mora vsako oko prejeti njemu namenjeno sliko, prikazovati moramo torej dve različni sliki. To lahko storimo s predvajanjem dveh slik z med seboj različno polarizacijo na isto platno in uporabo cenenih pasivnih očal ki jih nosijo gledalci, da želena slika doseže levo ali desno oko.

Večina pasivnih 3D očal, ki jih prejmemo v zabaviščnih parkih za enkratno uporabo, vsebuje dva med seboj nasprotno orientirana linearna polarizatorja. Navadno se eden izmed njiju nahaja pod kotom 45°, drugi pa pod kotom 225°. Projektor oddaja dve sliki z različnimi polarizacijami, za levo in desno oko. Izbira takšne tehnologije ni najbolj primerna, saj vsak zasuk glave gledalca pomeni poslabšanje vidnih razmer in prekrivanje obeh kanalov slike (motna slika). Obiskovalcem tako hitro postane slabo, ali pa občutijo nelagodje pri gledanju daljši filmov od nekaj deset minut. Preprostost in cenenost izdelave pogosto pretehta pri odločitvi o izbiri drugačnega sistema.

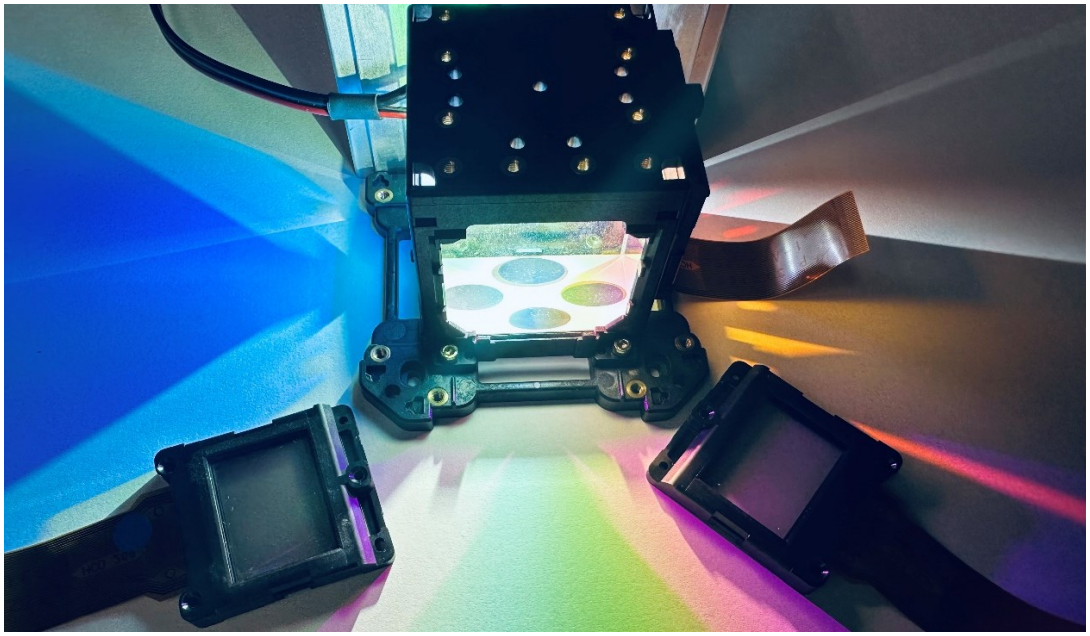
Novejša pasivna 3D očala ki delujejo tudi z nekaterimi 3D LCD televizorji, uporabljajo dve različni krožni polarizaciji za levo in desno oko. Polarizator LCD panela vsebuje $\lambda/4$ optični resonator, na vsaki drugi vrstici slikovnih točk pa različen linearni polarizator, ki ustvari končno levo ali desno krožno polarizacijo. Gledalec nosi očala z ustreznim polarizatorjem da levo oko vidi različno sliko od desnega. LCD televizija tako pošilja sliki z obema polarizacijama hkrati, z uporabo podvojenega števila slikovnih pik, v primerjavi s klasičnim LCD zaslonom. Uporabna vrednost takšnega načina je, da vidimo 3D sliko ne glede na zasuk naše glave, torej lahko gledamo leže. Slaba lastnost takšnih televizij je, da tudi pri izklopljenem stereoskopskem načinu uporabnik vidi nekoliko megleno sliko s slabšim kontrastom.

Projektorji (LCD, DLP, 3D)

Na podoben način delujejo tudi 3D projektorji. Pri izhodu se nahaja še ustrezen sukalnik linearne polarizacija, da dobimo projekcijo krožne polarizacije na platno v dvorani. V sami strukturi vsak LCD zaslon uporablja tri ločene LCD panele, torej tri različne optične poti v notranjosti za proizvajanje vseh treh barv, rdeče, zelene in modre. Posebna steklena prizma na izhodu projektorja združi vse tri slike v en sam žarek, ki se preko leče projicira na zaslon.

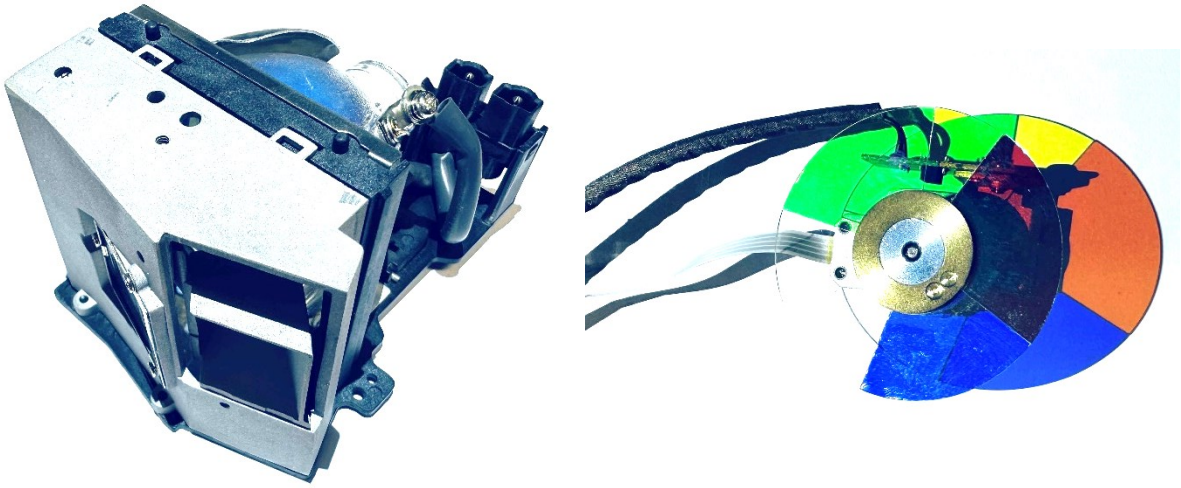
Slabost LCD projektorjev je v tem, da nam vhodni polarizator zavrže 50 % svetlobe, ki se delno pretvori v toploto, delno pa odbije nazaj proti žarnici. V realni napravi so izgube še nekoliko večje, saj tudi LCD matrika ni idealna, poleg tega pa žarek na poti sreča številna zrcala in leče. Za to potrebujemo izjemno močno žarnico v obliki ksenonske žarnice z električnim oblokom. Ta proizvede ogromno količino odvečne toplote, ki jo je treba iz zaprtega ohišja čim prej odstraniti, da ne pride do pregretja in uničenje naprave. LCD projektorji so zato precej glasni, saj vsebujejo številne ventilatorje, ki s kozi napravo prečrpajo velike količine hladilnega zraka iz okolice. Večji kot je naš zaslon, oziroma večja kot je potreba po svetilnosti zaradi vpliva zunanje okolice, večje žarnice potrebujemo in s tem večjo potrebo po hlajenju. Filmski

projektorji pogosto za potrebe hlajenja potrebujejo zunanjo klimo s turbinskimi ventilatorji, ki so precej glasni, zato so skupaj s projektorji zaprti v posebnem prostoru.



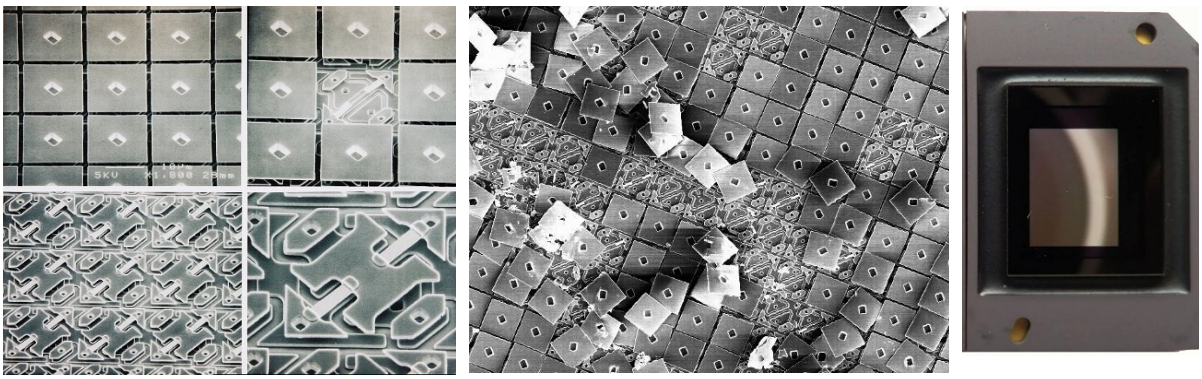
Slika 4. Optična prizma za združevanje žarkov z odstranjenimi LCD matrikami.

Rešitev problema je v uporabi DLP tehnologije (angleško Direct Light Projection). Ta uporablja povsem drugačen mehanizem projekcije, ki v ničemer ni podoben LCD projekciji in se sploh ne zanaša na polarizacijo svetlobe. Posamezne točke na zaslonu ustvarijo mikroskopsko majhna zrcala, ki se lahko elektronsko zasukajo in točko namesto na zaslon usmerijo v črno telo znotraj projektorja, ki svetlobo absorbira in pretvori v toploto. Barve ustvarijo barvni filtri, ki se s točno določeno hitrostjo vrtijo pred izvorom bele svetlobe in s tem izluščijo zgolj želen del spektra.



Slika 5. Žarnica znotraj LCD projektorja v ohišju za vpihovanje zraka in barvni filter DLP projektorja. Z leve strani sveti močna bela svetloba.

V kolikor uskladimo premikanje zrcal z vrtenjem barvnih filtrov, to pa počnemo zelo hitro, lahko projiciramo barvno sliko, kjer počasno človeško oko ne prepozna utripanja slike različnih barv. Na ta način precej povečamo izkoristek svetlobnega vira, saj le te ne izgubljamo na linearnih polarizatorjih. DLP projektorji so zato praviloma manjši in tišji za enako svetilnost slike.



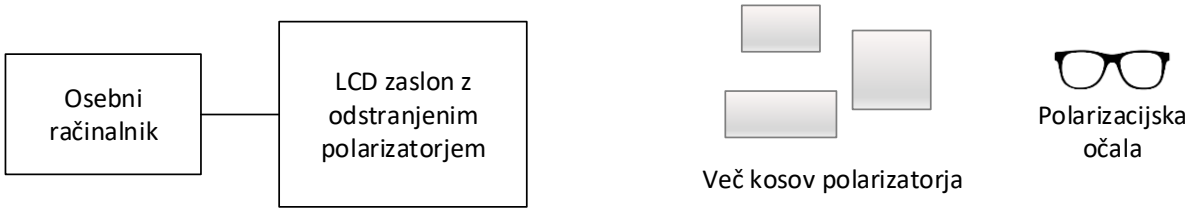
Slika 4. DLP matrika zrcal pod mikroskopom, uničena struktura čipa in zunanjost DLP čipa.

Potrebni pripomočki

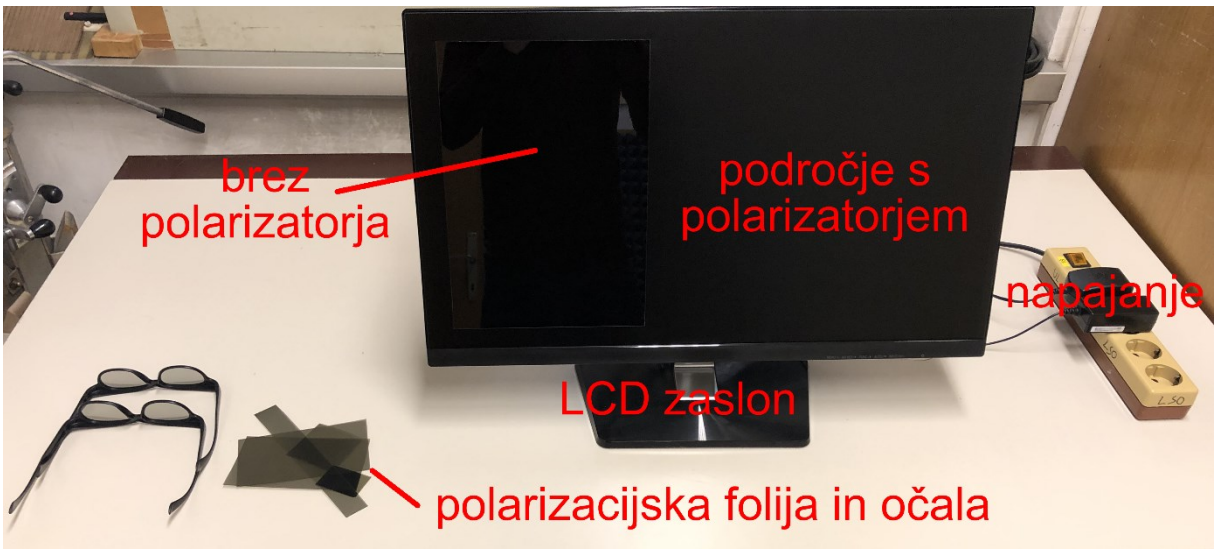
Za izvedbo poskusa potrebujemo:

- LCD zaslon z delno odstranjenim polarizatorjem na čelni plošči
- Več kosov linearno polarizirane optične folije
- Nekaj linearno ali krožno polariziranih očal
- Osebni računalnik
- Kable za vse povezave

Skica merilne vezave je prikazana na Sliki 6, fotografija postavitve pa na Sliki 7.



Slika 6: Skica merilne vezave



Slika 7: Fotografija merilne postavitve

Opis poteka naloge

Na zaslonu v področju odstranjene sprednje folije vidimo samo belo področje. Z ustrezno namestitvijo polarizatorja lahko prikažemo želeno sliko. S tem poskušamo ugotoviti, pod kakšnim kotom se nahaja polarizator v notranjosti zaslona in kako so orientirani kristali v slikovni enoti panela. Za različne tehnologije izdelave LCD zaslonov dobimo različne orientacije polarizatorjev svetlobe.

Na področju zaslona, kjer ni sprememb od originalne izdelave, polarizator učinkuje na drugačen način. Sliko lahko s pomočjo polarizatorja povsem zatemnimo, če je naš polarizator orientiran pravokotno na vgrajenega, ali pa čezenj spustimo vso svetlobo, če sta med sabo vzporedna.

Z uporabo posebnih očal, ki imajo vgrajen polarizator, skušajmo prebrati skrito sporočilo na zaslonu. Pri tem z nagibanjem glave v levo ali desno (obračanje polarizatorja) poskušamo dobiti pravilno sliko. Ne pozabimo, da moramo stati dovolj daleč stran od zaslona, ter gledati pravokotno na ravnino LCD panela, da vidimo čim bolj jasno in lepo sliko.

Slika 8: Primer slike, ki jo vidimo na posebnem zaslonu s polarizacijskimi očali.

Vprašanja za razmislek

1. S polarizacijsko folijo ugotovite pod katerim kotom je nameščen polarizator v notranjosti LCD zaslona.
2. S pomočjo očal preberite skrivno sporočilo, ki se skriva na zaslonu.

Naloge

D1. Kaj so tekoči kristali?

a) Kristali raztopljeni v optično prosojni tekočini.

b) Nano delci v obliki kristalov.

c) Stanje materije z lastnostmi tekočin in kristalov.

D2. Kaj porablja največ električne energije pri osnovnem načinu delovanja računalniškega LCD zaslona?

a) Osvetlitev zaslona.

b) Elektrode za upravljanje polarizacije posameznih točk.

c) Video dekodirnik.

D3. Koliko ne-polarizirane svetlobe prepusti običajen polarizator v obliki plastične folije?

a) Manj kot 50 %

b) 50 %

c) 75 %

D4. Kakšen tip polarizatorja uporablja OLED zaslon?

a) Ne uporablja polarizatorja.

b) Linearni polarizator.

c) Krožni polarizator.

D5. Zakaj piloti komercialnih letal ne smejo uporabljati polarizacijskih sončnih očal?

a) Ker se polarizirana svetloba s površine letalske steze absorbira v očalih, kar pilotu navidezno zakrije asfaltno plast.

b) Ker si z očali zmanjšajo vidno polje kabine.

c) Ker sodobna letala uporabljajo vrsto LCD zaslonov.

D6. Polarizacija je definirana na smer:

a) magnetnega polja.

b) električnega polja.

c) vpadnega žarka.

D7. Zakaj črna barva na LCD zaslonu ni povsem črna?

a) Zaradi belih razpršilcev, ki se uporabljajo pri osvetlitvi zaslona.

b) Zaradi neidealnih polarizatorjev.

c) Ker se del svetlobe lomi na notranjih elektrodah LCD panela.

D8. Kaj moramo storiti, če želimo desno-krožno polarizacijo spremeniti v levo-krožno, zgolj z uporabo enega linearnega polarizatorja in λ/4 ploščice?

a) Linearni polarizator zasukamo za 180°.

b) Linearni polarizator zasukamo za 45°.

c) Linearni polarizator zasukamo za 90°.

D9. Kaj se zgodi s sliko LCD zaslona, če namesto polarizatorja na prednji strani odstranimo polarizator na zadnji strani?

a) Dobimo povsem belo sliko.

b) Dobimo povsem črno sliko.

c) Dobimo sliko z obrnjenimi barvami (inverzno sliko).

D10. Koliko elektrod potrebujemo za barvni LCD zaslon velikosti 600*400 točk?

a) 240 000

b) 960 000

c) 720 000

D11. Po Malus-ovem zakonu bo jakost svetlobe I v primerjavi z vhodno jakostjo I_0 pri vpadnem kotu 45° (med polarizacijo svetlobe in izbranega polarizatorja) znašala:

a) $\boldsymbol{I = \frac{1}{2} \cdot I_0}$

b) $I = 2 \cdot I_0$

c) $I = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot I_0$

D12. Kaj je prednost IPS LCD zaslona v primerjavi s klasičnim TN LCD zaslonom?

a) Potrebuje manj osvetlitve, zato je primernejši za mobilne telefone.

b) Ima hitrejši odzivni čas, kar omogoča predvajanje 4K vsebin.

c) Poustvarjanje barv je neodvisno od kota gledanja zaslona.

D13. Kakšen tip linearnega polarizatorja uporablja kino LCD projektor?

a) Polarizator z razdelitvijo žarka.

b) Absorpcijski polarizator.

c) Krožni polarizator.

D14. Kaj je poglavitna prednost DLP projektorjev proti LCD različici?

a) Manj zahtevna elektronika za krmiljenje slike.

b) Večja svetilnost slike ob uporabi enako močne žarnice.

c) Manjše segrevanje projektorja ob uporabi enako močne žarnice.

D15. Ob gledanju filma s 3D očali, hkrati vidimo dve skoraj enaki, a med seboj zamaknjeni sliki. Kaj je najverjetnejši razlog, da vidimo takšno sliko?

a) Tako očala kot projektor uporabljajo krožne polarizatorje.

b) Očala so linearno polarizirana, oba projektorja pa uporabljata krožni polarizator.

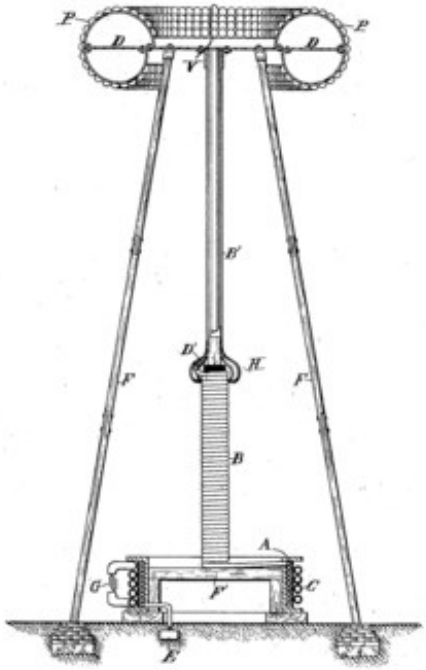
c) Polarizatorja za obe očesi uporabljata samo desno krožno polarizacijo.

Brezžični prenos energije (državno tekmovanje)

Nikola Tesla

Slika 1. Wardenclyffe (Teslin) stolp. Slika je umetno ustvarjena.

O brezžičnem prenosu električne energije je dolga leta sanjal Nikola Tesla. Obljube o pošiljanju sporočil, telefonskih pogovorov in celo slik prek Atlantika so prepričala številne investitorje, ki so v projekt Teslinega stolpa začeli vlagati svoj denar. Tega je Nikola gradil med leti 1901 in 1902 na območju Long Island zvezne države New York.



Slika 2. Skica Teslinega stolpa

Zametke svetovnega telekomunikacijskega omrežja je Tesla načrtoval že v začetku 1890, vendar je minilo še nadaljnjih 9 let, preden je v svojem laboratoriju v Colorado Springs zgradil prvi večji prototip. Za razliko od Herz-ovih novo odkritih radijskih valov je Tesla verjel v možnost prenosa na dolge razdalje zgolj z uporabo zemlje kot prevodnika, zato je v zemljino površje želel injicirati čim večji električni tok, ki bi ga bilo možno na drugem koncu luže zaznati s podobnim sprejemnikom, z njegovim spreminjanjem pa kodirati sporočila. Zmotno je bil prepričan (tako kot večina fizikov tistega

časa), da lahko radijski valovi potujejo zgolj v ravni črti (podobno ko svetloba), kar bi pomenilo, da bi na poti čez Atlantski ocean zaradi ukrivljenosti zemlje preprosto ušli.

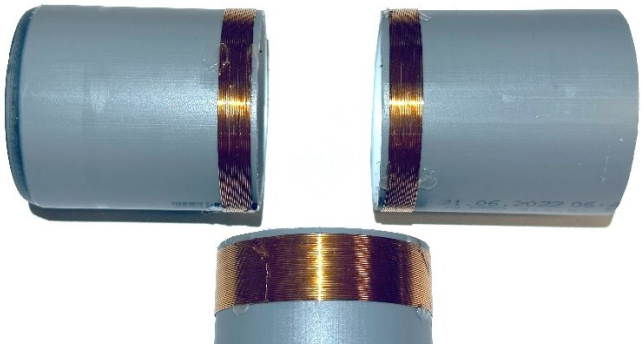
Čeprav je s svojim prvim prototipom v Colorado Springs uspešno prižgal luči, ki so bile nameščene zunaj delavnice, nikoli ni uspel znanstveno dokazati svoje teorije o uporabi resonance Zemlje za komunikacijo na dolge razdalje. Njegove kasnejše zamisli o še večjem stolpu, ki bi omogočal celo brezžično polnjenje naprav in vozil, so naletela na neodobravanje investitorjev, ki jih nepodprte trditve niso prepričale. Tesla se je zato hitro znašel v dolgovih. Stolp, sicer v celoti postavljen, nikoli ni zares obratoval, čeprav so okoliški prebivalci trdili, da so iz njega videli močne strele. Leta 1917 so ga podrli in prodali za staro železo.

Slika 3. Podiranje stolpa

Sanje o brezžičnem prenosu energije niso nikoli zamrle. Čeprav Nikola Tesla splošne uporabe ni nikoli doživel, imamo danes skoraj vsi v lasti vsaj eno napravo, ki jo je mogoče brezžično napolniti. Pa naj bo to mobilni telefon, ročna ura ali zobna ščetka.

V tekmovalni nalogi je bila tekmovalcem prikazana indukcija s tremi različnimi tuljavami in vpliv na inducirano napetost s spreminjanjem razdalje med njimi. Delovanje brezžičnega polnilnika za mobilne telefone je bilo prikazano z merilnim pripomočkom, ki omogoča merjenje toka preko USB povezave. Sprejemnik po standardu Qi je bil razvit namensko za to nalogo in omogoča spremljanje komunikacije, ki poteka med napravama, sprejemniku pa lažno sporoča, da je mobilni telefon iPhone. Predstavitev se je zaključila s prikazom patentiranega brezžičnega prenosa s senzorjem, ki je bil razvit na Fakulteti za elektrotehniko.

Resonančno-induktivni sklop



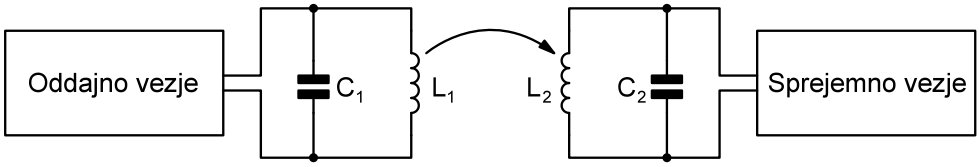
Slika 4. Merilne tuljave

Med dvema induktivno sklopljenima tuljavama lahko prenašamo energijo s spreminjanjem magnetnega polja, ki ga ustvarja tok skozi prvo (oddajno - levo) in induciranjem napetosti v drugi (sprejemni – desni) tuljavi, ki jo ta sprememba magnetnega polja povzroči. Seveda tretja tuljava, ki je na Sliki 4 postavljena pravokotno na oddajno tuljavo, ne zajame nobene spremembe magnetnega polja, zato v njej ne pride do induciranja napetosti in s tem nobenega učinkovitega prenosa energije, pa čeprav ima tuljava podvojeno število ovojev bakrene žice.

Takšen prenos energije je osnova za delovanje vseh transformatorjev. Poleg navitja vsebujejo še kovinsko lamelno ali feritno strukturo, ki pomaga usmerjati magnetne silnice in s tem še

povečuje učinkovitost prenosa. Izgube se odražajo kot segrevanje te kovinske strukture, kar pri transformatorjih ni zaželeno, s pridom pa jo izkoriščamo pri indukcijskih kuhališčih, kjer z hitrim spreminjanjem magnetnega polja izjemno učinkovito segrejemo dno posode.

Težava takšnega prenosa energije tiči v tem, da je na daljše razdalje, ko se v vmesnem prostoru nahaja zgolj zrak, zelo neučinkovito. Z daljšanjem razdalje se inducirana napetost v sprejemni tuljavi drastično zmanjšuje do te mere, ko niti najsodobnejša elektronska vezja ne prejmejo dovolj energije za uspešno delovanje.



Slika 5: Resonančno-induktivni sklop

Izkaže se, da obstaja bolj učinkovit prenos energije, če poleg tuljave vzporedno vežemo še kondenzator in s tem tvorimo nihajni krog, ki niha na frekvenci:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad ,$$

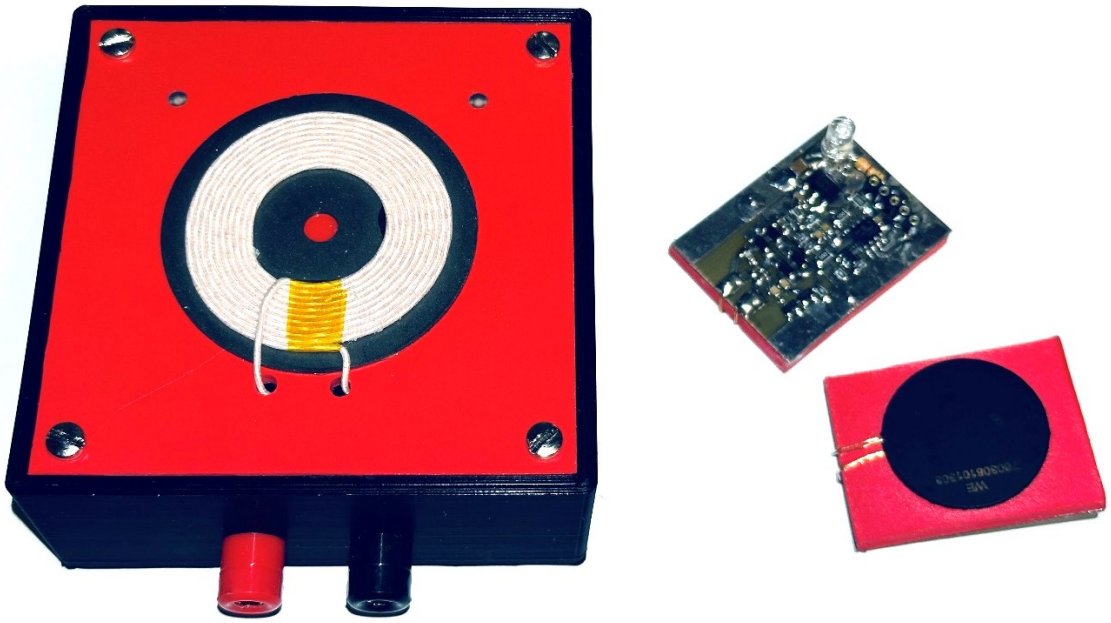
kjer je L induktivnost bakrenega navitja, ter C kapacitivnost dodatnega kondenzatorja. Pri tem ni nujno, da sta induktivnosti tuljav L_1 in L_2 enaki, le celotno vezje skupaj s kondenzatorjem C mora na obeh straneh nihati na isti frekvenci. Ta za polnilnike mobilnih naprav znaša med 80-300 kHz. Polnilnike najdemo v različnih oblikah, velikosti in močeh. Nekaj jih prikazuje spodnja slika.

Slika 6: Primeri brezžičnih polnilnikov mobilnih naprav

Za razliko od žičnatih priključkov za polnjenje, se je pri brezžični inačici hitro ustvaril konzorcij vseh največjih proizvajalcev mobilnih naprav na svetu in se dogovoril za enoten standard, ki se ga (morajo) držati vsi proizvajalci takšnih polnilnikov. Tako se bo telefon Samsung polnil povsem enako kot najnovejši iPhone. Standard so poimenovali Qi (»či«, kitajsko 氣) in predpisuje protokol komunikacije med polnilnikom in napravo za prilagajanje razmeram, zaznavo napak ter varnostne predpise pri polnjenju z večjimi močmi (hitri polnilniki) na razdalji do približno 4 cm.

Ker se inducirana napetost na sprejemniku (torej v mobilni napravi) spreminja z razdaljo med obema tuljavama, sprejemnik neprenehoma komunicira z oddajnikom, da ta prilagaja svojo

izhodno moč (napetost) in jo tako v primeru zelo majhne razdalje zmanjša, v primeru večje pa precej zviša. S tem poskuša doseči optimalno napetost, ki jo za polnjenje baterije potrebuje mobilni telefon (tipično malo manj kot 5 V). Tako ima elektronsko vezje znotraj naprave manj dela s pretvorbo (predvsem) visoke napetosti v nižjo, se s tem manj segreva in tako podaljšuje življenjsko dobo baterije.



Slika 7: Namenski pripomočki za prikaz delovanja brezžične komunikacije. Oddajnik (levo) s tuljavo in dva sprejemnika (desno), ki se pretvarjata, da sta iPhone 14

Poleg podatka o napetosti mora naprava sporočati tudi porabo, ki jo preračuna z meritvijo napetosti in toka skozi vezje za polnjenje baterije. Če se izračuna na oddajni in sprejemni strani preveč razlikujeta, polnilnik sklepa, da se v vmesnem prostoru nahaja še nekaj, kar odžira energijo (kovanec, zadrga, folija) ali pa je nekaj hudo narobe s polnilnikom samim. V tem primeru takoj preneha s polnjenjem in tako obvaruje uporabnika. Ko je baterija polna, lahko za podobno prekinitev zaprosi tudi naprava sama in s tem varčuje z energijo.

Slika 8: Primer navitja tuljave iz mobilnega telefona Samsung Galaxy in univerzalna izvedba tuljave z vezjem za polnjenje baterije, primerno za vgradnjo v prototipne izdelke

Pri eksperimentu je bilo pokazano, kako razdalja med polnilno enoto in napravo vpliva na porabo električne energije, zakaj je pomembno, da tuljavi med seboj čim bolj poravnamo, kaj je MagSafe (magnetno poravnavanje oddajnika in sprejemnika), kdaj se polnjenje prekine in kako daleč stran lahko držimo mobilni telefon, predno komunikacija ne deluje več.

Kako proizvajalec mobilne naprave integrira tuljavo za polnjenje v njeno notranjost je povsem njegova odločitev. Skoraj vedno se ta nahaja na hrbtni strani na sredini telefona, zato so ohišja takšnih naprav danes pogosto iz plastike (cenejši modeli) ali stekla (dražji modeli) in ne več iz kovine, kot je bilo to v modi še nekaj let nazaj, saj skozi aluminijasto hrbtno ploščo magnetno polje ne prodira rado. Slika 8 prikazuje primere sprejemnih tuljav v mobilnem telefonu kot samolepilno folijo ali razstavljeni sprejemnik za izdelavo prototipov.

Mobilni telefoni ali ure pa niso edine naprave, ki omogočajo brezžično polnjenje. Tehnologijo lahko srečamo tudi v ultrasoničnih zobnih ščetkah, namiznih svetilkah, brivnikih, krtačah za obraz. Podobno tehnologijo uporabljajo tudi kartice RFID, le da ne polnijo baterije, temveč same sebe. Vsakokrat ko v trgovini tako plačamo z brezstično kartico, uporabimo tehnologijo podobno tisti iz naloge državnega tekmovanja.

Slika 9: Vibracijska ščetka na levi in polnilnik, ki je skrit v podstavku steklenega kozarčka, na desni

Potrebni pripomočki

Za izvedbo naloge potrebujemo:

- Simulator Qi polnilnika
- Simulator Qi sprejemnika
- Laboratorijski napajalnik
- Multimeter
- Dve tuljavi z enakim številom ovojev in premerom
- Eno tuljavo z dvakratnim številom ovojev od preostalih dveh in enakem premeru
- Funkcijski generator
- Osciloskop
- Primerke Qi polnilnikov in naprav

Opis poteka naloge

Eno izmed dveh tuljav napajajte s sinusnim signalom čim višje napetosti, ki jo še zmore laboratorijski funkcijski generator. Drugo tuljavo povežite na osciloskop in opazujte, kaj se dogaja s signalom, ko tuljavi približamo, oddaljujemo in vrtimo med seboj. Zabeležite si napetosti na drugi tuljavi, ko sta obe v isti ravnini in se osno oddaljujeta za vrednosti po 5 cm.

Drugo tuljavo nato zamenjajte z dvakratnim številom ovojev, ponovite meritve in primerjajte rezultat.

V drugem delu na laboratorijski izvor +5 V napetosti preko multimetra priključite simulator Qi polnilnika in preverite njegovo delovanje, ko nanj položite mobilni telefon. Opazujte kaj se dogaja s tokom v polnilnik, ko mobilni telefon počasi oddaljujete od polnilnika.

Telefon nato zamenjajte z simulatorjem Qi sprejemnika, na katerem lahko merite napetost in opazujte, kaj se dogaja s porabo tako polnilnika, kot sprejemnika. Rdeča LED prikazuje, ali sprejemnik prejema dovolj energije za delovanje.

Nato določite največjo razdaljo, pri kateri polnilnik še komunicira s sprejemnikom in ga uspešno polni. V vmesni prostor vstavljajte različne materiale (plastiko, stiropor, steklo, kovino) in opazujte, kako se na vnos predmetov odziva polnilnik.

Vprašanja za razmislek

- Ali lahko s polnilnikom za telefon polnimo ultrasonično zobno ščetko?
- Ali lahko s polnilnikom za zobno ščetko napolnimo telefon?
- Ali je uporaba javnih brezžičnih polnilnikov (na letališčih, klopcah) varna?

Naloge

E1. Katere prednosti med drugim prinaša tehnologija brezžičnega polnjenja?

a) Nižje stroške polnilcev, univerzalnost polnjenja naprav in večji izkoristek električne energije.

b) Vzdržljivost priključkov, zaščito proti koroziji in zmanjšano možnost infekcije.

c) Možnost dvosmerne komunikacije, zmanjševanje EMI sevanja klasičnih polnilcev, manjše ohišje.

E2. Brezžični polnilniki sodobnih mobilnih naprav delujejo na osnovi:

a) Induktivnega sklopa.

b) Kapacitivnega sklopa.

c) Resonančno-induktivnega sklopa.

E3. Zakaj mora naprava (sprejemnik) komunicirati s polnilcem (oddajnik)?

a) Da polnilec ve, kakšno napravo polni.

b) Za preprečevanje prenapolnjenosti baterije.

c) Za doseganje čim višjega izkoristka polnjenja.

E4. Kakšno modulacijo uporablja sprejemnik brezžičnega polnilnika?

a) ASK

b) AM

c) ADC

E5. Število ovojev oddajne tuljave je enako številu ovojev sprejemne $N_O = N_S$. Na oddajni tuljavi izmerimo napetost 15 V. Kolikšno napetost izmerimo na oddaji, če število ovojev na sprejemni tuljavi podvojimo $2 \cdot N_O = N_S$?

a) 7.5 V

b) 15 V

c) 30 V

E6. Brezžični polnilnik zazna, da se njegova poraba električne energije močno razlikuje od porabe, ki jo sporoča mobilni telefon. Kaj je najverjetnejši razlog za odstopanje?

a) Baterija telefona je močno iztrošena.

b) V območju polnjenja se nahaja kovinska plošča magnetnega ovitka za telefon.

c) Telefon ni ustrezno poravnan s polnilnikom.

E7. Kakšne lastnosti izražajo keramični feriti (ferimagnetni materiali)?

a) Visoka magnetna in električna prevodnost.

b) Nizka magnetna in visoka električna prevodnost.

c) Visoka magnetna in nizka električna prevodnost.

E8. Zakaj so žičnate tuljave brezžičnih polnilnikov nameščene na ploščico iz ferita?

a) Za povečevanje električne izolacije med ohišjem in tuljavo.

b) Da je lahko preostalo ohišje naprave iz kovine.

c) Za zmanjševanje vplivov kožnega pojava v prevodniku.

E9. Sprejemna tuljava se polnilniku oglaša na dveh resonančnih frekvencah. Čemu služi posamezna frekvenca?

a) Nižja frekvenca se uporablja za polnjenje, višja pa za začetno detekcijo prisotnosti sprejemnika.

b) Nižja frekvenca se uporablja za začetno detekcijo prisotnosti sprejemnika, višja pa za polnjenje.

c) Nižja frekvenca se uporablja za komunikacijo, višja pa za polnjenje.

E10. Katera dva elementa tvorita vzporedni LC nihajni krog?

a) Tranzistor in kondenzator.

b) LED (dioda) in kondenzator.

c) Tuljava in kondenzator.

E11. Kakšno modulacijo uporablja oddajnik brezžičnega polnilnika?

a) FSK

b) FM

c) FPK

E12. Dve tuljavi z enakim številom ovojev $N_1 = N_2$ se nahajata na medsebojni razdalji $l = 5\ cm$. Napetost na drugi, sprejemni tuljavi, znaša 2.7 V. Kolikšno napetost v praksi izmerimo na sprejemni tuljavi, če razdaljo med njima povečamo na $l = 10\ cm$?

a) 200 mV

b) 536 mV

c) 1.35 V

E13. Skozi kakšno kombinacijo materialov je mogoče uspešno izvesti brezžično polnjenje?

a) Vlažen zrak, kvarčno steklo in ABS plastika.

b) Steklo, PVC plastika in ferit.

c) Zrak, aluminij in PVC plastika.

E14. Pri načrtovanju sistema za brezžično polnjenje senzorja slanosti vode, želimo doseči čim višjo napetost na notranji tuljavi, pri karseda velikem premeru zunanje cevi. Kakšni morata biti induktivnosti notranje in zunanje tuljave?

a) Čim manjša induktivnost notranje tuljave, čim večja induktivnost zunanje.

b) Čim večja induktivnost notranje tuljave, čim manjša induktivnost zunanje.

c) Čim večja induktivnost notranje in zunanje tuljave.

E15. Sprejemniku se pokvari del vezja, ki je odgovoren za digitalno komunikacijo s polnilnikom. Kaj se zgodi?

a) Polnjenje se prične, saj vezje za detekcijo prisotnosti deluje neodvisno od digitalne komunikacije.

b) Polnjenje se prične, a z najnižjo možno napetostjo, saj sporočanje napetosti ne deluje.

c) Polnjenje se ne prične, saj sprejemnik ne pošlje svojih podatkov.