

# Stalno strokovno spopolnjevanje

## *Elektrodermalna aktivnost*

Urban Simončič ([urban.simoncic@fmf.uni-lj.si](mailto:urban.simoncic@fmf.uni-lj.si))

### 1 Predvideno predznanje:

Aktivnost je primerna za dijake, ki so že usvojili naslednja znanja:

- Električna prevodnost in Ohmov zakon

### 2 Cilji:

- Dijaki bodo spoznali osnove merjenja elektrodermalne aktivnosti (EDA) – sprememb električne prevodnosti kože.
- Dijaki bodo spoznali, da fiziološki in psihološki dejavniki vplivajo na EDA.
- Dijaki bodo izkusili praktično uporabo osnovnih električnih merilnih naprav za občutljivo merjenje sprememb upornosti.

### 3 Električni model za elektrodermalno aktivnost

Človeško telo je sestavljeno iz kože in podkožnega tkiva. Za začetek si bomo sestavili zelo preprost električni model EDA iz papirnate krpice in kosa aluminijaste pločevine, kot je prikazan na sliki 1. Želimo izmeriti električni upor med dvema točkama na papirnati krpici. Za zmanjšanje upora papirnate krpice le-to navlažimo z vodo.



Slika 1: Električni model za elektrodermalno aktivnost.

### 3.1 Oprema in postavitvev

Za poskus potrebujemo elektronski merilnik upora.

### 3.2 Aktivnost 1: Merjenje upora skozi suho krpico

Z elektronskim merilnikom izmerimo upor pri tokokrogu, ki gre čez suho krpico. Za meritev pritisnemo sondi merilnika na krpico tako, da se ne stikata. Poskusimo z različnimi silami in pri tem pazimo, da ne prebodemo krpice. Opazujemo kaj se dogaja z uporom. Je v rangu merilnega območja instrumenta ali je prevelika?

### 3.3 Aktivnost 2: Merjenje upora skozi mokro krpico

Krpico zmočimo z vodovodno vodo ali s slanico in izvedemo enako meritev, kot pri Aktivnosti 1. Kaj sedaj opazimo?

## 4 Ozadje in motivacija

Elektrodermalna aktivnost (EDA) je pojav pri človeškem telesu, ki povzroča spremembe v električnih lastnostih kože. EDA se običajno meri na dlaneh ali podplatih, kjer je visoka gostota znojnih žlez.

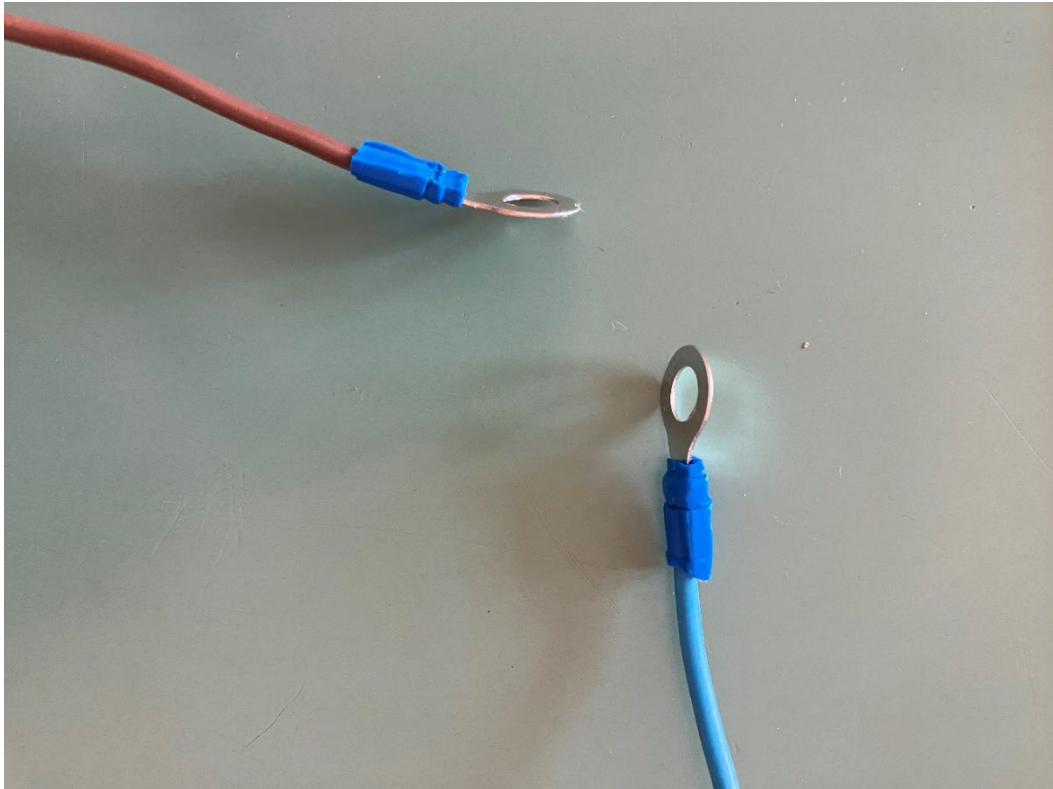
EDA je pomembno orodje v psihofiziologiji za merjenje delovanja avtonomnega živčnega sistema. Uporablja se v različnih raziskovalnih in kliničnih aplikacijah, vključno z raziskavami stresa, anksioznosti, čustev in pozornosti. Ta laboratorijska vaja bo dijakom omogočila praktično razumevanje, kako se EDA meri in kako lahko različni dejavniki vplivajo na rezultate.

## 5 Izdelava preprostega merilnika elektrodermalne aktivnosti in eksperiment na prostovoljcu

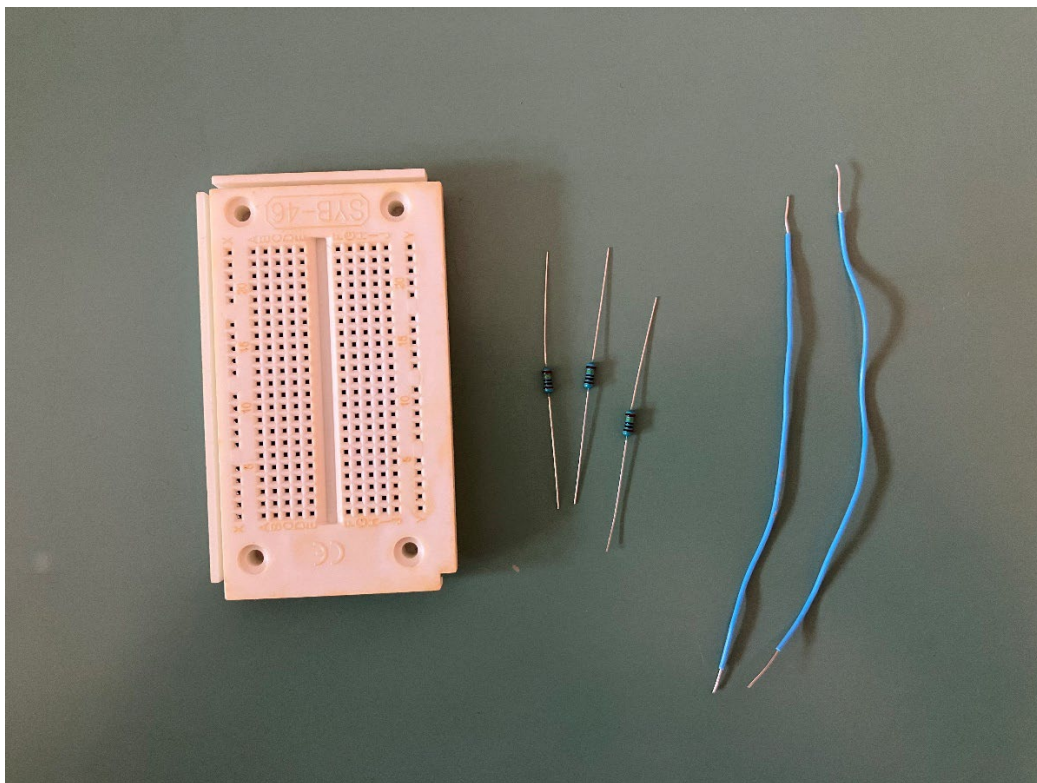
Doslej smo spoznali osnovno fizikalno načelo, ki se lahko izkorišča za merjenje sprememb električne prevodnosti kože: Upor skozi slabo prevodno plast porozne snovi se drastično zmanjša, če to snov zmočimo. Sedaj bomo sestavili preprost merilnik elektrodermalne aktivnosti in naredili nekaj fizioloških meritev.

### 5.1 Oprema in postavitvev

Za poskus potrebujemo laboratorijski napajalnik z nastavljivo napetostjo (nizka napetost, 5-10 V), žice z elektrodami (električne spojke – prikazano na sliki 2), merilnik napetosti z možnostjo zajema in beleženja podatkov (npr. LabQuest2 in računalnik), elektronski merilnik upora, testno ploščo z različnimi uporniki ter nekaj žic (slika 3).



Slika 2: Električni spojki – elektrodi za merjenje upornosti.

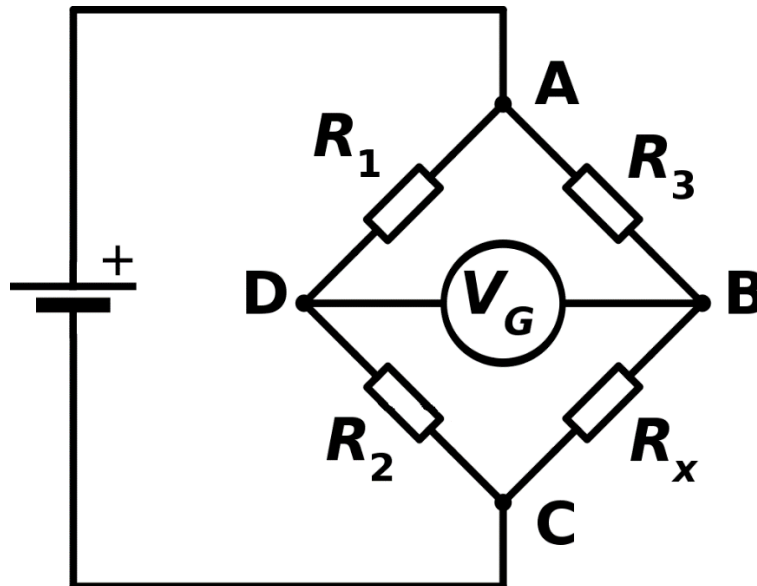


Slika 3: Testna plošča, uporniki in povezovalne žice.

Ker želimo meriti majhne **spremembe** upora v odvisnosti od časa (spreminjanje različnih pogojev s časom), bomo merili s pomočjo Wheatstonovega mostiča (slika 4). Izmerjena napetost  $V_G$  ima sledečo odvisnost od uporov  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_x$  in napajalne napetosti  $V_S$ :

$$V_G = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_x}{R_x + R_3} \right) V_S \quad (1)$$

V našem primeru je  $R_x$  spreminjajoči se upor kože, katerega želimo izmeriti,  $R_1$ ,  $R_2$  in  $R_3$  so pa upori upornikov, s katerimi sestavimo Wheatstonov mostič na testni plošči. Za dobro občutljivost meritve je smiselno upore  $R_1$ ,  $R_2$  in  $R_3$  izbrati tako, da bo ob maksimalni pričakovani vrednosti  $R_x$  vrednost drugega ulomka v oklepaju v enačbi (1) blizu vrednosti 1, ob minimalni pričakovani vrednosti  $R_x$  pa blizu vrednosti 0. Pričakovane vrednosti  $R_x$  se oceni z elektronskim merilnikom upora v okviru aktivnosti 3. Upora  $R_1$  in  $R_2$  sta lahko enaka  $R_3$ . Njuna vrednost zgolj določa odmik vrednosti  $V_G$  od ničle.



Slika 4: Wheatstonov mostič (Slika povzeta po [2]).

## 5.2 Aktivnost 3: Ocena upora kože in postavitve Wheatstonovega mostiča

Z elektronskim merilnikom upora in elektrodami (električnimi spojkami) ocenimo upor kože. Glede na ocenjen upor kože izberemo upornike v Wheatstonovem mostiču tako, da bomo z njim lahko merili spremembe upora kože v različnih pogojih.

Samo meritev je najlažje izvesti tako, da prostovoljec vsako od sond drži z eno roko, pri tem pa spreminja silo na sondah.

## 5.3 Aktivnost 4: Merjenje sprememb kožne upora v odvisnosti od sile na elektrode

Elektrodi pritrdimo (npr. z lepilnim trakom) na kožo in nanji delujemo z različno silo. Opazujemo spremembe v kožni upornosti v odvisnosti od sile. Opišite, kaj se zgodi z uporom, ko se sila na elektrodi poveča.

Ker običajen merilnik upora ne zna beležiti časovne odvisnosti, moramo meritev izvesti z merilnikom napetosti z možnostjo zajema in beleženja podatkov (npr. LabQuest2 in računalnik) in Wheatstonovim mostičem.

#### 5.4 Aktivnost 5: Merjenje sprememb kožne upora v odvisnosti od razdalje med elektrodami

Elektrodi postavimo zelo blizu na eno roko ali na nasprotni roki; poskušamo uporabiti enako silo in opazujemo razliko v uporju. Meritev lahko izvedemo z elektronskim merilnikom upora. Je upor kaj odvisna od razdalje med elektrodama?

#### 5.5 Aktivnost 6: Merjenje sprememb kožnega upora s časom

Elektrodi pritrdimo z lepilnim trakom na kožo, lahko obe na eno dlan, in opazujemo spremembe upora s časom. Ključna je pritrditev (npr. z lepilnim trakom), da se sila na elektrodi ne spreminja. Meritev izvedemo z merilnikom napetosti z možnostjo zajema in beleženja podatkov (npr. LabQuest2 in računalnik) in Wheatstonovim mostičem. Se upor kaj spreminja s časom?

#### 5.6 Aktivnost 7: Manipulacija upora s pomočjo fizične ali mentalne aktivnosti

Poskusimo manipulirati upornost kože s fizično (ali mentalno) aktivnostjo. Kot primer fizične aktivnosti je lahko vadba za krepitev mišic v dlani (slika 5).



Slika 5: Pripomoček za vadbo dlančnih mišic.

Ob tem opazujemo spremembe upornosti s časom. Meritev izvedemo z merilnikom napetosti z možnostjo zajema in beleženja podatkov (npr. LabQuest2 in računalnik) in Wheatstonovim mostičem.

Iz grafa časovne odvisnosti merjenega upora odčitamo maksimalno spremembo upora in čas, v katerem se ta sprememba zgodi. Iz teh podatkov lahko sklepamo o hitrosti fizioloških odzivov. Mera za določanje začetka dražljaja in odziva je lahko razlika v uporju, katero prek meritve napetosti opazimo na grafu. Ta razlika v uporju je lahko posledica fizične ali mentalne aktivnosti. Začetek dražljaja lahko določimo kot točko na časovni osi, ko opazimo prvo bistveno spremembo upora. Odziv lahko

določimo kot čas, ki preteče od začetka dražljaja do trenutka, ko opazimo maksimalno spremembo upora. Hitrost odziva lahko nato izračunamo kot razliko v uporah, deljeno s časom odziva.

## 6 Vprašanja za razmislek

- Zakaj smo električni model za elektrodermalno aktivnost sestavili iz navlažene papirnate krpice in aluminijaste pločevine? Čemu ustreza papirnata krpica, čemu pločevina?
- Kako se tak model sklada z meritvami na prostovoljcu?
- Zakaj je upor mokre krpice manjši od upora suhe krpice?
- Se upor krpice kaj spreminja s silo? Kaj pa upor kože?
- Se upor kože spreminja s časom?
- Ti je uspelo s fizičnimi ali mentalnimi aktivnostmi vplivati na upornost kože? Kako hiter je odziv kože na fizično/mentalno aktivnost?

## 7 Reference:

- [1] [https://en.wikipedia.org/wiki/Electrodermal\\_activity](https://en.wikipedia.org/wiki/Electrodermal_activity) (Dostop: 20.03.2024)
- [2] [https://en.wikipedia.org/wiki/Wheatstone\\_bridge](https://en.wikipedia.org/wiki/Wheatstone_bridge) (Dostop: 05.04.2024)