

# Kordamisküsimused koos vastustega

## Multimeeter



Millistesse pesadesse tuleb ühendada juhtmed, kui tahta mõõta pinget vooluvõrgust? Milline mõõteskaala tuleb valida? (Võib eeldada, et seinakontaktis on vahelduvpinge vahemikus 200-250 volti.)

Pesad B ja C. Mõõteskaala D.

Millistesse pesadesse tuleb ühendada juhtmed, kui tahta mõõta pinget arvuti USB pesast? Milline mõõteskaala tuleb valida? (Võib eeldada, et arvuti USB pesas on alalispinge ligikaudu 5 volti.)

Pesad B ja C. Mõõteskaala E.

Millistesse pesadesse tuleb ühendada juhtmed, kui tahta mõõta tundmatut alalispinget vahemikus 3-300 volti? Milline mõõteskaala tuleb valida?

Pesad B ja C. Mõõteskaala F.

Millistesse pesadesse tuleb ühendada juhtmed, kui tahta mõõta tundmatut voolutugevust suurusega kuni 7 A? Milline mõõteskaala tuleb valida?  
Pesad A ja B. Mõõteskaala G.

Millistesse pesadesse tuleb ühendada juhtmed, kui tahta mõõta 51 kiloomise takistusega takistit? Milline mõõteskaala tuleb valida?  
Pesad B ja C. Mõõteskaala H.

### Pinge, voolutugevuse, takistuse liitumine, Ohmi seadus

Kuidas käituvad pinge, voolutugevus ja takistus jadaühenduses?

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$$

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Kuidas käituvad pinge, voolutugevus ja takistus rööpühenduses?

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Vooluringi on jadamisi ühendatud 3 ühesugust hõõglampi, vooluringi toidetakse 24 V toiteplokiaga. Kui suur on pinge ühel lambil?

Kogu pinge peab langema 0 V kolme lambi peal. Kui lambid on ühesugused, siis on pingelang igal lambil sama suur, seega

$$U = \frac{24 V}{3} = 8 V$$

Vooluringi on rööbiti ühendatud 3 ühesugust hõõglampi, vooluringi toidetakse 24 V toiteplokiaga. Kui suur on pinge ühel lambil?

Rööbiti on kõik lambid ühendatud otse kokku toiteallikaga, seega on igal lambil pinge 24 V

Kui suur voolutugevus läbib 1 k $\Omega$  takistit, kui toitepinge on 3 V?

Ohmi seadusest teame, et  $I = \frac{U}{R}$ , seega

$$I = \frac{3 V}{1 k\Omega} = \frac{3 V}{1000 \Omega} = 0,003 A = 3 mA$$

Vooluringi, milles on 5 jadamisi ühendatud ühesugust lampi, kogutakistus on 12  $\Omega$ . Vooluringi toidetakse toitepingega 12 V. Kui suur voolutugevus läbib keskmist lampi? Mis on esimese lambi takistus?

Leiame voolutugevuse kogu elektriahelas kasutades Ohmi seadust  $I = \frac{U}{R}$ .

$$I = \frac{12 V}{12 \Omega} = 1 A$$

Teame, et jadamisi ühendatud lampe läbib kõiki sama suur voolutugevus, seega on keskmist lampi läbiv voolutugevus samuti 1 A.

## Toiteallikas

Uuri piltidel toodud toiteseadmeid.

Toiteseadmel toodud pinge näitab toiteadapteri väljundpinget ning voolutugevus näitab maksimaalset võimalikku voolutugevust, mida toiteadapter suudab välja anda. Kui see voolutugevus ületada, siis ei suuda adapter enam oma väljundpinget hoida ning pinge hakkab langema või lülitub toiteseadet välja (halvemal juhul läheb põlema).

Millistega neist saaks toita mikrokontrollerit Arduino Uno, mille sisendpinge võib olla vahemikus 7-12 V?

1, 3, 5, 6, 7, 8

Millised toiteallikad suudavad välja anda mitut erinevat pinget?  
8 (arvutitoiteplokk)

Mis on suurim pinge erinevus, mida suudab tekitada arvuti toiteplokk?

12 V - (- 12 V) = 24 V

Pinge näitab potentsiaalide erinevust. Kui ühe juhtme potentsiaal on - 12 V ja teise juhtme potentsiaal on + 12 V, siis saame nende kahe juhtme vahelt mõõta pingeks 24 V. Vajadusel saaksime sealt toita ka 24 V seadmeid. Arvuti toiteplokkid ei ole selle jaoks küll disainitud, aga elektriliselt kõik töötaks nii kaua, kuni ei ületata 0,8 A voolutugevust.

## Lülitid. Kodused lülitid

Mitu erinevat asendit võib olla lülitil?

Harilikud lülitid on kahe erineva asendiga ning kahe või kolme klemmiga - sõltub sellest, kas lüliti juhib ainult ühes või mõlemas asendis.

Teoreetiliselt on lüliti asendite arv aga piiramatult. Näiteks võime kohata pöördlülitid, millel on 12 asendit (mõõtmete suurenedes võime teoreetiliselt lisada asendeid lõpmata palju).

<https://www.tme.eu/Document/8c84bd85b98a58ef9014ee860f8d8cd4/A11215RNCQ.PDF>

**E**

Mida tähendab, kui lüliti on "suletud" ja mida tähendab, kui lüliti on "avatud"?

Kui lüliti on avatud, siis on lüliti sees elektrilised komponendid teineteise küljest lahti ühendatud ehk elekter läbi lüliti liikuda ei saa.

Kui lüliti on suletud, siis on kõik elektrilised ühendused omavahel kokku ühendatud ja elekter saab läbi lüliti voolata.

*Segadus võib tekkida kui mõelda nende sõnade peale erinevas kontekstis. Kui näiteks kauplus on suletud, siis on ta tinglikult "välja lülilitatud" (pood on kinni), kui aga avatud, siis "sisse lülilitatud" (pood töötab). Palju parem on mõelda vooluringist, kui inimete ringist, kus hoitakse kätest kinni. Ring on suletud, kui ühtegi auku inimete vahel ei ole, selliselt saaks elekter või muu signaal ka mööda inimesi liikuda. Kui lastakse kätest lahti, siis on ring avatud ning signaal läbi inimete liikuda ei saa.*

Kuidas võiks töötada kahe lülitiga skeem, kus mõlemast lülitist on võimalik lamp kustutada ja põlema panna (koridori lülitid)? Proovi selline skeem ka Tinkercadis kokku panna.

Seesugust skeemi nimetatakse ka veksellülitite skeemiks. Siinkohal on oluline kasutada lüliteid, millel oleks 3 klemmi ehk lüliteid, mis juhiks voolu erinevate klemmide vahel mõlemas asendis. Ühe lüliti ühisklemm (COM) tuleb ühendada toiteallika ja teise lüliti ühisklemm (COM) lambi külge. Lambi teine klemm ühenda patarei vaba kontakti külge. Lülitite ühendamata klemmid ühenda teise lüliti vastava klemmiga (siin ei ole vahet, kas ühendada klemmid otse või omavahel ristuvalt - skeem töötab mõlemal juhul).

Veksellülitid tinkercadis: <https://www.tinkercad.com/things/ipqMVVYfvSL>

Millistest kodustest vahenditest on võimalik ehitada lüliteid? Proovi meisterdada ise valmis mõni elektriline lülitid. Kas lihtsam on valmistada NC või NO lülitid? Võta oma lülitid ka klassiruumi kaasa.

Abiks kasuta ingliskeelset otsisõna "diy electrical switch". Sõltuvalt kasutusjuhust on võimalik võrdlemisi lihtsalt konstrueerida nii tavaolekus avatud (normally-open) kui ka tavaolekus suletud (normally-closed) lüliteid.

### Releed, Takistid

Leia kogu ahela takistus, kui jadamisi on ühendatud takistid väärtustega 50 Ω ja 50 Ω?

$$R = R_1 + R_2 = 50 \Omega + 50 \Omega = 100 \Omega$$

Leia kogu ahela takistus, kui jadamisi on ühendatud takistid väärtustega 1 kΩ, 50 Ω ja 4,7 Ω?

$$\begin{aligned} R &= R_1 + R_2 + R_3 = 1 \text{ k}\Omega + 50 \Omega + 4,7 \Omega \\ &= 1000 \Omega + 50 \Omega + 4,7 \Omega = 1054,7 \Omega \\ &= 1,0547 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

Leia kogu ahela takistus, kui rööbiti on ühendatud takistid väärtustega 50 Ω ja 50 Ω?

$$\begin{aligned} \frac{1}{R} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ \frac{1}{R} &= \frac{1}{50 \Omega} + \frac{1}{50 \Omega} = \frac{1+1}{50 \Omega} = \frac{2}{50 \Omega} \\ R &= \frac{50 \Omega}{2} = 25 \Omega \end{aligned}$$

Leia kogu ahela takistus, kui rööbiti on ühendatud takistid väärtustega 50 Ω ja 100 Ω?

$$\begin{aligned} \frac{1}{R} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ \frac{1}{R} &= \frac{1}{50 \Omega} + \frac{1}{100 \Omega} = \frac{2+1}{100 \Omega} = \frac{3}{100 \Omega} \\ R &= \frac{100 \Omega}{3} = 33,3 \Omega \end{aligned}$$

Leia kogu ahela takistus, kui rööbiti on ühendatud takistid väärtustega 50 Ω ja 150 Ω?

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{50 \Omega} + \frac{1}{150 \Omega} = \frac{3 + 1}{150 \Omega} = \frac{4}{150 \Omega}$$

$$R = \frac{150 \Omega}{4} = 37,5 \Omega$$

Leia kogu ahela takistus, kui rööbiti on ühendatud takistid väärtustega 20 Ω, 30 Ω, 40 Ω ja 50 Ω?

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{20 \Omega} + \frac{1}{30 \Omega} + \frac{1}{40 \Omega} + \frac{1}{50 \Omega} = \frac{30 + 20 + 15 + 12}{600 \Omega} = \frac{77}{600 \Omega}$$

$$R = \frac{600 \Omega}{77} = 7,8 \Omega$$

Leia kogu ahela takistus, kui rööpahela ühes harus on ühendatud jadamisi takistid väärtustega 10 Ω ja 20 Ω ning teises harus on ühendatud jadamisi takistid väärtustega 5 Ω ja 15 Ω.

Tähistame takistid vastavalt  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  ja  $R_4$  ning kahe haru kogu takistust tähistame vastavlt  $R_{12}$  ja  $R_{34}$ .

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 10 \Omega + 20 \Omega = 30 \Omega$$

$$R_{34} = R_3 + R_4 = 5 \Omega + 15 \Omega = 20 \Omega$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{34}}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{30 \Omega} + \frac{1}{20 \Omega} = \frac{2 + 3}{60 \Omega} = \frac{5}{60 \Omega}$$

$$R = \frac{60 \Omega}{5} = 12 \Omega$$

Leia kogu ahela takistus, kui rööpahela ühes harus on ühendatud jadamisi takistid väärtustega 2 Ω ja 2 Ω ning teises harus on ühendatud jadamisi takistid väärtustega 50 Ω, 100 Ω ja 150 Ω.

Tähistame takistid vastavalt  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  ja  $R_5$  ning kahe haru kogu takistust tähistame vastavlt  $R_{12}$  ja  $R_{345}$ .

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 2 \Omega + 2 \Omega = 4 \Omega$$

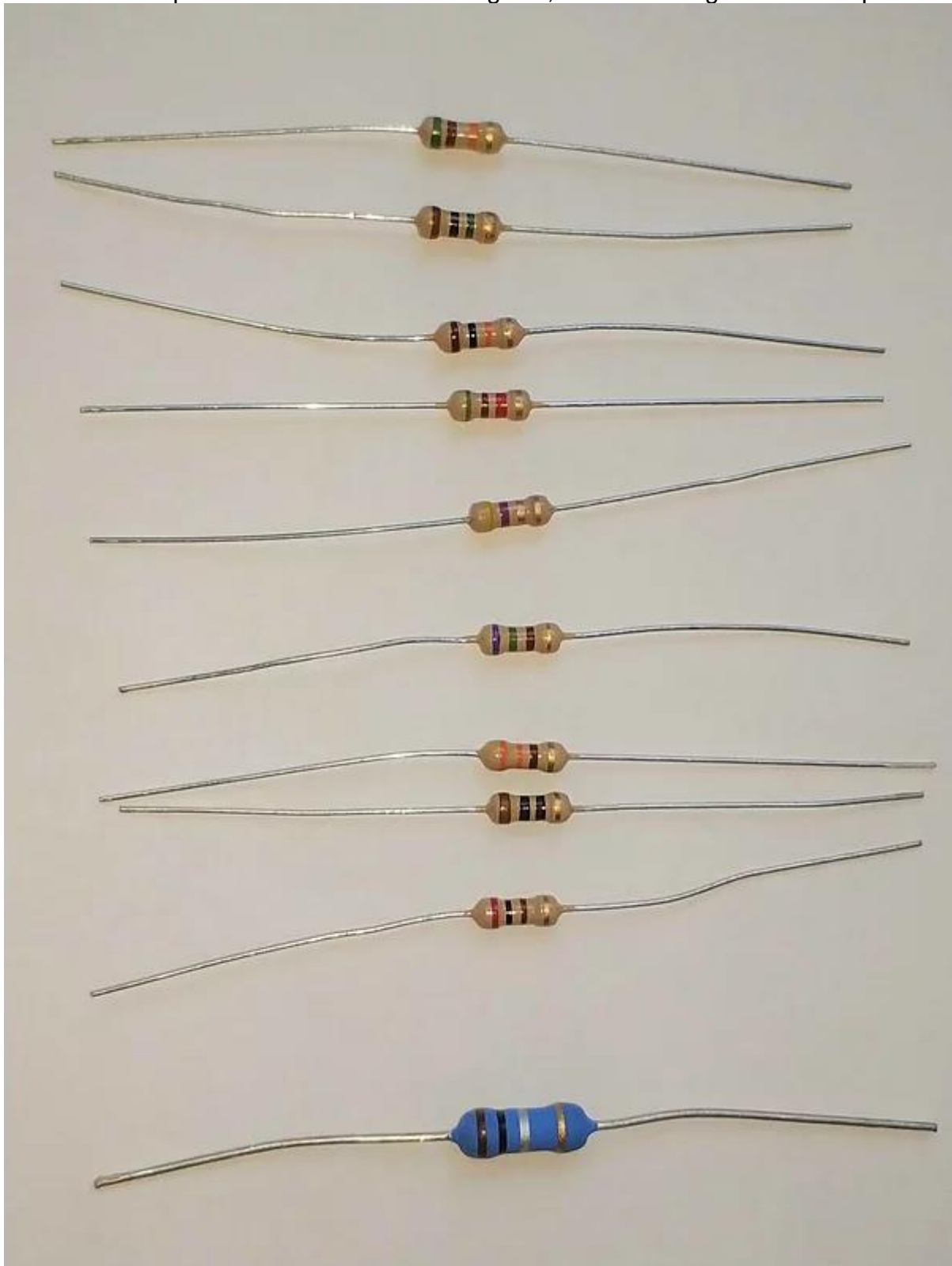
$$R_{345} = R_3 + R_4 + R_5 = 50 \Omega + 100 \Omega + 150 \Omega = 300 \Omega$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{345}}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{4 \Omega} + \frac{1}{300 \Omega} = \frac{75 + 1}{300 \Omega} = \frac{76}{300 \Omega}$$

$$R = \frac{300 \Omega}{76} = 3,9 \Omega$$

Otsi internetist pilt takisti värvikoodidest ning leia, mis väärtusega takistid on pildil.



Roheline pruun oranž kuldne

$$51 * 10^3 \Omega = 51 * 1000 \Omega = 51\,000 \Omega = \underline{51 \text{ k}\Omega \pm 5\%}$$

Pruun must roheline kuldne

$$10 * 10^5 \Omega = 10 * 100\,000 \Omega = 10\,000\,000 \Omega = \underline{1 \text{ M}\Omega \pm 5\%}$$

Pruun must oranž kuldne

$$10 * 10^3 \Omega = 10 * 1000 \Omega = 10\,000 \Omega = \underline{10 \text{ k}\Omega \pm 5\%}$$

Roheline pruun punane kuldne

$$51 * 10^2 \Omega = 51 * 100 \Omega = 5100 \Omega = \underline{5,1 \text{ k}\Omega \pm 5\%}$$

Kollane lilla kuldne kuldne

$$47 * 10^{-1} \Omega = 47 * 0,1 \Omega = \underline{4,7 \Omega \pm 5\%}$$

Lilla roheline pruun kuldne

$$75 * 10^1 \Omega = 75 * 10 \Omega = 750 \Omega = \underline{750 \Omega \pm 5\%}$$

Oranž oranž pruun kuldne

$$33 * 10^1 \Omega = 33 * 10 \Omega = 330 \Omega = \underline{330 \Omega \pm 5\%}$$

Pruun must must kuldne

$$10 * 10^0 \Omega = 10 * 1 \Omega = \underline{10 \Omega \pm 5\%}$$

Punane must pruun kuldne

$$20 * 10^1 \Omega = 20 * 10 \Omega = 200 \Omega = \underline{200 \Omega \pm 5\%}$$

Pruun must hõbedane kuldne

$$10 * 10^{-2} \Omega = 10 * 0,01 \Omega = \underline{0,1 \Omega \pm 5\%}$$

## Võimsus

Mis saab kui ületada seadme nimivõimsust?

Lihtsamad seadmed võivad põleda läbi. Keerukamad seadmed võivad end välja lülitada (näiteks targemad toiteplokid)

Kui suur takisti tuleb valida, kui käitada 12 V pingega 3 W LEDi?

<https://datasheet.octopart.com/HPA8B-44K3Y-Huey-Jann-datasheet-17575173.pdf>

Vihje: andmelehes on välja toodud nii "Continuous Forward Current" kui ka "Peak Forward Current". Proovi arvutada takistus mõlemaks juhuks.

Kui suurele võimsusele peab takisti vastu pidama?

$$U = 12 \text{ V}$$

$$P = 3 \text{ W}$$

$$I_F = 700 \text{ mA}$$

$$I_{FM} = 1000 \text{ mA}$$

$$U_{LED} = 2,3 \text{ V}$$

$$U_R = U - U_{LED} = 12 \text{ V} - 2,3 \text{ V} = 9,7 \text{ V}$$

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow R = \frac{U}{I}$$

$$R_F = \frac{U_R}{I_F} = 9,7 \text{ V} / 0,7 \text{ A} = 13,9 \Omega$$

$$R_{FM} = \frac{U_R}{I_{FM}} = 9,7 \text{ V} / 1 \text{ A} = 9,7 \Omega$$

Peak current tähistab maksimaalset voolutugevust, millele LED veel vastu saab, seega tavaolekus pidevalt LEDi nii suure vooluga käitada ei tohiks. Seetõttu tasuks valida takisti väärtus ikkagi *Continuous Forward Current*ile vastavalt. Kuna täpselt 13,9  $\Omega$  takistit võib olla raske leida, siis tasub otsida sellele kõige lähema väärtusega takisti. Pigem tasub siin ümardada ülespoole (näiteks 20  $\Omega$  või 2 \* 10  $\Omega$  jadamisi), sest

suurema takisti korral põleb LED küll mõnevõrra tuhmimalt, kuid see on oluliselt parem, kui LED, mis on läbi põlenud, kui oleksime valinud väiksema takisti.

Takistil langeb pinge  $U_R = 9,7 V$  ning teda läbib pidevalt vool  $I_F = 700 mA$ , seega peaks takisti vastama vähemalt võimsusele

$$P = I_F * U_R = 0,7 A * 9,7 V = 6,8 W$$

Ka siin on parem mõelda varuga ja valida igaks juhuks suuremale võimsusele vastupidav takisti. Tasub mõelda, et kui LED peab vastu hetkelisele voolule  $I_{FM} = 1 A$ , siis peaks ka takisti selle vastu pidama, seega võime kindluse mõttes valida takisti väärtusega

$$P = I_{FM} * U_R = 1 A * 9,7 V = 9,7 W \approx 10 W$$

### Kondensaatorid.

Kondensaatorite liitumine.

Kuidas paneksid kokku mahutavuse x, kui sul on kasutada kondensaatorid mahtuvustega y ja z

Kui suur on kogu ahela mahtuvus kui kondensaatorid mahtuvustega 10 nF, 470 pF ja 0,33 µF on ühendatud a) rööbiti, b) jadamisi?

Tähistame kondensaatorid vastavalt C1, C2 ja C3. Kuna kõik mahtuvused on erinevates ühikutes, siis tasub nad teisendada kõik samadesse ühikuesse või kasutada arvutamisel kümne astmeid

$$\begin{aligned} C_{rööbiti} &= C_1 + C_2 + C_3 \\ &= 10 nF + 470 pF + 0,33 \mu F \\ &= 10 nF + 0,47 nF + 330 nF \\ &= 340,47 nF \end{aligned}$$

C\_jadamisi: (siin on lihtsam võtta kalkulaatorit ning kasutada arvutamisel vahetulemusi)

$$\begin{aligned} \frac{1}{C_{jadamisi}} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \\ &= \frac{1}{10 nF} + \frac{1}{470 pF} + \frac{1}{0,33 \mu F} \\ &= \frac{1}{10 nF} + \frac{1}{0,47 nF} + \frac{1}{330 nF} \\ &= \frac{(0,1 + 2,13 + 0,003)}{1 nF} \\ &= \frac{2,233}{1 nF} \end{aligned}$$

$$C_{jadamisi} = \frac{1 nF}{2,233} = 0,45 nF$$

### Dioidid, Transistorid, Mikrokontrollerid, Sensorid, kaugjuhtimine

Otsi internetist, mis sagedusel töötavad järgmised seadmed: Bluetooth arvutihiir, garaažipult, 4G telefonid, puldiauto, WiFi, drooni juhtpult, telekapult.

Millised neist on võimelised opereerima mitmel erineval sagedusel?

**Bluetooth seadmed töötavad sagedusel 2,4 GHz.**

Tänapäevased garaažipuldid töötavad harilikult sagedustel 310, 315 või 390 MHz.

Telefonidele on Eestis 4G suhtluseks eraldatud sagedusribad 800, 1800, 2199 ning 2600 MHz

Vanemad puldiauto töötasid sagedustel 27 või 49 MHz, kaasaegsemad puldiautod on kolinud ka 2,4 GHz peale.



Igapäevane WiFi töötab harilikult kahel sagedusribal: 2,4 GHz ja 5,8 GHz. Drooni juhtpultidega sõltub suuresti, millise firma millisest droonist räägitakse. Lihtsamad mängudroonid opereerivad sarnaselt puldiautodele 2,4 GHz juures. Näiteks levinud DJI Mavic Pro drooni juhtpult opereerib 2,4 GHz sagedusalal, kuid videopilti edastab droon 5,2 ja 5,8 GHz sagedusalal. Telekapuldid töötavad harilikult infrapuna kiirgusel. See on sagedusvahemik, mis on lähemal nähtavale valgusele, kui harilikele raadiolainetele, seega telekapuldi sagedusest harilikult ei räägita. Levinud on telekapultides aga 940 nm lainepikkusele vastav diod, mis omakorda tähendab, et kiirgus levib sagedusel ligikaudu 320 THz.

Millised neist on võimelised opereerima mitmel erineval sagedusel?

Kui räägime WiFi 2,4 GHz sagedusalast, siis tegelikult ei ole tegemist ühe konkreetse sagedusega. Vahemik 2401 - 2495 MHz on sõltuvalt regiooni seadusandlusest jagatud 11, 13 või 14ks erinevaks WiFi kanaliks. Seega saab ka selles sagedusribas tehniliselt opereerida mitmel erineval sagedusel.

Täiesti erinevaid sagedusribasid on aga võimelised kasutama telefonid, WiFi seadmed (2,4 ja 5,8 GHz) ning erinevate mõõndustega ka mõned uuemad droonipuldid.