

# Elektrība un Magnētisms

## Laboratorijas darba Nr.3

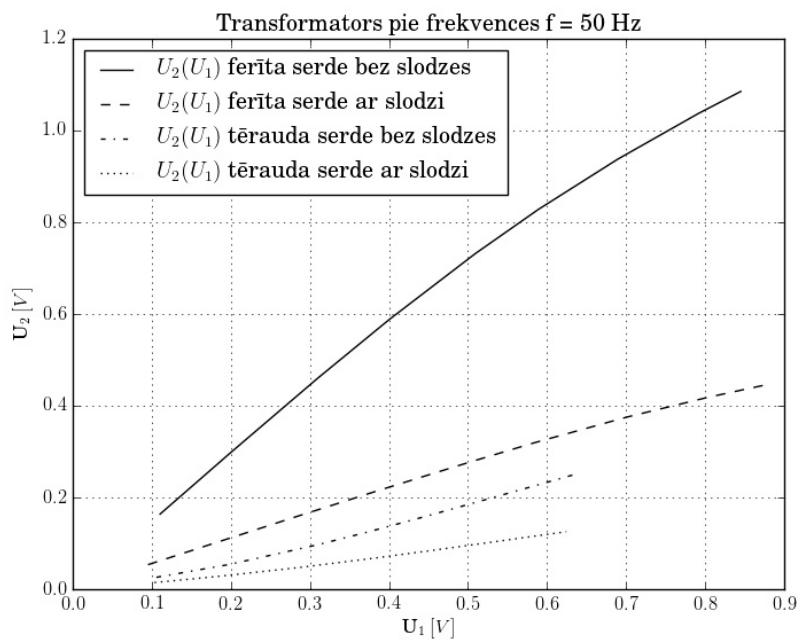
### ATSKAITE

Mārtiņš Dundurs  
RECT0

Aprīlis 2017

## 1 Sekundārā sprieguma atkarība no primārā

Sekojošajā grafikā ir attēlotas 4 sekundārā sprieguma ( $U_2$ ) atkarības no primārā ( $U_1$ ) ar divām dažādām serdēm gan ar, gan bez slodzes ( $R_{sl}$ ).



Sakarība (3.16)  $U_2 = U_1(N_2/N_1)$  apgalvo, ka  $U_2$  ir proporcionāls  $U_1$ . Tā kā vijumu skaits primārajā ( $N_1$ ) un sekundārajā tinumā ( $N_2$ ) nemainās, tad sakarībai vajadzētu būt lineārai. Tomēr praktiski aplūkojot mūsu diagrammu, redzam, ka līnijas ir nedaudz izliektas vai ieliektas. Tas nozīmē ka praktiski

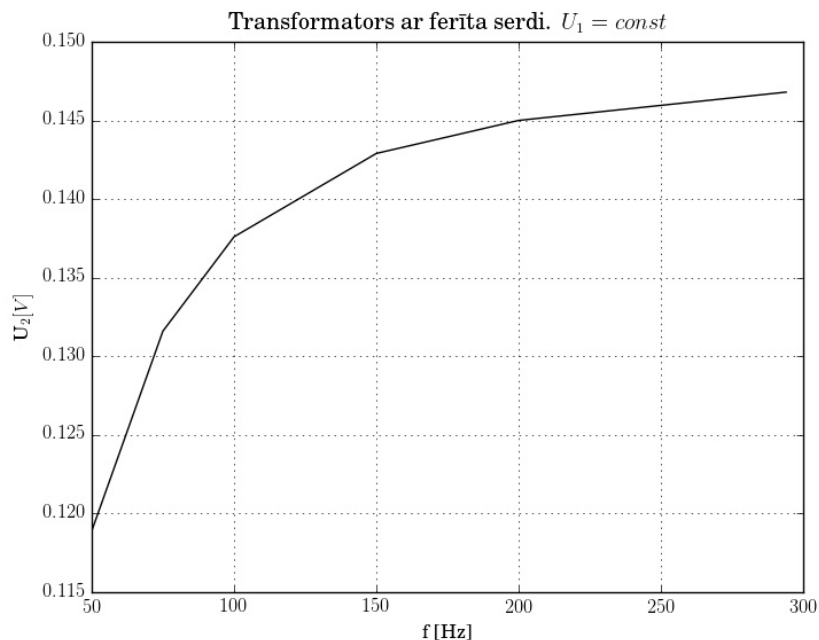
mēs iztaiksmi (3.16) varam izmantot tikai tuvināti. Sakarība nav lineāra tāpēc, ka pie augstākiem spriegumiem notiek lielāki pārmagnetizācijas zudumi. Šie zudumi rada aktīvu sprieguma krituma komponenti uz primārā tinuma. Lielāki šie zudumi ir tāpēc, ka pārmagnetizēts tiek lielāks domenu apjoms nekā pie zemākiem spriegumiem. Savu pienesumu transformatora nelinearitātei sniedz arī parādība, ka daļa no tinuma magnētiskā lauka noslēdzas nevis magnētīvadā, bet tieši spoles tuvumā, proti, daļa magnētiskās plūsmas neiziet caur sekundāro tinumu.

Pēc slodzes pieslēgšanas redzam, ka gan vienai, gan otrai serdei sekundārais spriegums ir mazāks, salīdzinot ar tukšgaitas režīmu. Palielinot slodzi transformators joprojām tiecas piegādāt to pašu jaudu, tomēr tam ir nepieciešama lielāka strāva primārajā tinumā. Tātad primārajā spolē plūst lielāka strāva, kas izraisa lielāku magnētisko lauku serdē. Tā kā serde tuvojas savam magnētiskajam piesātinājumam, tā spēs nodot arvien mazāk magnētiskās enerģijas otrajam tinumam par katru primārās strāvas pieauguma vienību. Rezultātā grafika līkne ir lēzenāka nekā tukšgaitas režīmā.

No serdes materiāla atkarīgs cik lielā mērā virpuļstrāvas radīs enerģijas zudumus. Redzam, ka monolīta tērauda serdei sekundārais spriegums ir pat mazāks kā primārais, kaut arī pēc sakarības (3.16) tam vajadzētu pieaugt -  $N_1 = 115$ , bet  $N_2 = 200$ . Tas tāpēc, ka tērauds ir vadītājs un tā vadītspēja veicina virpuļstrāvu rašanos. Ferīts, lai arī ir ar lielu magnētisko caurlaidību, nav vadošs materiāls. Ferīta gadījumā materiāls ir derīgs arī pie augstām frekvencēm. Šīs spējas ferītam piemīt tamdēļ, ka tā histerēzes cilpa ir daudz šaurāka. Proti, ir nepieciešama mazāka enerģija, lai to pārmagnetizētu.

## 2 Sekundārā sprieguma atkarība no frekvences

Otrajā eksperimentā izmantojām ferīta serdi un konstantu primāro spriegumu  $U_1$ . Sekojošajā grafikā redzam  $U_2$  izmaiņu atkarībā no frekvences  $f$ .



Ideālam transformatoram ir spēkā sakarība (3.17)  $U_2 = 4.44fN_2B_mS$ . Pēc šīs sakarības  $U_2$  un  $f$  vajadzētu būt lineāri atkarīgiem, jo nedz sekundāro vijumu skaits  $N_2$ , nedz šķēsgriezuma laukuma  $S$  nemainās. Kā ir ar  $B_m$ ?  $B_m$  nav konstants. Serdes materiāla histerēzes cilpā katrā ciklā tiek izlietota noteikta enerģija pārmagnetizācijai. Ja efektīvais spriegums nemainās, bet frekvence tiek palielināta, tad histerēzes cilpa tajā pašā laikā veic vairāk ciklus, kam nepieciešams arī vairāk enerģijas. Rezultātā pie lielākām frekvencēm transformators tērē vairāk enerģijas pārmagnetizācijai un sekundārajā tinumā ir vājāks magnētiskais lauks.

## 3 Sprieguma kropļojumu cēloņi

Viens no kropļojumu veidiem ir asu pulsu veidošajās viļņa augšdaļā. Šie kropļojumi skaidrojami materiāla magnētiskā piesātinājuma sasniegšanu. Tie ceļās no papildus harmoniskiem viļņiem, kas izceļas gan no piesātinājuma, gan arī no temperatūras celšanās.

## 4 Secinājumi

Transformatori darbojas pateicoties elektromagnētiskajai indukcijai. Primārā spolē plūstošā strāva inducē magnētisko lauku tās iekšienē, kurš tiek caur magnēt-vadu (serdi) novadīts sekundārajai spolei. Sekundārajā spolē magnētiskās plūsmas izmaiņa inducē strāvu tās vados.

$U_2$  spriegums nebūs proporcionāls  $U_1$  spriegumam gadījumos, kad serde sasniedz piesātinājumu, kad serdē spēj veidoties ievērojamas virpuļstrāvas.

Monolīta tērauda serdes gadījumā redzam, ka  $U_2$  ir praktiski lineāri atkarīgs no  $U_1$ , bet ir ievērojami mazāks. Tas tāpēc, ka šajā serdē ir ievērojami virpuļstrāvu zudumi bet tā nerasniedz savu piesātinājumu. Tamdēļ mēs arī nenovērojam tipisko viļņa formas kropļojumu monolīta tērauda serdes gadījumā - pulss, kas rodas piesātinājuma sasniegšanas dēļ.

Slodzes pieslēgšana neizmainīs izejošo spriegumu, ja transformatora serde nerasniedz piesātinājumu. Mēs redzam pēc grafika un kropļojumiem, ka ferīta serde piesātinājumu sasniedz. Ferīta serdes transformatora līkne bez slodzes ir ievērojami stāvāka kā līkne bez slodzes. Redzam arī ka monolīta tērauda serdei līkņu stāvums atšķiras mazāk. Tā piesātinājumu praktiski nerasniedza.

Pēc otrā eksperimenta redzam arī, ka  $U_2$  nav atkarīgs no augstām frekvencēm. Pie zemām frekvencēm transformatorā tiks inducēta ievērojami lielāka strāva.