



Tasavirtageneraattori

1. Tehtävän kuvaus

Tässä laboratoriotyössä tutustutaan tasavirtageneraattorin toimintaan mittaamalla ja tutkimalla sen ominaiskäyriä kuten tyhjäkäyntikäyrä (TK), kuormituskäyrä (KK), napajännitekäyrä (NJK) ja säätökäyrä (SK). Työssä vertaillaan myös eri tavalla magneettisesti järjestettyjen generaattoreiden ominaisuuksia. Koneita käytetään vierasherätteisenä-, sivuvirta,- ja yhdysvirtageneraattorina.

2. Tasavirtakone

generaattorina:	1.2kW	1400r/min
moottorina	1.0kW	1400r/min

$U = 220V$ $I_L = 6.0A$ $I_M = 0.55A$

3. Laboratoriotyö

3.1 Kytkeminen ja käynnistäminen

Tehdään kuvan 1 mukainen kytkentä , jossa momenttivaaka MV 100 kytketään moottoriksi ja tasavirtakone vierasherätteiseksi generaattoriksi.

Kuva 1. Työssä käytettävä kytkentä (erillismagnetointi)

Kiinteän tasajännitteen kytkin käännetään I-asentoon ja säädetään momenttivaa'an sivuvastusta siten, että suurin magneointivirta kulkee.

Sitten säädetään tasavirtageneraattorin sivuvastusta siten, että pienin magneointivirta kulkee.

Asetetaan säädettävä tasajännite noltaan ja käännetään sen kytkin I-asentoon. Ankkurijännite säädetään 230V:iin.

Kone käynnistyy ja saavuttaa pyörimisnopeuden $n \approx 1350\text{r/min}$.

Teimme kytkennän ja luvan saatuamme käynnistimme koneen.

3.2 Vierasherätteinen generaattori

3.2.1 Tyhjäkäyntikäyrä

Suoritetaan tyhjäkäyntikäyrän (TK) mittaus $E=f(I_m)$, eli tyhjäkäynnissä indusoitunut smv magneointivirran funktiona. Koe suoritetaan kahdella eri pyörimisnopeudella 1400r/min ja 1200r/min.

Säädetään momenttivaa'an sivuvastuksella pyörimisnopeudeksi 1400r/min ja pidetään se vakiona koko kokeen ajan. Kytkin S pidetään auki- asennossa.

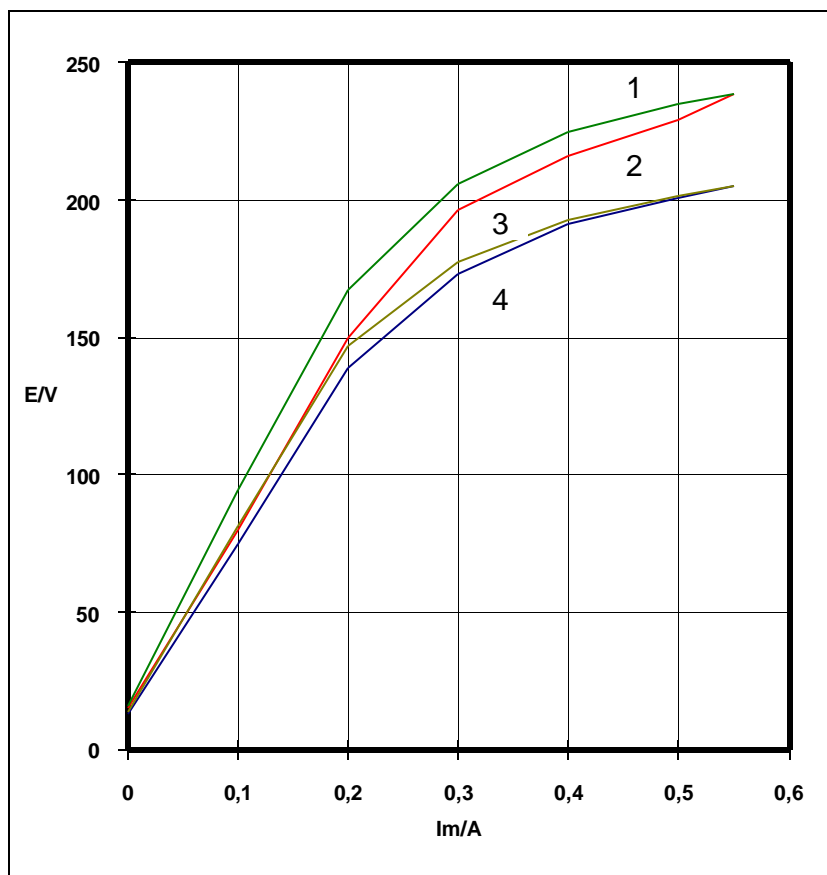
Magneointivirtaa säädetään 0.1A kerrallaan nolhasta maksimiin ja takaisin noltaan. Jokainen I_m -arvo sekä vastaava E:n arvo kirjataan ylös. Smv luetaan volttimittarista.

Koe toistetaan pyörimisnopeuden arvolla $n=1200\text{r/min}$

Suoritimme kyseisen kokeen. Tulokset ovat esitettyinä taulukossa 1, jonka tuloksista on piirretty tyhjäkäyntikäyrät kaavioon 1.

Taulukko 1. Tyhjäkäyntikäyrän mittaus

n = 1400r/min				n = 1200r/min			
Kasvava I_m		Vähenevä I_m		Kasvava I_m		Vähenevä I_m	
E / V	I_m / A	E / V	I_m / A	E / V	I_m / A	E / V	I_m / A
15,3	0,0	234,8	0,5	13,2	0,0	201,4	0,5
801	0,1	225,0	0,4	74,9	0,1	192,5	0,4
149,6	0,2	205,8	0,3	138,6	0,2	177,7	0,3
196,5	0,3	167,5	0,2	173,4	0,3	147,0	0,2
216,2	0,4	94,4	0,1	191,0	0,4	81,2	0,1
229,3	0,5	16,1	0,0	200,6	0,5	14,1	0,0
238,2	0,55			205,1	0,55		



- 1) $n=1400\text{r/min}$
 I_m vähenevä
- 2) $n=1400\text{r/min}$
 I_m kasvava
- 3) $n=1200\text{r/min}$
 I_m vähenevä
- 4) $n=1200\text{r/min}$
 I_m kasvava

Kaavio 1. Tyhjäkäyntikäyrät erillismagnetoinnilla

3.2.2 Kuormituskäyrän mittaus

Suoritetaan napajännitteen $U = f(I_a)$ mittaus eli generaattorin jännite kuormitusvirran I_b funktiona.

Säädetään momenttivaa'an sivuvastuksella pyörimisnopeudeksi 1400r/min ja pidetään se vakiona koko kokeen ajan.

Kuormitusvastus R_b säädetään maksimiarvoonsa. Käännetään kytkin S I-asentoon ja säädetään R_b :llä kuormitusvirtaa 1A kerrallaan nimellisvirtaan saakka. Kirjataan ylös kunkin säädön I_a ja U arvot.

Suoritimme kyseisen kokeen. Tulokset taulukossa 2.

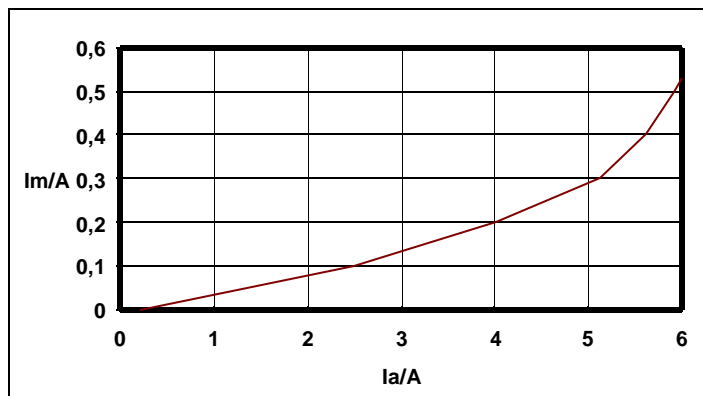
Taulukko 2 Kuormituskäyrän mittaus ($I_m = 0.55A$)

U / V	I_b / A
214,3	1,0
204,5	2,0
194,6	3,0
183,7	4,0
175,6	5,0
164,4	6,0

Mittasimme koneelle myös säätökäyrän $I_m = f(I_a)$, kun $U = U_n$ ja $n = n_n$. Tulokset ovat esitettyinä taulukossa 3 jonka tulosten perusteella säätökäyrä kaaviossa 2.

Taulukko 3 Säätökäyrän mittaus

I_m / A	I_a / A
0,53	6,0
0,5	5,92
0,4	5,62
0,3	5,12
0,2	4,01
0,1	2,5
0,0	0,22

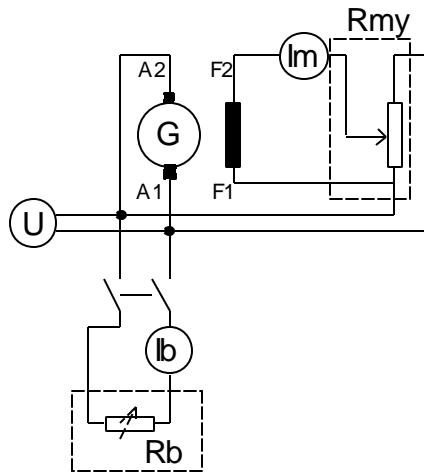


Kaavio 2 Vierasherätteen generattorin säätökäyrä

3.3 Sivuvirtageneraattori

3.3.1 Napajännitekäyrän mittaus

Koneella oli edellisissä kokeissa erillismagnetointi. Nyt kytketään sivuvirtamagnetointi siirtämällä magnetointipiiri kiinteästä tasajännitteestä generaattorin napoihin kuvan 2 mukaisesti. Muut osat kytkennästä pysyvät entisellään.



Kuva 2 Sivuvirtamagnetointi-kytkentä

Tarkistetaan kytkimen S auki- asento ja käynnistetään momenttivaaka. Säädetään pyörimisnopeudeksi 1400r/min ja pidetään se vakiona koko kokeen ajan.

Säädetään sivuvastuksella R_{my} generaattorin jännitteeksi 220V. Sivuvastuksen säätöasentoa ei saa muuttaa kokeen aikana.

Käännetään kytkin S kiinni ja säädetään kuormitusvastuksella R_b kuormitusvirtaa 1A kerrallaan nimellisvirtaan saakka. Kirjataan ylös kukin I_a ja U-arvo.

Mitataan tyhjäkäyntikäyrä $E = f(I_m)$, kun $n = n_n$

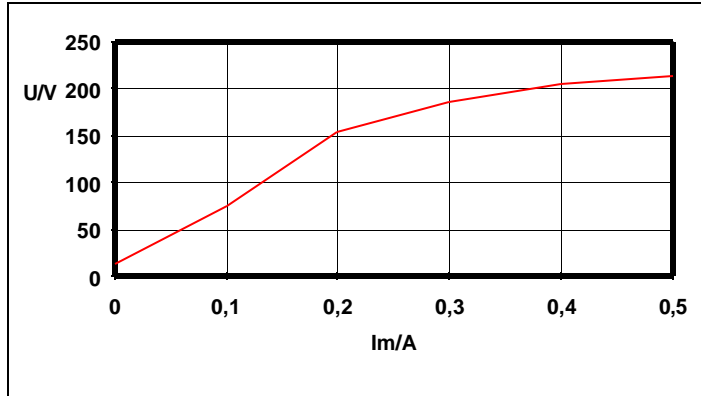
Teimme kyseiset kokeet. Tulokset taulukoissa 4 ja 5. Sivuvirtageneraattorin tyhjäkäyntikäyrä on taulukon 5 tuloksien pohjalta esitettyinä kaaviossa 3.

Taulukko 4 NJK:n mittaus sivuvirtamagnetoinnilla

U / V	I_b / A
206,9	1,4
200,9	2,0
192,8	3,0
183,4	4,0
166,3	5,0
144,3	6,0

Taulukko 5 TK:n mittaus sivuvirtamagnetoinnilla

I_m / A	E / V
0,5	212,7
0,4	204,8
0,3	184,7
0,2	153,7
0,1	75,2
0,0	12,1



Kaavio 3 Sivuvirtageneraattorin tyhjäkäyntikäyrä

3.4 Yhdysvirtageneraattori

3.4.1 Napajännitekäyrän mitta

Mitataan napajännite $U = f(I_b)$ yhdysvirtakoneessa. Kytetään generaattori kuvan 3 osoittamalla tavalla yhdysvirtageneraattoriksi antamalla ankkurivirran kulkea sarjakäämin S2-S3 kautta.

Kuva 3 Yhdysvirtageneraattori-kytkentä

Tarkistetaan, että kytkin S on auki. Käynnistetään momenttivaaka ja säädetään pyörimisnopeudeksi 1400r/min. Pyörimisnopeus pidetään vakiona koko kokeen ajan.

Säädetään generaattorin sivuvastuksella R_{my} generaattorin jännitteeksi 240V. Sivuvastuksen asetus pidetään vakiona kokeen ajan.

Käännetään kytkin S kiinni ja säädetään kuormitusvastuksella R_b kuormitusvirtaa I_a 1A kerrallaan nimellisvirtaan saakka. Kirjataan ylös kukin säädön I_a ja U .

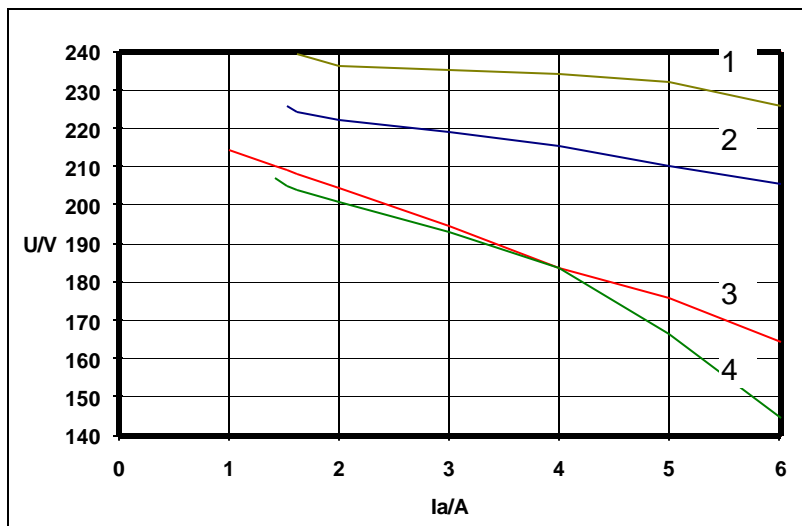
Kytetään ankkuriin koko sarjavastus (S1-S2) ja suoritetaan mittaukset uudelleen tällä kytkennällä.

Suoritimme kyseiset kokeet. Tulokset taulukossa 6.

Taulukko 6 Yhdysvirtageneraattorin NJK:n mittaus

S2-S3		S1-S2	
U / V	I_b / A	U / V	I_b / A
225,9	1,5	239,1	1,6
222,4	2,0	236,4	2,0
218,4	3,0	235,0	3,0
215,4	4,0	234,4	4,0
210,3	5,0	232,0	5,0
205,7	6,0	225,6	6,0

Kaaviossa 4 on esitettyä napajännitekäyrät erillis-, sivuvirta-, ja yhdysvirtamagnetoinnille taulukoiden 2, 4 ja 6 tulosten perusteella.



- 1) Yhdysvirta S1-S2
- 2) Yhdysvirta S2-S3
- 3) Erillismagnetointi
- 4) Sivuvirtamagn.

Kaavio 4 Napajännitekäyrät

4. Kysymyksiä ja vastauksia

1. Miksi saadaan erilainen TK-käyrä kasvavalle ja pienenevälle magnetointivirrälle?

Tämä johtuu hystereesi-ilmiöstä. Koneeseen jää jäännösvuo raudan kyllästymisestä johtuen. Koska lähdejännite on verrannollinen vuon suhteen, on myös tyhjäkäyntikäyrä saman muotoinen kuin generaattorin magnetoitumiskäyrä.

2. Miksi U vähenee I_a :n kasvaessa erillismagnetoinnilla (NJK-käyrät)?

Koska kuormitetun generaattorin liitinjännite on $U = E - I_a R_a$, pienenee liitinjännite kuormitusvirran kasvaessa. Ankkuripiirin resistanssin R_a on oltava mahdollisimman pieni, jotta mahdollisimman suuri osa lähdejännitteestä E vaikuttaisi hyötyjännitteenä kuormituksessa. Lisäksi ankkurireaktio ja kommutaattorin harjojen jännitehäviö pienentävät liitinjännitettä tyhjäkäyntitilanteeseen nähden.

3. Miksi U vähenee enemmän sivuvirtamagnetoinnilla kuin erillismagnetoinnilla?

Koska kuormitusvirran kasvaessa magnetointivirta I_m pienenee.

4. Mitä tapahtuu U :lle, jos sarjakäämi on päinvastoin kytkettynä kohdassa 3.4 (Yhdysvirtageneraattori)? Mikä on kytkennän nimi?

Sarjakäämityksen tarkoituksena on joko heikentää tai vahvistaa magnetoimiskäämityksen muodostamaa kenttää. Tässä tapauksessa sarjakäämitys olisi myötämagnetoitu. Koneen liitinjännite nousisi kuormitusvirran kasvaessa. Kytkentä olisi myötäkompaudoitu generaattori.

5. Miksi generaattoriin ei synny jännitettä mittauksessa 3.3 (Sivuvirtageneraattori), jos kenttäkäämi on kytketty väärin?

Jos magnetoimisvirran ja magnetoimiskäämin muodostama magneettivuo vaikuttaa toiseen suuntaan kuin remanenssivuo, kone ei "herää" eli se ei anna jännitettä.