

## Tentamen i ELTEKNIK för E3, EEK 141

Datum:	tisdag, den 4 April 2023
Tid/Plats	em / "maskin"-salar
Lösningar:	Anslås på hemsidan 6 April
Betygsgränser:	$\geq 25$ ger godkänt
Resultat:	Anslås senast 18 April 2023
Granskning:	Se resultatlista
Hjälpmedel:	Typgodkänd räknare, räknatabeller (Standard Mathematical Tables, Tefyma, Elfyma, Beta) samt Physics Handbook.
Lärare:	Thomas Hammarström, tel. 772 16 49

---

OBS! För att få full poäng på uppgifterna krävs att använda storheter definieras. Storheter i visardiagram måste definieras i motsvarande kretsschema med utsatta referensriktningar. Beräkningar skall motiveras så att beräkningsgången framgår. Fråga under tentan om något är oklart!

---

1. Två stycken symmetriska trefasbelastningar enligt nedan är anslutna till ett symmetriskt trefasnät med fasspänning 230 V, 50 Hz.

Belastningarna är:

I - en  $\Delta$ -kopplad last med ett motstånd på  $60 \Omega$  seriekopplat med en kondensator på

$33 \mu\text{F}$  i varje fas

II - en Y-kopplad last med en spole på  $33 \text{ mH}$  i varje gren

Bestäm med hur stor ström respektive last belastar nätet samt den totala strömmen som tas ifrån nätet. Alla strömmar skall anges i komplex form. Hur stor ström flyter genom varje spole? (3p)

Rita ett visardiagram över alla de tre strömmarna med nätets fasspänning som referens. Vad kommer toppspänningen på matningen vara? (2p)

Vad är det för karaktär på respektive last samt den totala lasten? (2p)

Hur stor skenbar effekt förbrukar den totala lasten (anges i komplex form)? (2p)

2. En trefas transformator är märkt:

1000/400 V; 2500 VA;  $\Delta/yn$ ; 50 Hz;  $r_k = 1,5 \%$ ;  $z_k = 7 \%$

Vid tomgångsprovet förbrukar transformatorn en aktiv effekt 40 W.

a) Beräkna  $R_k$  och  $X_k$  i det förenklade schemat, hänfödda till nedspänningssidan (2p)

Transformatorn ansluts till 1000 V och belastas med en rent resistiv last på 100  $\Omega$ .

b) Rita ett ekvivalent schema som används vid beräkning av klämspänning och strömmen på nedspänningssidan. Rita även visardiagram över spänningsfallet och lastströmmen, med den aktuella lasten. (3p)

c) Beräkna klämspänningen på nedspänningssidan och strömmen till lasten. (2p)

d) Vad är verkningsgraden för transformatorn med denna last? (1p)

3. Hos en separatmagnetiserad likströmsmotor är ankarkretsens resistans 0,5  $\Omega$ . Vid ett tillfälle körs motorn med en ren DC spänning som skapas av en glättad och likriktad 1-fasspänning på 500V. Ankarströmmen är 40 A och varvtalet 1000 rpm. Till vilket värde ska man sänka ankarspänningen ( $U_a$ ) för att varvtalet ska bli 500 rpm? Belastningsmomentet förändras inte och inte heller magnetiseringsströmmen. (3p)

4. En trefas, 50 Hz, kortsluten, 230 V asynkronmotor har följande värden på parametrarna i det ekvivalenta schemat hänfört till statorsidan:

$$R_s = 0,35 \Omega/\text{fas} \quad L_{s\sigma} = 3.2 \text{ mH}/\text{fas} \quad R'_r = 0,35 \Omega/\text{fas}$$

$$L'_{r\sigma} = 3.2 \text{ mH}/\text{fas} \quad R_{Fe} = 1000 \Omega/\text{fas} \quad X_m = 80 \text{ mH}/\text{fas}$$

Maskinens varvtal vid fullast är 1475 rpm.

a) Vilket polpar har maskinen? Bestäm maskinens startmoment. Gör lämpliga approximationer. (3p)

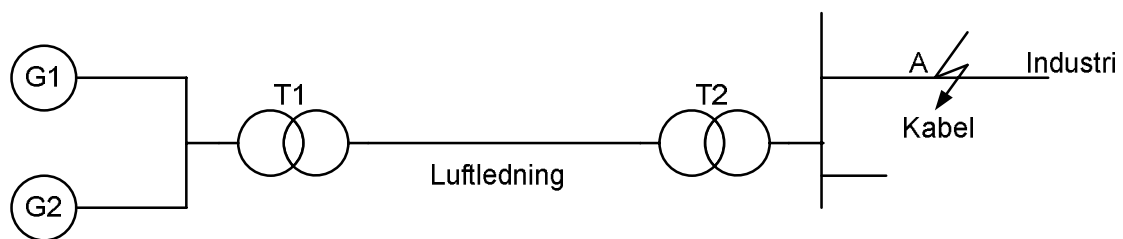
b) Beräkna fasströmmen vid fullast. Gör lämpliga approximationer. (3p)

5. En LS-omriktare är ansluten till en trefasig diodlikriktare matad från ett gammalt 220 V trefasnät. LS-omriktaren skall ge en stabil likspänning till provning av 400 V apparater som belastar då omriktaren med  $I = 10 \text{ A}$ . Switchfrekvensen i omriktaren är 50 kHz.
- Rita och beskriv kopplingen. (2p)
  - Hur lång tid under varje modulationsperiod leder transistorn? Rita upp hur spänningen över dioden (i LS-omriktaren) ser ut under två modulationsperioder. Gradera axlarna i diagrammet. (2p)
  - Hur ser spänningen över induktansen i LS-omriktaren ut under två modulationsperioder? Gradera axlarna i diagrammet. (2p)
  - Vad blir strömmen genom transistorn och strömmen ifrån likriktaren? Rita in dem i ett diagram med graderade axlar. (2p)
6. Vad menas med längs- och tvärspänningsfall för en ledning. Förklara det med hjälp av ett visardiagram. (3p)
7. Vad är det som avgör hur allvarliga personskadorna blir vid elolyckor? Hur kan man skydda mot personskador? Vad är ett 4-ledar- resp. ett 5-ledarsystem för anslutning av en elektrisk installation och vilket är bäst ur säkerhetssynpunkt? (3p)
8. Beskriv funktionssätt för en frekvensomriktare med pulsbreddsmodulering (PWM). (3p)
9. Skissa en asynkronmaskinens moment som funktion av varvtal och markera med kryss i diagrammet ungefär var på kurvan man har tomgång-, fullast-, kipp- och startmoment. Skriv ut vilket kryss motsvarar vilken driftpunkt. (3p)

10. En kraftstation bestående av två generatorer matar över en transformator (T1) en 20 km lång 130 kV luftledning. I andra ändan av ledningen transformeras spänningen ner till 20 kV (T2) och bland annat matas en industri via 2 km lång kabel.

Det inträffar en trefasig kortslutning 100m från kabelns last (industrin). Beräkna kortslutningsströmmen i denna punkt A med hjälp av att använda kortslutningseffekter.

(4p)



Följande data gäller för generatorerna, transformatorerna, luftledningen och kabeln:

Generator G1		25 MVA, 10 kV	$x_d = 20 \%$	
Generator G2		25 MVA, 10 kV	$x_d = 20 \%$	
Transformator T1	d/YN	50 MVA, 10/130 kV	$z_k = 12 \%$	$r_k = 2 \%$
Transformator T2	YN/d	50 MVA, 130/20 kV	$z_k = 10 \%$	$r_k = 1 \%$
Luftledning		$x = 0,4 \Omega/\text{fas},\text{km}$	$r = 0,15 \Omega/\text{fas},\text{km}$	
Kabel	FXXJ 500 mm <sup>2</sup>	$x = 0,1 \Omega/\text{fas},\text{km}$	$r = 0,05 \Omega/\text{fas},\text{km}$	

## Formelblad i Elteknik

Trefasssystem:

$$U = \sqrt{3}U_f$$

$$\underline{Z}_Y = \frac{Z_\Delta}{3} \qquad I = \sqrt{3}I_\Delta$$

$$P = \sqrt{3}UI \cos \phi = 3U_f I \cos \phi$$

$$Q = \sqrt{3}UI \sin \phi = 3U_f I \sin \phi$$

Spänningsfall:

$$U_{\text{längsf}} = a = R_l I \cos \varphi_2 + X_l I \sin \varphi_2$$

$$U_{\text{tvärf}} = b = X_l I \cos \varphi_2 - R_l I \sin \varphi_2$$

Transformatorn:

$$E = 4,44fN\hat{B}$$

$$\frac{U_1}{U_2} \cong \frac{N_1}{N_2} \cong \frac{I_2}{I_1} \qquad Z'_2 = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 Z_2$$

Synkronmaskin:

$$P = 3 \frac{E_f U_f}{X_d} \sin \delta$$

Likströmsmaskin:

$$U_a = E_a \pm R_a I_a$$

$$T = k \cdot I_f \cdot I_a$$

Kraftelektronik:

Likriktare:

$$U_d = \frac{1}{T} \int_0^T u_{ab}(\omega t) d(\omega t)$$