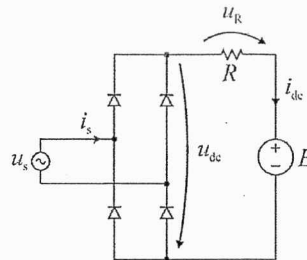


TENTISSÄ SAA KÄYTTÄÄ TIEDEKUNNAN LASKINTA!



1. Kun jännite oletetaan säröytymättömäksi, miten määritellään ja lasketaan
 - a) Mielivaltaisen suureen tehollisarvo (1 p)
 - b) Pätöteho P , loisteho Q , näennäisteho S (1 p)
 - c) Säröteho D (1 p)
 - d) Perusaallon tehokeroin (DPF) (1p)
 - e) Särökerroin (THD) (1p)
 - f) Kokonaistehokerroin (PF) (1p)
2. Piirrä esimerkkikuvat seuraavista **tasasuuntaajakytkennöistä, niiden tuottamista tasajännitteistä sekä a-vaiheen verkkovirroista vastaaviin verkkojännitteisiin nähden**, kun kuormana on ideaalinen vakiovirtakuorma ja kun tyristorisuuntaajien sytytyskulma α on 45° . Piirrä eri kohtiin liittyvät käyrämuodot alekkain siten, että päällekkäiset pisteet vastaavat hetkellisesti toisiaan. **Laske myös verkkovirtojen säröt eri tapauksissa.**
 - a) Yksivaiheinen diodisilta (2p)
 - b) Yksivaiheinen täysinohjattu tyristorisilta (2p)
 - c) Yksivaiheinen puoliksiohjattu tyristorisilta (2p)
3. Kuvassa esitettyä **kokoaaltoatasuuntaajaa**, jonka **dc-puolelle on kytketty sarjaan kuormavastus ja vastajännitelähde**, syötetään 230 V:n ja 50 Hz:n yksivaiheverkosta.
 - a) Piirrä samaan kuvaan jännitteiden $|u_s|$, u_{dc} , u_R sekä virta i_{dc} . (2p)
 - b) Laske virran i_{dc} aritmeettinen keskiarvo. (2p)
 - c) Laske vastajännitelähteeseen virtaava teho. (2p)Kuormavastuksen resistanssi $R = 5 \Omega$ ja vastajännite $E = 230 \text{ V}$. Diodit oletetaan ideaaliksi.



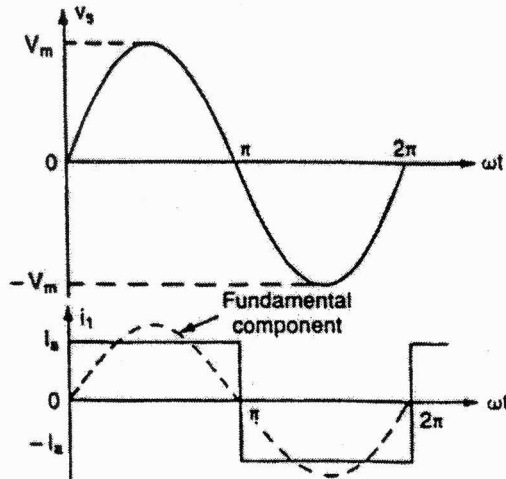
4. Ideaalinen **kolmivaiheinen tyristorisilta** syöttää vakiovirtakuormaa $I_{dc} = 100 \text{ A}$. Suuntaaja on kytketty 50 Hz:n kolmivaiheverkkoon, jonka pääjännitteen tehollisarvo on 400V. Suuntaajaa ohjataan siten, että U_{dc} on **350 V**.
 - a) Mikä on tyristorien ohjauskulma α ? (1p)
 - b) Määritä perusaallon tehokerroin DPF (1p).
 - c) Laske yhden tyristorin läpi kulkevan virran aritmeettinen keskiarvo. (1p)
 - d) Mikä on vaihevirran i_s keskiarvo? (1p)
 - e) Mikä on vaihevirran i_s tehollisarvo? (1p)
 - f) Laske verkosta otettava keskimääräinen pättöteho. (1 p)
5. **Kolmivaiheista tyristoritasasuuntaussiltaa** syötetään kolmivaiheverkosta, jonka pääjännite on 400 V ja taajuus 50 Hz. Sillan ja verkon välissä on kommutointikuristimet, joiden induktanssi L_s on 2,5 mH. Sillan sytytyskulma $\alpha = 60^\circ$ ja sen kuormana on 50 A vakiovirtakuorma.
 - a) Piirrä kytkentä. (1 p)
 - b) Selitä lyhyesti, mitä kommutoinnilla tarkoitetaan, ja esitä yhteen kommutointitapahtumaan osallistuvat virtapiirin osat. (1 p)
 - c) Piirrä verkkovirran ja tasajännitteen käyrämuodot, kun kommutointi huomioidaan. (1p)
 - d) Laske kommutointikulman suuruus. (2 p)
 - e) Laske kommutoinnin vaikutus sillan tuottamaan tasajännitteeseen. (1 p)



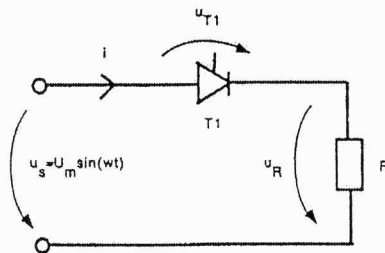
TENTISSÄ SAA KÄYTTÄÄ LASKINTA!

- Piirrä esimerkkikuvat** seuraavista **tyristorikytkennöistä ja niiden tuottamista tasajännitteistä** yhden syöttöjännitejakson aikana (yksi ruutu vastaa 30° :a), kun kuormana on ideaalinen vakiovirtakuorma ja sytytyskulma α on 90° .
 - Nolladiodilla varustettu yksipulssisuuntaaja (1p)
 - Täysin ohjattu yksivaiheinen silta (1p)
 - Puoliksi ohjattu yksivaiheinen silta (1p)
 - Täysin ohjattu kolmivaiheinen silta (1p)
 - Puoliksi ohjattu kolmivaiheinen silta. (1p)
 - Nolladiodilla varustettu kolmivaiheinen silta.(1p)
- Ideaalisen, **yksivaiheisen ja nolladiodilla varustetun tyristorisillan** kuormana on 10 A:n vakiovirtakuorma. Siltaa ohjataan 60° :n sytytyskulmalla.
 - Piirrä kuva kytkennästä. (1p)
 - Hahmottele alekkain sillan tuottaman tasajännitteen ja verkkovirran käyrämuodot (yksi ruutu vastaa 30° :a). (1 p)
 - Laske verkkovirran tehollisarvo (1 p)
 - Laske verkkovirran perusaallon tehollisarvo (1 p)
 - Määritä perusaallon tehokeroin (*DPF*) (1p)
 - Kokonaistehokeroin (*PF*) (1 p)
- Kolmivaiheista dioditasasuuntaussiltaa** syötetään kolmivaiheverkosta, jonka pääjännite on 400 V ja taajuus 50 Hz. Sillan ja verkon välissä on kommutointikuristimet, joiden induktanssi L_s on 2,5 mH. Sillan kuormana on 50 A vakiovirtakuorma.
 - Piirrä kytkentä ja selitä lyhyesti, mitä kommutoinnilla tarkoitetaan. (1 p)
 - Esitä yhteen kommutointitapahtumaan osallistuvat virtapiirin osat ja nimeä ne vastaavaan kuvaan. (1 p)
 - Esitä kommutointitapahtumaa kuvaavat jännite- ja virtayhtälöt. (1 p)
 - Piirrä verkkovirran ja tasajännitteen periaatteelliset käyrämuodot, kun kommutointi huomioidaan. (1 p)
 - Laske kommutointikulman suuruus. (1 p)
 - Laske kommutoinnin vaikutus sillan tuottamaan tasajännitteeseen. (1 p)
- Yksivaiheinen tyristorisilta**, jonka sytytyskulma on 45° , syöttää erilaisia dc-kuormia. Esitä kytkennät sekä verkkojännitteen, tasajännitteen, tasavirran ja verkkovirran periaatteelliset käyrämuodot alekkain, kun
 - Kuorma on puhtaasti resistiivinen. (1p)
 - Kuorma muodostuu kondensaattorin ja kuormavastuksen rinnankytkennästä. (2p)
 - Kuorma on vakiovirtatyypinen. (1p)
 - Laske syöttövirran särö kohdan c) tapauksessa. (1p)
 - Miten edelliseen kohtaan nähden syöttövirran särö muuttuu kohtien a) ja b) tapauksissa. (1p)
- 12-pulssinen tasasuuntaaja**, joka muodostuu sarjaankytketyistä diodisilloista ja tarvittavasta muuntajakytkennästä. Muuntajan toisio kierrosluvut on valittu siten, että siltoja syöttävät vaihejännitteet vastaavat ensiön vaihejännitteitä. Suuntaajan kuormaksi oletetaan vakovirtakuorma.
 - Piirrä kytkentä ja merkitse kuvaan** syötön ja suuntaajien vaihevirit sekä muuntajan käämivirit. (2p)
 - Johda muuntajan toisio- ja ensiökäämien virroille yhtälöt** yhden vaiheen osalta lähtien suuntaajien syöttövirroista. (2 p)
 - Piirrä alekkain **siltojen, muuntajakäämien ja syöttävän verkon virtojen periaatteelliset käyrämuodot** yhden vaiheen osalta. (2 p)

- 1) Laske kuvassa esitetylle virralle
- Fourier-sarjan kolme ensimmäistä termiä (2 p),
 - särö (2 p),
 - kokonaistehokerroin (2 p).



- 2) Kuvan kytkennässä tyristoria ohjataan sytytyskulmalla $\alpha = 90^\circ$.
- Piirrä jännitteiden u_s , u_{T1} ja u_R sekä virran i käyrämuodot. (2 p)
 - Laske jännitteen u_R tehollisarvo. (2 p)
 - Laske virran i tehollisarvo. (1 p)
 - Miten virran i ja kuorman yli vaikuttavan jännitteen käyrämuodot muuttuvat, kun kuormana olevan vastuksen kanssa sarjaan kytketään pieni induktanssi? (1 p)



- 3) Piirrä esimerkkikuvat seuraavista **tyristoritasasuuntauskytkennöistä** ja niiden tuottamasta tasajännitteestä, kun kuormama on ideaalinen vakiovirtakuorma ja sytytyskulma α on 60° .
- Kolmivaiheinen ja kolmipulssinen puolisolilta. (1p).
 - Kolmivaiheinen nolladiodilla varustettu kolmipulssinen puolisolilta. (1p).
 - Kolmivaiheinen täysinohjattu kokosilta. (1p).
 - Kolmivaiheinen täysinohjattu, nolladiodilla varustettu kokosilta. (1p).
 - Kolmivaiheinen puoliksiohjattu kokosilta. (2p).

- 4) Ideaalista kolmivaiheista tyristoritasasuuntaussiltaa (kommutointikulma 0°) syötetään 400 V:n ja 50 Hz:n kolmivaiheverkosta. Siltaa ohjataan ohjauskulmalla $\alpha = 45^\circ$ ja kuormana on 20 A:n vakiovirtakuorma.
- Piirrä kytkentä. (1p)
 - Piirrä samaan kuvaan syöttävän verkon vaihejännitteet sekä sillan positiivisen ja negatiivisen kiskon jännitteet verkon tähtipistettä vasten. Piirrä tämän perusteella sillan tuottaman tasajännitteen käyrämuoto. (2)
 - Johda piirroksen perusteella sillan tuottaman tasajännitteen keskiarvon lauseke. (2p)
 - Laske sillan tuottaman tasajännitteen keskiarvo. (1 p)
- 5) **Yksivaiheisen tyristoritasasuuntaussillan kommutointi.** Siltaa syötetään 230 V:n ja 50 Hz:n vaihtojännitteellä. Sillan sytytyskulma α on 60° , kommutointi-induktanssi L_s on 1 mH ja kuormaksi oletetaan 10 A:n vakiovirtakuorma.
- Esitä lyhyesti, mitä kommutoinnilla tarkoitetaan. (1p)
 - Esitä erikseen yhteen kommutointitapahtumaan osallistuvat virtapiirin osat. (1p)
 - Piirrä verkkovirran ja tasajännitteen periaatteelliset käyrämuodot, kun kommutointi huomioidaan. (1p)
 - Laske kommutointikulman suuruus. (1p)
 - Laske kommutoinnin vaikutus sillan tuottamaan tasajännitteeseen (2 p).