

# Indholdsfortegnelse

Forord.....	1
1 Kraftelektronik.....	8
1.1 Anvendelser.....	9
1.1.1 Søkabler.....	9
1.1.2 Frekvenskonvertere.....	9
1.1.3 Landstrøm til skibe.....	10
1.1.4 ”DC-skibe”.....	10
1.1.5 Batteriskibe.....	10
1.1.6 PM-vindmøller.....	11
1.1.7 ”Double-fed” vindmøller.....	11
1.1.8 PTO/PTI.....	12
1.1.9 Solceller.....	12
1.1.10 Brændselsceller.....	12
1.1.11 Induktionskomfurer.....	13
1.1.12 Strømforsyninger.....	13
1.1.13 USB stik i biler.....	14
1.1.14 Elbiler.....	14
1.1.15 Solcellelamper.....	15
2 Halvledere.....	16
2.1 Krav til en halvlederkontakt i kraftelektronik.....	17
3 Dioder.....	22
3.1 Dioden i lederretning.....	24
3.2 Dioden i spærretning.....	26
3.3 Enkeltensretter.....	31
3.4 Broensretter (Graetz kobling).....	31
3.5 Trefaset brokobling.....	33
3.6 Friløbsdioder.....	34
4 Den styrede ensretter: thyristoren.....	37
4.1 Virkemåde.....	37
4.2 Lysfølsomme thyristorer.....	39
4.3 Slukning af thyristoren.....	40
4.4 Anvendelse af thyristoren.....	41
5 Zenerdioder.....	45
5.1 Zenerdiode eksempel.....	46
6 Lysdioder (LED Light-Emitting Diodes).....	50

6.1	Et typisk kredsløb med en lysdiode.....	53
7	Solceller.....	55
7.1	Dannelse af elektron-hul par.....	55
7.2	Adskillelsen af elektroner og huller.....	56
7.3	Elektriske modeller.....	58
7.4	Solcellens karakteristikk.....	60
7.4.1	MPPT Maximum Power Point Tracking.....	63
7.5	Forbindelse til det ydre kredsløb.....	65
7.6	Bypass dioder.....	66
7.6.1	Lille eksempel med bypass dioder.....	67
7.7	3 forskellige typer solceller.....	72
7.8	Solindstråling.....	73
7.9	Solcellers virkningsgrad.....	74
8	Transistorer.....	77
9	Den bipolære NPN / PNP transistor.....	80
10	Field Effekt Transistoren (FET).....	83
11	Enhancement (selvspærrende) MOSFET.....	85
12	CMOS.....	88
12.1	NAND gate opbygget af CMOS.....	90
12.2	Fordele ved CMOS.....	92
13	IGBT.....	94
14	ElectroStatic Discharge.....	96
15	Vekselstrømsmotorer.....	97
15.1	Asynkronmotoren.....	97
15.1.1	Reaktiv effekt.....	102
15.2	Synkrone motorer.....	103
15.2.1	VR-motorer (SynRM).....	104
15.2.2	Permanent magnet assisteret synkron reluktansmotor.....	109
15.2.3	PM-motorer.....	112
16	Frekvenskonverterens opbygning.....	115
17	Ensretterkredsløb.....	117
17.1	Diode-ensrettere.....	117
17.1.1	Simpel ensretter.....	118
17.1.2	Simpel ensretter med kondensator.....	118
17.1.3	Brokobling (Graetz).....	120
17.1.4	Et regnecksempel.....	120
17.1.5	Brokobling med DC induktion.....	123
17.1.6	Brokobling med AC serie induktion.....	125
17.1.7	Brokobling med resistans på AC-siden.....	126
17.1.8	Active Power Factor Correction.....	128

17.2	Transistor ensretning.....	132
17.2.1	Bidirektionel ensretter.....	133
17.3	Andre ensretter kredsløb.....	133
17.4	Trefasede ensrettere, stjernekoblet.....	134
17.5	Tre-fasede ensrettere, trekantkoblet.....	139
17.5.1	12- og 18-puls ensrettere.....	141
17.5.2	Start af opladningen af en kondensator.....	142
18	Harmoniske strømme.....	144
18.1	Virkningen af diodeensrettere på et net.....	144
18.2	Harmoniske strømme.....	147
18.3	Stift og blødt net.....	149
18.3.1	Tids- og frekvensdomæne.....	151
18.4	Total Harmonic Distortion THD.....	153
18.5	Effektfaktor og harmoniske strømme.....	155
18.5.1	Lineære belastninger.....	156
18.5.2	Ulineære belastninger.....	157
18.5.3	Sammensatte belastninger.....	159
18.6	Målinger.....	163
18.7	Udfordringer med harmoniske strømme og spændinger.....	165
18.7.1	Store strømme i nullederen.....	165
18.7.2	Tab og dårlig udnyttelse af kabler.....	166
18.7.3	Dårlig udnyttelse af transformatorer.....	166
18.7.4	Dårlig udnyttelse af dieselgeneratorer.....	168
18.7.5	Forvrængning af spændingens sinusform.....	168
18.7.6	Mulige resonansfænomener.....	171
18.8	Acceptable THD'er.....	174
19	Filter.....	176
19.1	Filtre til lave frekvenser.....	178
19.1.1	Serie impedanser.....	178
19.1.2	LCL seriefiltre.....	179
19.1.3	LC Harmoniske bølgefælder.....	179
19.1.4	Aktiv filtrering.....	181
19.2	Mellemfrekvenser.....	181
19.3	Sinusfilter.....	183
19.4	du/dt filter.....	185
19.1	Højfrekvent støj.....	187
20	DC mellemkreds.....	190
20.1	Bremsemodstande.....	190
20.2	Spændingsproblemer.....	191

21	Vekselretter.....	192
21.1	PWM beskrivelse.....	192
21.1.1	Funktionsbeskrivelse.....	192
21.2	Fremstilling af en AC spænding.....	197
21.3	En motor fra den virkelige verden.....	202
21.1	Friløbsdioder.....	204
21.2	HVDC PLUS.....	206
22	Motor/alternativ belastning.....	209
22.1	4 kvadrant styring.....	209
22.2	Frekvens/spændingsstyring.....	210
22.3	Forhold ved lave motorfrekvenser.....	213
22.3.1	I-R kompensering.....	214
22.3.2	Vektorstyring.....	216
23	Forskellige andre motorforhold.....	218
23.1	Motorbeskyttelse.....	218
23.2	Motorkøling mm.....	218
23.3	Akustisk støj.....	219
23.4	Strøm i lejer.....	219
23.5	Lokal fasekompensering.....	223
24	DC til DC omformer.....	224
24.1	Op og afladning af en spole.....	225
24.2	Boost regulator.....	226
24.3	Buck regulator.....	229
24.4	Buck-boost.....	231
24.5	Fly-back.....	232
24.6	Transformatorkobling.....	234
25	Analoge og digitale signaler.....	237
26	Operationsforstærker.....	239
26.1	Tilbagekobling.....	242
26.2	Inverterende forstærker.....	243
26.3	Ikke inverterende forstærker.....	245
27	Litteraturliste.....	246
27.1	Bøger.....	246
27.2	Datablade.....	246
27.3	Hæfter mm.....	247
27.4	Websider.....	248
	Alfabetisk register.....	249