

Interner Bericht
DESY K - 70/1
September 1970

DESY-Bibliothek
9. OKT. 1970

Gleichrichtergeräte für
Experimente-Strahlführungsmagnete

von

Heinz Narcisß

Mein besonderer Dank gilt Frau Thimm für die mit diesem Bericht verbundene mühevollen Kleinarbeit.

Interner Bericht
DESY K - 70/1
September 1970

Gleichrichtergeräte für
Experimente-Strahlführungsmagnete

von

Heinz Narcis

Gleichrichtergeräte für Experimente-Strahlführungsmagnete

Die nachfolgenden Typenblätter enthalten die Nenndaten, die Prinzipschaltbilder und die wichtigsten Angaben über die in den Geräten verwendeten Bauelemente.

Einleitend wird eine Liste der vorhandenen Geräte zusammengestellt (1). Allgemein wird auf für die Bedienung wichtige Fragen eingegangen (2). Die mit den Geräten erreichbare Genauigkeit (3) und der Anteil der möglichen Oberschwingungen (4) wird beschrieben. Teil (5) enthält dann die Typenblätter der einzelnen Geräte in der Reihenfolge der Geräte-liste.

- 1.) Geräteliste: (Die Typenbezeichnung enthält jeweils ein Kurzzeichen für die Lieferfirma und den Nennstrom in A).

Typ	Spannung	Stückzahl	Bemerkungen
1.1 Im Gleichrichterhaus untergebrachte, über den Verteiler umschaltbare Geräte.			
Br 1500	630 V	5	
M 1500	330 V	14	
A 1500	305 V	12	
		31	
E1 1000	220 V	5	
S 1000	210 V	8	
		13	
Au 750	170 V	5	1 Gerät mit Glättung
Br 750	163 V	7	
B 750	153 V	2	
S 750	153 V	5	
S 750U	153 V	5	
		24	

<u>Typ</u>	<u>Spannung</u>	<u>Stückzahl</u>	<u>Bemerkungen</u>
1.2 Nicht über den Verteiler laufende Geräte:			
HEW 1835U	600 V	1	
A 375	83 V	5	
E1 375	83 V	5	
R 375	80 V	6	
		17	Nur für Reinigungsmagnete (keine Regelung, kein Polwender)
1.3 Sondergeräte für bestimmte Anwendungszwecke:			
A 1800	345 V	1	Magnetmeßstand H2
A 750	153 V	1	Magnetmeßstand H2, kein Polwender
Sm1200	130 V	1	Magnetmeßstand H2, in Vorbereitung
F 2100	95 V	1	Magnetmeßstand H2, in Vorbereitung
M 900	80 V	1	Blasenkammerzusatzmagnet, Halle I
B 375	80 V	1	mit Glättung, noch unfertig
1500	70 V	2	für Ejektion oder 2 in Reihe geschaltete Synchrotronmagnete, keine Polwender, in Vorbereitung.

2.) Bedienung:

Die Geräte können jeweils von "vor Ort", von Fernsteuereinschüben in der Schaltwarte oder von Fernsteuerkassetten bei den Experimentatoren aus bedient werden.

Jeder Betriebsort umfaßt eine bestimmte Zahl von Funktionselementen jeweils für:

- 2.1 Bedienung der Steuerung
- 2.2 Anzeige von Schaltzuständen
- 2.3 Anzeige und Quittierung von Störungen
- 2.4 Einstellen von Strömen
- 2.5 Messen von Strömen

An den Fernsteuerkassetten für die Experimentatoren ist zu beachten:

- 2.1 "Leistungsschalter ein" nur möglich, wenn vorher von der Schaltwarte aus die Gerätesteuerspg.- bei den 375 A-Geräten von der Fernsteuerkassette aus - eingeschaltet und das Gerät freigegeben wurde, d.h. wenn Lampe "Freigabe" brennt. Die gelungene Einschaltung wird durch die Lampe "Leistungsschalter ein" angezeigt. Zwischen Schaltbefehl und Anzeige können einige Sekunden vergehen. Erst dann ist das Gerät betriebsbereit. Nach Schichtende "Leistungsschalter aus" - bei den 375 A-Geräten auch "Steuerspannung aus" - und Gerät abmelden.

Polwenderbetätigung nur bei ausgeschaltetem Leistungsschalter möglich. Nach dem Ausschalten des Leistungsschalters muß der Strom abgeklungen sein. Deshalb mindestens 10 s Zeitverzögerung zwischen Leistungsschalter-"aus"-Befehl und Schaltbeginn des Polwenders. Der Polwender schaltet von einer Polarität auf "0" innerhalb von 4 s ohne Anzeige. Danach schaltet er beim nächsten Knopfdruck auf die andere Polarität weiter. Wartezeit ebenfalls bis zu 4 s. Erst wenn die Schalthandlung abgeschlossen ist, leuchtet die entsprechende Lampe auf.

Schaltmaßnahmen sind nur möglich, wenn die Führung beim Experimentator liegt. In Zukunft wird die Führung durch die Schaltwarte (Tel. 389) übergeben. Auf besondere Anforderung kann die in der Schaltwarte vorhandene Übernahmesperre aufgehoben werden. Dann ist wie bisher Übernahme der Führung durch Drucktaster "Übernahme" möglich. Lampe "übernommen" leuchtet, wenn die Führung bei der zugehörigen Kassette liegt.

- 2.2 Über den Verteiler kann als Ersatz bei Störungen ein 1500 A-Gerät an Stelle eines 1000 A-Gerätes eingesetzt werden. Neben den unter 2.1 schon beschriebenen Schaltzuständen zeigt deshalb eine Lampe an, ob ein 1000 A-Gerät angeschlossen ist. Die Umrechnungsfaktoren für die Stromanzeige sind dann anders (siehe 2.5).

Sollte der Regler versagen oder das Gleichrichtergerät an die Grenzen seines Aussteuerbereiches kommen, so leuchtet die Lampe "Regler im Max.-Min." auf. Dasselbe geschieht bei vorübergehenden Abweichungen des Istwerts vom Sollwert, z.B. nach dem Einschalten oder nach Änderungen des Sollwertes. Dauert die Abweichung des Istwerts vom Sollwert länger als 60 s, so wird Sammelstörung (siehe 2.3) angezeigt, ohne daß das Gleichrichtergerät ausgeschaltet wird. Die Funktion der Lampen kann mit einem Drucktaster "Lampenprüfung" kontrolliert werden.

- 2.3 Störungen sind am Gleichrichtergerät, auf den Verbindungswegen bzw. am Verteiler und am Magneten möglich. Bis auf die unter 2.2 beschriebene Reglerstörung führen alle Störungen zum Abschalten des Gerätes. Die Störungen werden durch eine Blinklampe und durch die Hupe angezeigt. Bei Störungen ist die Schaltwarte - Tel. 389 - zu verständigen.

2.4 Der jeweilige Strom wird digital an einem fünfstelligen, 10-stufigen Schalter eingestellt. Ein Kippschalter "Manuel-PDP" ermöglicht die Einstellung wahlweise von Hand an der Kassette oder von der PDP aus. Beim Weiterschalten von einem Sollwert zum nächsten gibt es Überschwinger, die in der Nähe des Nennstromes zum Ansprechen der Schutz-einrichtungen führen können. Man sollte deshalb folgende Regeln beachten:

Sollwert auf "0" vor "Leistungsschalter ein"

Sollwertsprünge nicht größer als 100 A, in der Nähe des Nennstromes nicht größer als 10 A.

Sollwert auf "0" vor "Leistungsschalter aus".

2.5 An die Meßbuchsen dürfen nur Meßgeräte mit einem Innenwiderstand von mehr als 1 MOhm angeschlossen werden. Als Istwertgeber wird in den meisten Fällen ein einseitig auf der Minusseite geerdeter Shunt benutzt. Die verwendeten Meßgeräte müssen deshalb zum Vermeiden von Erdschleifen erdfrei sein. Darauf ist besonders beim Anschluß von Rechenmaschinen zu achten. Geräte mit Eingangsfiler haben sich als zweckmäßig erwiesen. Die Meßwerte sind:

<u>Gerätenennstrom</u>	entspricht	<u>Meßspannung</u>
1500 A		990,0 mV
1000 A		1000,0 mV
750 A		1125 mV
375 A		1125 mV

Bei Abweichungen des gemessenen Istwertes vom eingestellten Sollwert von mehr als $5 \cdot 10^{-4}$ muß mit einem Fehler in der Elektronik gerechnet werden. Dann sollte K verständigt werden (siehe auch 3.1)

Eine zusätzliche DVM-Kassette gestattet das Umschalten eines zentralen digitalen Voltmeters auf bis zu 24 Fernsteuerkassetten. Diese Kassette enthält gleichzeitig eine Sammelstörung für alle angeschlossenen Kassetten mit Tonsignal und Löschrucktaster "Hupe aus". Der Netzschalter für diese Kassette sollte nach Schichtende abgeschaltet werden, damit bei Schrankprüfungen die Hupe nicht unnötig blökt.

3.) Genauigkeit

Die absolute Genauigkeit, mit der ein bestimmter Strom eingestellt werden kann, hängt wie die relative Genauigkeit (Konstanz) und die Linearität weitgehend ab von den Eigenschaften

3.1 des Istwertgebers

3.2 des Sollwertgebers

3.3 des Verstärkers und der Beschaltungselemente für den Soll-Istwert-Vergleich.

3.1 Als Istwertgeber werden entweder Shunte oder Gleichstromwandler benutzt. Bei beiden Geräten kann der tatsächliche Istwert nicht absolut genau gemessen werden. Bei den Shunten würde ein Abgleich des Widerstandes auf einen Wert, der weniger als $\pm 0,03\%$ vom Nennwert abweicht, einen unverhältnismäßig hohen Meßaufwand erfordern. Ausserdem beeinflussen Materialzusammensetzung, Alterung und mechanische Beanspruchungen bei sonst gleichbleibenden Kühlungs- und Belastungsverhältnissen den genauen Wert. Bei den Gleichstromwandlern ist hauptsächlich der durch den Magnetisierungsstrom erzeugte Spannungsfall zu kompensieren, was nie ganz gelingt. Da mit einem eingepprägten Strom gearbeitet wird, führt eine Alterung der Brückenwiderstände ebenfalls zu einer Änderung des Meßwertes. Da durch den Regler nur der Spannungsfall am Shunt bzw. die Bürdenspannung beim Gleichstromwandler konstant gehalten wird, macht sich eine Änderung nicht nach außen bemerkbar. Fehler können nur durch Vergleichsmessungen gefunden werden. Die absolute Genauigkeit der Istwertgeber wird daher in regelmäßigen Zeitabständen kontrolliert und ist meistens besser als $1 \cdot 10^{-4}$.

Die relative Genauigkeit der Istwertgeber (Lang- u. Kurzzeitkonstanz) hängt hauptsächlich von der Temperatur, bei den Gleichstromwandlern auch von der Versorgungs-Hilfsspannung ab. Temperatureinflüsse bei den Shunten sind möglich durch: Schwankungen der Wasservorlauf- oder Lufttemperatur, Versagen des Rührwerkes, Wahl des falschen Öls für die Kühlung, Änderungen der Belastung und damit der im Manganin erzeugten Verlustwärme. Für die relative Genauigkeit der Gleichstromwandler ist in erster Linie maßgebend: die Temperatur des Bürdenwiderstandes und damit indirekt evtl. die in der Primärschiene entwickelte, vom Laststrom abhängige, Verlustwärme, möglicherweise von der Temperatur abhängige Änderungen des Eisenkerns sowie die bereits erwähnte Netzspannungsabhängigkeit. Für die Shunte wird als Widerstandmaterial vorgealtertes Manganin gewählt, dessen TK im in Frage kommenden Temperaturbereich

etwa $\pm 1 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ beträgt, der Bürdenwiderstand der Gleichstromwandler hat einen TK von $\pm 1 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, die Netzspannungsabhängigkeit ist $< 10 \mu\text{V}/\text{V}$, so daß vom Istwertgeber her eine relative Genauigkeit von besser als $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ ohne zusätzliche Maßnahmen möglich ist. Für sehr genaue Anwendungen könnte man z.B. die Shunte mit einer Ausgleichsheizung versehen, die für eine gleichbleibende Verlustleistung sorgt, oder die Bürdenwiderstände der Gleichstromwandler in einen Ofen setzen.

3.2 Der Sollwertgeber ist ein DA-Wandler, dessen absolute und relative Genauigkeit durch die Eigenschaften der Referenzspannung, der Bewertungswiderstände, des Summierverstärkers und des Gegenkopplungswiderstandes bestimmt wird. Die Widerstände werden mit einer Toleranz von $\pm 0,01\%$ bestellt und haben einen TK $< \pm 2 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Die verwendeten Zenerdioden haben einen TK $< 1 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ und die Verstärker eine Temperaturabhängigkeit des hier hauptsächlich in Frage kommenden Spannungsoffsets von $< 20 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$. Außerdem gehen Kontaktthermospannungen sowie Kontakt- und Relaiswiderstände in die Genauigkeit ein. Die Netzspannungsabhängigkeit der Verstärker ist im allgemeinen so gering, daß sie gegenüber den Temperatureinflüssen vernachlässigt werden kann.

Mit den vorhandenen Sollwertgebern läßt sich ein gemessener TK für das ganze Gerät von $< 2 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ erzielen.

Mit Hilfe von besseren Bauelementen lassen sich TKen von $0,5 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ für das ganze Gerät ohne die Verwendung von Öfen erreichen.

Die Linearität wird durch die absolute Genauigkeit der Bewertungswiderstände, die dazu in Reihe liegenden Kontaktwiderstände der Relais und durch die Verstärkerdaten festgelegt.

Wie schon erwähnt, werden die Bewertungswiderstände mit einer Toleranz von $0,01\%$ bestellt. Die durch die Relais-Kontaktwiderstände möglichen Fehler sind im ungünstigsten Fall $< 0,6 \cdot 10^{-5}$.

Wegen der winzigen Ströme wirken die Relaiskontakte bei den letzten Stellen nicht mehr einwandfrei als Schalter. Die Schaltunsicherheit beträgt etwa eine halbe Stelle, so daß die Linearität hauptsächlich durch die Widerstandsstufung gegeben ist. Der Linearitätsfehler des Verstärkers wird durch die Leerlaufverstärkung, das Verhältnis des Gegenkopplungswiderstandes zum Eingangswiderstand R_2/R_1 und des Gegenkopplungswiderstandes zur Eingangsimpedanz R_2/Z_D bestimmt. Die Leerlaufverstärkung muß mind. 100 000 sein, wenn der Fehler $2 \cdot 10^{-5}$ nicht überschreiten soll.

3.3 Für den Soll-Istwert-Vergleichsverstärker und seine Eingangsbeschaltung gelten dieselben Gesichtspunkte wie für den Sollwertgeber. Nur entfällt hier die Referenzspannung als Fehlerquelle, so daß ein TK von $1 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ bzw. $0,25 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ erreichbar ist.

Zusammenfassend kann daher mit folgenden Anhaltswerten gerechnet werden; alle Werte auf den Nennwert bezogen:

Abweichungen des Istwertes vom eingestellten Wert (absolute Genauigkeit)	$< \pm 3 \cdot 10^{-4}$
Temperaturabhängigkeit (bestimmt fast ausschl. die relative Genauigkeit)	$< 3 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$
Linearität (je nach Gerätetyp etwas verschieden)	ca. $1 \cdot 10^{-4}$
Aufheizzeit nach Einschalten des Geräteleistungsschalters	ca. 30 Minuten

4.) Oberschwingungen

Die Ausgangsspannung von Gleichrichtern, besonders von solchen, die mit Phasenanschnitt arbeiten, enthält Wechselspannungsanteile. Wenn man von den durch die steilen Anschnittsflanken erzeugten, leistungsschwachen Störfrequenzen im Bereich von etwa 5 kHz bis 100 kHz absieht, dann hängen Amplitude und Frequenz dieser Oberschwingungen im wesentlichen ab von

- 5.1 der Schaltung bzw. der Pulszahl p
- 5.2 dem Steuerwinkel
- 5.3 den Netz- bzw. Transformatorimpedanzen
- 5.4 dem Laststrom.

Darüber hinaus werden Wechselspannungsanteile kleiner Amplituden und mit der Frequenz der Grundschwingung (50 Hz) oder von Vielfachen davon wie 100 Hz, 150 Hz oder (bei den 12-pulsigen Geräten) 300 Hz erzeugt durch Unsymmetrien

- 5.5 des Netzes oder des Transformators
- 5.6 des Gittersteuersatzes
- 5.7 die der Ausgleichsregler verursacht bzw. zuläßt.

Durch die Schaltung und den Steuerwinkel verursachte Oberschwingungen haben wesentlich größere Amplituden. Dafür entspricht ihre kleinste Frequenz immer dem durch die Pulszahl gegebenen Vielfachen der Grundfrequenz (50 Hz). Höhere Frequenzen sind mit entsprechend kleineren Amplituden enthalten. Allgemein gilt für die Welligkeit $w = \sum U_{ri\alpha}^2 / U_{di}$ wobei für $U_{ri\alpha}$ der Effektivwert der jeweiligen Oberschwingung beim Steuerwinkel α , für U_{di} der arithmetische Mittelwert der Gleichspannung für $I_d = 0$, $\alpha = 0$ einzusetzen ist. Der Einfluß der Kommutierung (5.3 und 5.4) ist dabei nicht berücksichtigt. Für bei DESY vorliegende Anwendungsfälle interessiert dagegen meistens der maximal mögliche Scheitelwert aller phasenrichtig addierten Einzelspannungsscheitelwerte, bezogen auf den arithmetischen Mittelwert der gerade eingestellten Gleichspannung. Diese Werte hängen von zu vielen Komponenten ab, so daß sie nicht in die Typenblätter aufgenommen werden können.

Die aus der Sprungfunktion ermittelbaren elektrischen Zeitkonstanten $T_o = L_o / R_o$ der bei DESY verwendeten Magnete sind so groß, daß der Anteil der Oberschwingungen im Gleichstrom gegenüber dem in der Spannung beträchtlich verringert wird. Es ist aber zu beachten, daß schon bei 50 Hz das Ersatzschaltbild des Magneten durch die Wechselstrominduktivität $L(\omega)$ und den Wechselstromwiderstand $R(\omega)$ parallel dazu ergänzt werden muß. Die Zeitkonstante wird dadurch für höhere Frequenzen kleiner.

Für den Experimentator interessant ist jedoch der Anteil der Oberschwingungen im Feld, der proportional U_{rn}/f ist und durch die Vakuumkammer weiter herabgesetzt wird. Vakuumkammermaterial und -Wandstärke spielen dabei eine wesentliche Rolle. In der nachstehenden Tabelle wird kurz auf den im Feld zu erwartenden Anteil an Oberschwingungen $B_{rn}/B =$ im Verhältnis zum Anteil der entsprechenden Spannungsüberschwingung in der Gleichspannung $U_{rn}/U_{di\alpha}$ eingegangen.

Die Angaben beruhen auf Messungen an DESY-Magneten des Typs QB und MB. Bei beiden Magneten wurde innerhalb der Vakuumkammer, bei QB am Kammerrand, bei MB in der Kammermitte, gemessen. Aus den angegebenen Werten und dem für einen bestimmten Anwendungsfall zulässigen Oberschwingungsanteil im Feld kann auf die zulässigen Spannungsüberschwingungen zurückgerechnet und das Ergebnis am Gerät nachgeprüft werden.

	$\frac{B_{\sqrt{\sim} \text{eff}}/B}{U_{\sqrt{\sim} \text{eff}}/U} = \text{ar} \cdot 10^4$	
Magnettyp	QB	MB
Zeitkonstante $T_0 = L/R_0$	$T_0 = 0,22 \text{ s}$	$T_0 = 0,56 \text{ s}$
Vakuumkammerdaten	ca. 8 mm Alu	ca. 15 mm Alu
50 Hz	40	9
100 Hz	15	3
300 Hz	1,5	0,3
600 Hz	0,5	0,05
900 Hz	0,1	—

5.) Typenblätter

1.) <u>Gerätetyp:</u> Br 1500	Stückzahl: 5				
2.) <u>Nenndaten:</u>	Stellbereich der Gleichspannung :	"hoch"		"tief"	
2.1 Gleichstrom	$I_{dN ar}$	=	1500	A	1500 A
2.2 Lastwiderstand einschl.) <u>möglich</u> Kabelwiderstand bei I_{dN}) <u>zulässig</u>	$R_{max 75^{\circ}C}$	\leq	420	mOhm	153 mOhm
	$R_{min 20^{\circ}C}$	\leq	80	mOhm	40 mOhm
2.3 Gleichspannung	$U_{dN ar}$	=	630	V	230 V
2.4 Gleichrichter-Zweigstrom bei I_{dN}	$I_{zwN ar}$	=	500	A	500 A
	I_{zwNeff}	=	870	A	870 A
2.5 Gleichrichter-Strangstrom bei I_{dN}	I_{lNeff}	=	1230	A	1230 A
2.6 Netzseitige Anschlußleiterspannung	U_{LNeff}	=	10000	V	10000 V
2.7 Ideelle Leerlaufgleichsp. bei $U_{LN}, I_d = 0, \alpha = 0$	$U_{di ar}$	=	428 + 247	V	247 V
2.8 Netzseitiger Leiterstrom bei U_{LN}, I_{dN}, U_{dN}	I_{LNeff}	=	39,4 + 22,6	A	22,6 A

3.) Schaltung:

Voll gesteuerte Drehstrombrücke (erdnah) in Reihe mit ungesteuerter Drehstrombrücke → Stellbereich "hoch". Nullanode über die in Reihe geschalteten Teilbrücken. Die gesteuerte Brücke kann auch für sich allein betrieben werden → Stellbereich "tief". Stellglied: Thyristoren.

4.) <u>Ungefährer Stellbereich.</u> Stellbereich der Gleichspannung :	"hoch"	"tief"
(Grenzen wegen Überlappung vom Strom abhängig)	210 V bis 630 V	2 V bis 220 V

5.) Transformatordaten:

5.1 Primäre Leiterspannung	$U_{L1} =$	10 000 V \pm 3%	
5.2 Sekundäre Leiterspannung	$U_{11} =$	320 V	$U_{12} =$ 184 V
5.3 Sek.zul.Strom bei Selbstkühlung	$I_{11S} =$	1240 A _{eff}	$I_{12S} =$ 1240 A _{eff}
5.4 Sek.zul.Strom bei Fremdkühlung	$I_{11F} =$	1240 A _{eff}	$I_{12F} =$ 1240 A _{eff}
5.5 Kurzschlußspannung	$u_{k1} =$	6,1 %	$u_{k2} =$ 6,0 %
5.6 Isolationsklasse u. Kühlung		Öl/F (Kühler Öl/Luft 35°C)	
5.7 Schaltgruppe		Y/d5d5	

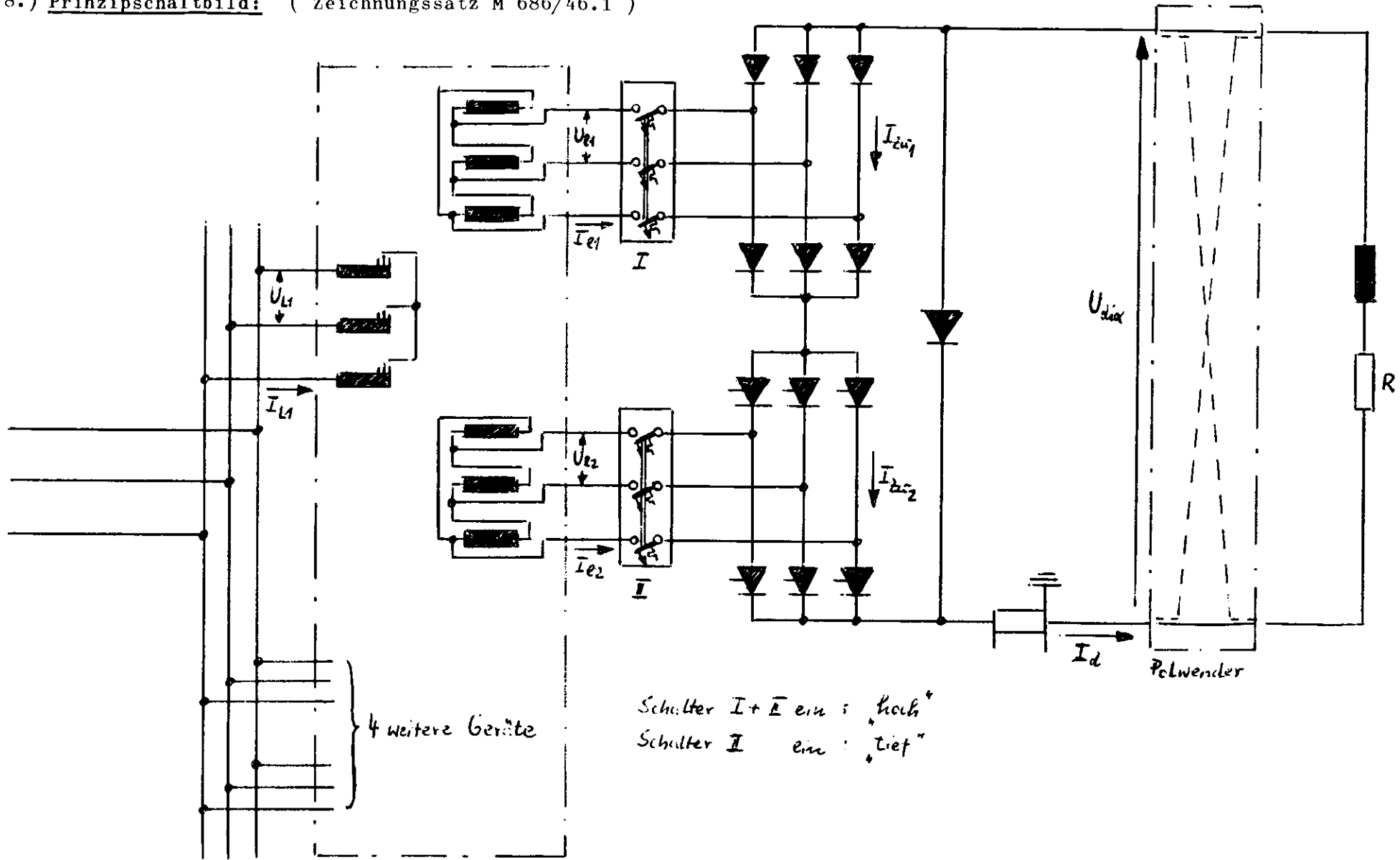
6.) Drosseln und Zusatztransformatoren

6.1 Saugdrossel, Typ und Daten :	—
6.2 Zusatztransformatoren :	—

7.) Steuerkennlinie Stellbereich der Gleichspannung: "hoch"

		"hoch"	"tief"
7.1 Ideelle Leerlaufgleichspannung	$U_{di2} =$	$3/\pi \cdot \sqrt{2} \cdot U_{e2}$	$U_{di1} = 3/\pi \cdot \sqrt{2} \cdot U_{e1}$
7.2 Lückgrenze	$\alpha_{lh} =$	—	$\alpha_{lt} = \pi/3$
7.3 $0 < \alpha < \pi/3$	$U_{di\alpha h} =$	—	$U_{di\alpha t} = U_{di1} \cdot \cos \alpha$
7.4 $\pi/3 < \alpha < 2\pi/3$	$U_{di\alpha h} =$	—	$U_{di\alpha t} = U_{di1} \cdot [1 + \cos(\alpha + \pi/3)]$
7.5 $0 < \alpha < 5\pi/6$	$U_{di\alpha h} =$	$U_{di2} [1 + U_{di1}/U_{di2} \cdot \cos \alpha]$	$U_{di\alpha t} =$ —
7.6 Pulszahl	$p =$	6	$p = 6$
7.7 Hauptfrequenz der in der Gleichsp. enthaltenen Oberschwingungen	$f_{\nu} =$	300 Hz	$f = 300$ Hz

8.) Prinzipschaltbild: (Zeichnungssatz M 686/46.1)



9.) Gleichrichterdaten

	Parallel je Zweig	\hat{U} schaltg. [V]	\hat{U} zul. [V]	I_n je Bauteil	I_{zul} je Bauteil bei		\hat{I}_{zul} bei ca. 120°C [A]	$((i^2 dt)_{zul.} [A^2 S])$ Dioden u. Thyristo- ren bei ca. 125°C, Sicherungen bei ca. 25°C und $\hat{U}_{zul.}$
					Selbstkühl.	Fremdkühl.		
9.1 Dioden Westinghouse S12 EN 300	3	441	1200	167 A _{ar}	—	280 A _{ar}	2000	240 000
9.2 Diodensicherungen Siemens R1243-3/350 Siemens 3 NC2-431 SIBA, Ultrarapid 400 A	3	441	500	290 A _{eff}	350 A _{eff}	—	—	160 000
					350 A _{eff}	—	—	160 000
					400 A _{eff}	—	—	180 000
9.3 Thyristoren Westinghouse 71T8 gh 00	3	254	800	167 A _{ar}	—	230 A _{ar}	3800	106 000
9.4 Thyristorsicherungen Siemens R1243-3/350 Siemens 3NC2 -431 SIBA, Ultrarapid 400 A	3	254	500	290 A _{eff}	350 A _{eff}	—	—	160 000
					350 A _{eff}	—	—	160 000
					400 A _{eff}	—	—	180 000
9.5 Nullanoden Westinghouse S12 EN 300	3	695	1200	—	—	280 A _{ar}	2000	240 000

10.) Elektronik

10.1 Gittersteuersatz

Typ und Schiebereich : DESY 180⁰/2, 180⁰ elt.
Schwenkmöglichkeit über : Netztransformator (120⁰), Potentiometer ($\pm 15^0$) und Filterkondensatoren.
Pulsdaten am Übertragerausgang : Doppelpulse: 200 μ s; 8 V; ca. 1,5 A; ca. 0,2 A/ μ s
Gittervorwiderstand : 1 Ohm
Gitterübertrager, Typ u. Daten : VAC ZKB 416/07 PF; 24/8 V; 1250 μ Vs
Gitterübertrager, Ersatztype : VAC ZKB 416/115-01 PF; 24/8 V; 2000 μ Vs

10.2 Istwertgeber-Typ

Daten : Shunt (Otto Wolff) NF 310 5a 106 b
: 0,66 mOhm abs. $\pm 0,03\%$; 1500 A $\hat{=}$ 990,0 mV

10.3 Sollwertgeber-Typ

Daten : DA-Wandler (DESY)
: 1500,0 A $\hat{=}$ 9,900 V

10.4 Regler

: Stromregler [PI] mit Umkehrverstärker [P] (DESY)

10.5 Sonstige Netzgeräte

: _____

11.) Hilfsspannungen

- 11.1 3 x 380 V, 50 Hz + Mp + E (Phasenlage und Drehfeld beachten!)
11.2 60 V GS
11.3 —

12.) Schaltgeräte

- 12.1 Gleichrichterschalter : Leistungsschalter von Statter; HAS 4T 1600 in Einfahrtechnik
mit Überstrom- und Schnellauslösern; 1600 A; 415 V
- 12.2 Höchster zulässiger Sicherungsnennstrom : —
- 12.3 Polwender (Leerschalter) : Zwei mechanisch verclinkbare Schütze von HOMA; G 5002v o.L.
1600 A; 500 V
- 12.4 Sonstige wichtige Schaltgeräte : —

13.) Abmessungen und Gewicht

Breite	2250	mm
Tiefe	1100	mm
Höhe	2100	mm
Gewicht	2,24	t

14.) Kühlung

- 14.1 Halbleiter : Deionisiertes Wasser; \checkmark Vorlauf $< 20^{\circ}\text{C}$; \checkmark Rücklauf $< 35^{\circ}\text{C}$;
 $P < 4 \text{ atü}$; $V > 0,8 \text{ m}^3/\text{h}$
- 14.2 Sicherungen : Luft: $\checkmark < 35^{\circ}\text{C}$
- 14.3 Shunt : Öl/Brunnenwasser, \checkmark Rücklauf $\text{H}_2\text{O} < 18^{\circ}\text{C}$; $P < 4 \text{ atü}$
- 14.4 Wärmetauscher: —

1.) <u>Gerätetyp:</u>	M 1500	Stückzahl:	14		
2.) <u>Nenndaten:</u>					
2.1 Gleichstrom		$I_{dN \text{ ar}}$	=	1500 A	
2.2 Lastwiderstand einschl.) <u>möglich</u>	Kabelwiderstand bei I_{dN}) <u>zulässig</u>	$R_{\max 75^{\circ}\text{C}}$	\leq	220 mOhm	
		$R_{\min 20^{\circ}\text{C}}$	\geq	40 mOhm	
2.3 Gleichspannung		$U_{dN \text{ ar}}$	=	330 V	
2.4 Gleichrichter-Zweigstrom bei I_{dN}	in jeder Teilbrücke	}	$I_{zwN \text{ ar}}$	=	250 A
			I_{zwNeff}	=	435 A
2.5 Gleichrichter-Strangstrom bei I_{dN}		I_{lNeff}	=	615 A	
2.6 Netzseitige Anschlußleiterspannung		U_{lNeff}	=	10 000 V	
2.7 Ideelle Leerlaufgleichsp. bei $U_{LN}, I_d = 0, \alpha = 0$		$U_{di \text{ ar}}$	=	356 V	
2.8 Netzseitiger Leiterstrom bei U_{LN}, I_{dN}, U_{dN}		I_{lNeff}	=	33 A	
3.) <u>Schaltung:</u>	Zwei, über Saugdrossel parallel geschaltete, um 30° elt. versetzte, voll gesteuerte Drehstrombrücken mit Nullanoden. Stellglied: Thyristoren.				
4.) <u>Ungefährer Stellbereich</u>			33 bis 330	V	
	(Grenzen wegen Überlappung vom Strom abhängig)				

5.) Transformatordaten:

5.1 Primäre Leiterspannung	$U_{L1} = 10\ 000\ \text{V} \pm 5\%$
5.2 Sekundäre Leiterspannung	$U_{11} = 265\ \text{V}$
5.3 Sek.zul.Strom bei Selbstkühlung	$I_{11S} = 622\ \text{A}_{\text{eff}}$
5.4 Sek.zul.Strom bei Fremdkühlung	$I_{11F} = 622\ \text{A}_{\text{eff}}$
5.5 Kurzschlußspannung	$u_{k1} = 5\%$
5.6 Isolationsklasse u. Kühlung	Öl/S
5.7 Schaltgruppe	Y/d5y6

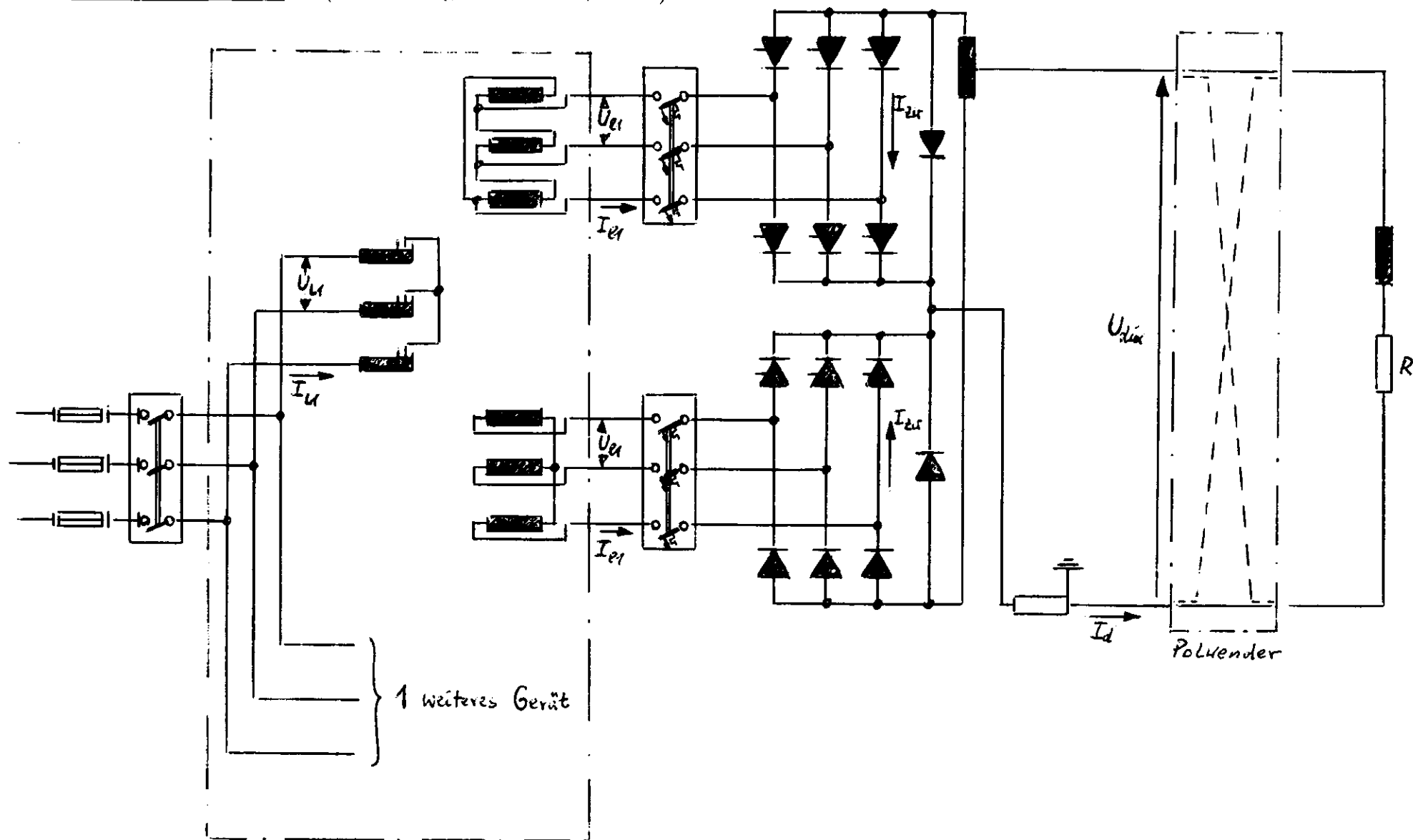
6.) Drosseln und Zusatztransformatoren

6.1 Saugdrossel, Typ und Daten	: 85 kVA bei 50 Hz, Trockenisolierung, Selbstkühlung, $\vartheta < 35^\circ\text{C}$
6.2 Zusatztransformatoren	: —

7.) Steuerkennlinie

7.1 Ideelle Leerlaufgleichspannung	$U_{di} = \frac{3}{\pi} \cdot \sqrt{2} \cdot U_{R1} \cdot 4 \cdot \cos(5\pi/12)$
7.2 Lückgrenze	$\alpha_L = 5\pi/12$
7.3	$U_{di\alpha} = U_{di} \cdot \cos\alpha$
7.4	$U_{di\alpha} = U_{di} \left[1 + \cos(\alpha + 5\pi/12) \right] \cdot \frac{1}{2 \cos(5\pi/12)}$
7.5	$U_{di\alpha} = \frac{\quad}{\quad}$
7.6 Pulszahl	$p = 12$
7.7 Hauptfrequenz der in der Gleichsp. enthaltenen Oberschwingungen	$f_{\nu} = 600\ \text{Hz}$

8.) Prinzipschaltbild: (Zeichnungssatz M 686/60.1)



9.) Gleichrichterdaten

	Parallel je Zweig	\hat{U} schaltg. [V]	\hat{U} zul. [V]	I_n je Bauteil	$I_{zul.}$ je Bauteil bei Selbstkühl. Fremdkühl.		$\hat{I}_{zul.}$ bei ca. 120°C [A]	$((i^2 dt)_{zul.} [A^2s]$ Dioden u. Thyristo- ren bei ca. 125°C, Sicherungen bei ca. 25°C und $\hat{U}_{zul.}$
9.1 Dioden								
9.2 Diodensicherungen								
9.3 Thyristoren AEG T 170 N 800 EOA *	2	374	800	125A _{ar}	—	160A _{ar}	3500	30 000
9.4 Thyristorsicherungen Siemens 3 NC 2 428	2	374	500	218A _{eff}	300A _{eff}	300A _{eff}	—	85 000
9.5 Nullanoden AEG Si 91 K	1	374	900	—	100A _{ar}	220A _{ar}	4700	110 000

* Eingeengte Toleranzen für die Durchlaßspannung: 1420 mV bis 1500 mV bei $\hat{I} = 500$ A

10.) Elektronik

Geräte Nr.: 1 - 10

11 - 14

10.1 Gittersteuersatz

Typ und Schiebereich : DESY 180⁰/2; 180⁰ elt.
 Schwenkmöglichkeit über : Netztransformator (120⁰), Potentiometer ($\pm 15^0$) und Filterkondensatoren
 Pulsdaten am Übertragerausgang : Doppelpulse: 200 μ s; 8 V; ca. 0,2 A; ca. 1 A/ μ s 12 V; ca. 1A; ca. 0,2A/ μ s
 Gittervorwiderstand : 1 Ohm 5 Ohm.
 Gitterübertrager, Typ u. Daten : VAC ZKB 416 /o7-PF; 24/8V; 1250 μ VS /113-01 PF; 24/12V; 2000 μ V
 Gitterübertrager, Ersatztype : VAC ZKB 416 /115-01 PF; 24/8V; 2000 μ VS

10.2 Istwertgeber-Typ

Daten : Shunt (Otto Wolff) NF 3105a106b Gleichstromwandler (Foeldi)
 0,66 mOhm abs. $\pm 0,03\%$; CT 1500/9,9
 1500 A $\hat{=}$ 990,0 mV 1500 A $\hat{=}$ 9,900 V

10.3 Sollwertgeber-Typ

Daten : DA-Wandler (DESY)
 : 1500,0 A $\hat{=}$ 9,900 V

10.4 Regler

: Stromregler [PI] mit Umkehrverstärker [P] und Ausgleichsregler (DESY)

10.5 Sonstige Netzgeräte

: —

11.) Hilfsspannungen

- 11.1 3 x 380 V; 50 Hz + Mp + E (Phasenlage und Drehfeld beachten!)
11.2 60 V GS
11.3 —

12.) Schaltgeräte

- 12.1 Gleichrichterschalter : Leistungsschalter von Voigt und Haeffner; CLS 630/800 in Einfahrtechnik mit Überstrom- und Schnellauslösung; 630 A; 500 V
12.2 Höchster zulässiger Sicherungsnennstrom : —
12.3 Polwender (Leerschalter) : Zwei mechanisch verlinkbare Schütze von HOMA G 5002 v o.L.; 1600 A; 500 V
12.4 Sonstige wichtige Schaltgeräte : —

13.) Abmessungen und Gewicht

Breite	1660	mm
Tiefe	1060	mm
Höhe	2330	mm
Gewicht	1,7	t

14.) Kühlung

- 14.1 Halbleiter : Deionisiertes Wasser; $\vartheta_{\text{Vorlauf}} < 20^{\circ}\text{C}$; $\vartheta_{\text{Rücklauf}} < 35^{\circ}\text{C}$
 $p < 4 \text{ atü}$; $v > 0,4 \text{ m}^3/\text{h}$
14.2 Sicherungen : Luft, $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$
14.3 Shunt : Öl/Brunnenwasser, $\vartheta_{\text{Rücklauf H}_2\text{O}} < 18^{\circ}\text{C}$; $p < 4 \text{ atü}$
14.4 Wärmetauscher : —
14.5 Saugdrossel : Luft, $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$

1.) <u>Gerätetyp:</u>	A 1500	Stückzahl:	12		
2.) <u>Nenn Daten:</u>	Stellbereich der Gleichspannung:		"hoch"		"tief" *
2.1 Gleichstrom		$I_{dN ar}$	= 1500	A	250 A
2.2 Lastwiderstand einschl.)	} <u>möglich</u> } <u>zulässig</u>	$R_{max 75^{\circ}C}$	\leq 199	m0hm	199 m0hm
Kabelwiderstand bei I_{dN}		$R_{min 20^{\circ}C}$	\leq 20	m0hm	160 ** m0hm
2.3 Gleichspannung		$U_{dN ar}$	= 305	V	42 V
2.4 Gleichrichter-Zweigstrom bei I_{dN}		$I_{zwN ar}$	= 500	A	83 A
		I_{zwNeff}	= 870	A	145 A
2.5 Gleichrichter-Strangstrom bei I_{dN}		I_{lNeff}	= 1230	A	204 A
2.6 Netzseitige Anschlußleiterspannung		U_{LNeff}	= 10 000	V	
2.7 Ideelle Leerlaufgleichsp. bei U_{LN} , $I_d = 0, \alpha = 0$		$U_{di ar}$	= 372	V	
2.8 Netzseitiger Leiterstrom bei U_{LN} , I_{dN} , U_{dN}		I_{LNeff}	= 34	A	

3.) Schaltung:

Durchflutungsgesteuerter, spannungssteuernder Transduktor mit Gleichstromausgang in Drehstrombrückenschaltung. Der Transduktor ist für einen Stellbereich von 8% der Nennspannung ausgelegt. Die langsame Spannungsverstellung im übrigen Bereich erfolgt durch Amplitudenänderung mit Hilfe eines Drehtransformators. Nullanoden sind vorhanden.

4.) <u>Ungefährer Stellbereich</u> .	Stellbereich der Gleichspannung:	"hoch"		"tief" *
(Grenzen wegen Überlappung vom Strom abhängig)		42 V bis 305 V		3 V bis 43 V
	davon schnell	ca. 25 V		ca. 18 V

* Nur bei den Geräten Nr. 7; 8; 10; 11; 12

** Für $R < 160 \text{ m0hm}$ gilt: $U_{dNzul} < \frac{R [\text{m0hm}]}{162 \text{ m0hm}} \cdot 42 \text{ V}$

5.) <u>Transformatordaten:</u>	m1	m2	m3 *
5.1 Primäre Leiterspannung	$U_{L1} = 10\ 000\ V \pm 3\%$	$U_{L2} = 163\ V$	$U_{L3} = 153\ V$
5.2 Sekundäre Leiterspannung	$U_{11} = 163\ V$	$U_{12} = 112\ V$	$U_{13} = 51\ V$
5.3 Sek.zul.Strom bei Selbstkühlung	$I_{11S} = 2060\ A$	$I_{12S} = 2140\ A$	$I_{13S} = 210\ A$
5.4 Sek.zul.Strom bei Fremdkühlung	$I_{11F} = 2060\ A$	$I_{12F} = 2140\ A$	$I_{13F} = 210\ A$
5.5 Kurzschlußspannung	$u_{k1} = 6,4\%$	$u_{k2} = \text{---}$	$u_{k3} = \text{---}$
5.6 Isolationsklasse u. Kühlung	Ö1/S	Ö1/S	A/S
5.7 Schaltgruppe	Y/yo	Yo	Yo

6.) Transduktoren

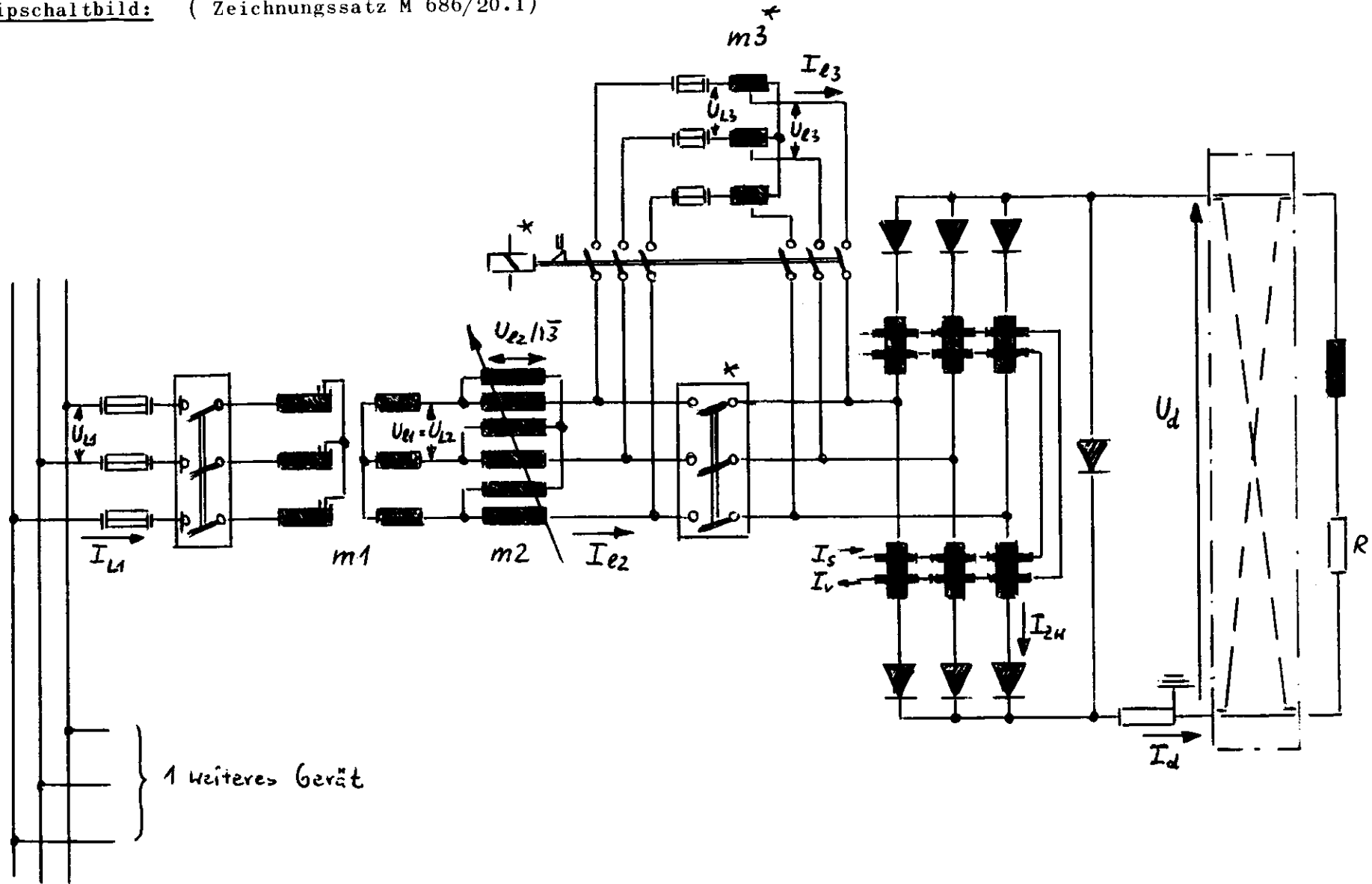
- 6.1 Firma u. Typ : AEG; Vdk 10, keine technischen Angaben vorhanden.
- 6.2 Konstanter Vorstrom : $I_v = 1,25\ A$
- 6.3 Steuerstrom : $I_{s1} = 1\ A$ (Steuerstrom, der benötigt wird, um den Transduktor über den linearen Teil seiner Kennlinie auszusteuern).

7.) Steuerkennlinie

- 7.1 Ideelle Leerlaufgleichspannung $U_{di} = \frac{3}{\pi} \cdot \sqrt{2} (U_{L2} + U_{E2})$
- 7.2 Phasenwinkel der Zusatzspannung $\alpha = \angle (U_{L2}; U_{E2})$ Die Winkeländerung ist proportional der Verstellzeit (53 s)
- 7.3 Ausgangsspannung des Drehtransform. $U_{dio\alpha} = \frac{3}{\pi} \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{U_{L2}^2 + U_{E2}^2 - 2U_{L2}U_{E2}\cos(\pi - \alpha)}$
- 7.4 Transduktorspannung $U_{Trd} \approx 0,08 \cdot U_{di} (I_s / I_{se} - 1)$
- 7.5 Gesamtspannung $U_d = \frac{U_{dio\alpha} + U_{Trd}}{6}$
- 7.6 Pulszahl $p = 6$
- 7.7 Hauptfrequenz der in der Gleichsp. enthaltenen Oberschwingungen $f_p = 300\ Hz$

* Nur bei den Geräten Nr. 7; 8; 10; 11; 12

8.) Prinzipschaltbild: (Zeichnungssatz M 686/20.1)



* Nur bei den Geräten Nr. 7, 8, 10, 11, 12

9.) Gleichrichterdaten

Parallel je Zweig	\hat{U} schaltg. [V]	\hat{U} zul. [V]	I_n je Bauteil	$I_{zul.}$ je Bauteil bei Selbstkühl. Fremdkühl.		$\hat{I}_{zul.}$ bei ca. 120°C	$((t^4 \cdot dt)_{zul.} [\bar{A}^2 S])$ Dioden u. Thyristo- ren bei ca. 125°C, Sicherungen bei ca. 25°C und $\hat{U}_{zul.}$
9.1 Dioden AEG Si 91 K	4	383	125 A _{ar}	100 A _{ar}	220 A _{ar}	4700	110 000
9.2 Diodensicherungen AEG NG 300	4	383	218 A _{eff}	300 A _{eff}	300 A _{eff}	—	80 000
9.3 Thyristoren							
9.4 Thyristorsicherungen							
9.5 Nullanoden AEG Si 91 K	4	383	125 A _{ar}	100 A _{ar}	220 A _{ar}	4700	110 000

10.) Elektronik

- 10.1 Gittersteuersatz :
Typ und Schiebereich :
Schwenkmöglichkeit über :
Pulsdaten am Übertragerausgang : _____
Gittervorwiderstand :
Gitterübertrager, Typ u. Daten :
Gitterübertrager, Ersatztype :
- 10.2 Istwertgeber-Typ : Shunt (Otto Wolff) ; NF 310 5a 106 b
Daten : 1500,0 A $\hat{=}$ 990,0 mV
- 10.3 Sollwertgeber-Typ : DA-Wandler (DESY)
Daten : 1500,0 A $\hat{=}$ 9,900 V
- 10.4 Regler : Stromregler $\overline{[PI]}$ mit Steuerstromunterschleife $\overline{[PI]}$ und Nachführkreis
in Abhängigkeit vom Transduktorsteuerstrom (DESY)
- 10.5 Sonstige Netzgeräte : Steuerstromregler 0 bis 3 A, begrenzt bei 1,5 A (DESY)
Vorstromgerät 1,25 A konstant (bei den Gleichrichtern Nr. 7, 8, 10, 11, 12
im Einschub für den Steuerstromregler untergebracht)

11.) Hilfsspannungen

- 11.1 3 x 380 V, 50 Hz + Mp + E
- 11.2 60 V GS
- 11.3 100 V, 50 Hz (über 10 000/100 V-Spannungswandler)

12.) Schaltgeräte

- 12.1 Gleichrichterschalter : Lasttrennschalter Typ RD 10i3/50-50 von BBC; 10 kV, 400 A

- 12.2 Höchster zulässiger Sicherungsnennstrom : 40 A
- 12.3 Polwender (Leerschalter) : Peterreins UPS - Mo - Ha 1600/I-0-II; 1600 A, 500 V

- 12.4 Sonstige wichtige Schaltgeräte : Mechanisch verlinkbares Schütz, HOMA G 200; 6-polig; 200 A; 275 V
(Bei den Geräten Nr. 7,8,10,11,12) Leistungsschalter Voigt u. Haeffner CL41 - 1250; 1250 A; 500 V

13.) Abmessungen und Gewicht

Breite	1000	mm
Tiefe	1600	mm
Höhe	2250	mm
Gewicht	2,1	t

14.) Kühlung

- 14.1 Halbleiter : Luft; $\overset{\text{C}}{\vee} < 35^{\circ}\text{C}$

- 14.2 Sicherungen : Luft; $\overset{\text{C}}{\vee} < 35^{\circ}\text{C}$

- 14.3 Shunt : Öl/Brunnenwasser; $\overset{\text{C}}{\vee}$ Rücklauf $\overset{\text{C}}{\vee} < 18^{\circ}\text{C}$; $p < 4 \text{ atü}$

- 14.4 Transduktoren: Luft; $\overset{\text{C}}{\vee} < 35^{\circ}\text{C}$

1.) Gerätetyp: El 1000

Stückzahl: 5

2.) Nenndaten:

2.1 Gleichstrom

$I_{dN ar} = 1000 \text{ A}$

2.2 Lastwiderstand einschl.) möglich
 Kabelwiderstand bei I_{dN}) zulässig

$R_{max 75^{\circ}C} \leq 220 \text{ m}\Omega$

$R_{min 20^{\circ}C} \geq 80 \text{ m}\Omega$

2.3 Gleichspannung

$U_{dN ar} = 220 \text{ V}$

2.4 Gleichrichter-Zweigstrom bei I_{dN}

$I_{zwN ar} = 333 \text{ A}$

$I_{zwNeff} = 580 \text{ A}$

2.5 Gleichrichter-Strangstrom bei I_{dN}

$I_{lNeff} = 820 \text{ A}$

2.6 Netzseitige Anschlußleiterspannung

$U_{lNeff} = 380 \text{ V}$

2.7 Ideelle Leerlaufgleichsp. bei $U_{LN}, I_d = 0, \alpha = 0$

$U_{di ar} = 241 \text{ V}$

2.8 Netzseitiger Leiterstrom bei U_{LN}, I_{dN}, U_{dN}

$I_{lNeff} = 390 \text{ A}$

3.) Schaltung:

Voll gesteuerte Drehstrombrücke mit Nullanoden gegen den Transformatorsternpunkt.
 Stellglied: Thyristoren

4.) Ungefährer Stellbereich

2 V bis 220 V

(Grenzen wegen Überlappung vom Strom abhängig)

5.) Transformatordaten:

5.1 Primäre Leiterspannung	U_{L1}	=	380 V \pm 5%
5.2 Sekundäre Leiterspannung	U_{11}	=	180 V (mit Anzapfung bei 90 V)
5.3 Sek.zul.Strom bei Selbstkühlung	I_{11S}	=	_____
5.4 Sek.zul.Strom bei Fremdkühlung	I_{11F}	=	823 A
5.5 Kurzschlußspannung	u_{k1}	=	3,75%
5.6 Isolationsklasse u. Kühlung			F/Luft, $\theta < 35^{\circ}\text{C}$
5.7 Schaltgruppe			Dy5

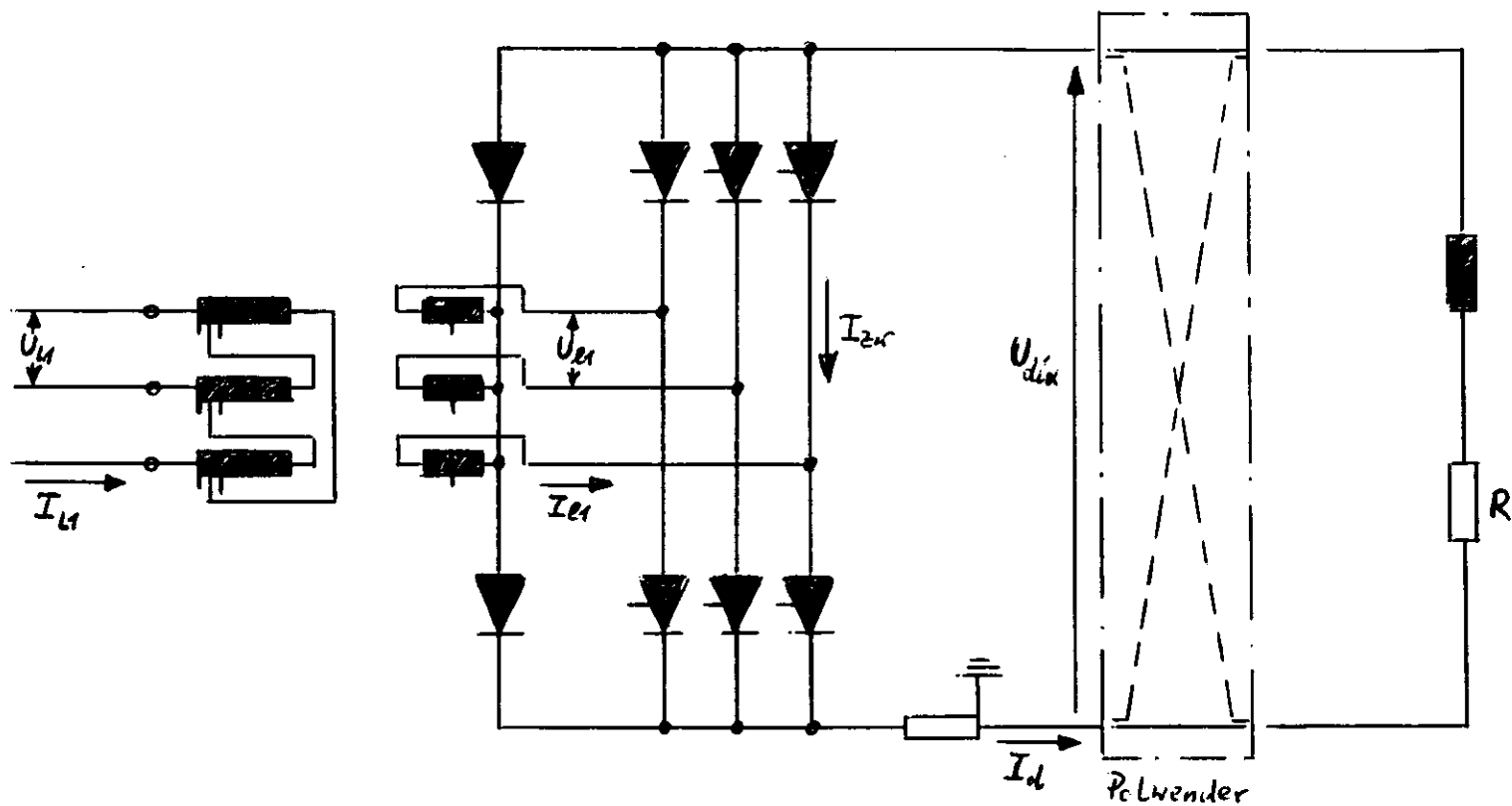
6.) Drosseln und Zusatztransformatoren

6.1 Saugdrossel, Typ und Daten :	_____
6.2 Zusatztransformatoren :	_____

7.) Steuerkennlinie

7.1 Ideelle Leerlaufgleichspannung	U_{di}	=	$3/\pi \cdot \sqrt{2} U_{e1}$
7.2 Lückgrenze	α_e	=	$\pi/3$
7.3 $0 < \alpha < \pi/3$	$U_{di\alpha}$	=	$U_{di} \cdot \cos \alpha$
7.4 $\pi/3 < \alpha < 2\pi/3$	$U_{di\alpha}$	=	$U_{di} \cdot [1 + \cos(\alpha + \pi/3)]$
7.5	$U_{di\alpha}$	=	_____
7.6 Pulszahl	p	=	6
7.7 Hauptfrequenz der in der Gleichsp. enthaltenen Oberschwingungen	f_p	=	300 Hz

8.) Prinzipschaltbild: (Zeichnungssatz Nr. M 686/50.1)



9.) Gleichrichterdaten

Parallel je Zweig	\hat{U} schaltg. [V]	\hat{U} zul. [V]	I_n je Bauteil	$I_{zul.}$ je Bauteil bei Selbstkühl. Fremdkühl.		$\hat{I}_{zul.}$ bei ca. 120°C [A]	$((i^2 \cdot dt)_{zul.} [A^2 \cdot s])$ Dioden u. Thyristo- ren bei ca. 125°C, Sicherungen bei ca. 25°C und $\hat{U}_{zul.}$
9.1 Dioden							
9.2 Diodensicherungen							
9.3 Thyristoren BBC CS 170 - 600	3	253	600	111 A _{ar}	65 A _{ar} 150 A _{ar}	3500	60 500
9.4 Thyristorsicherungen Siemens R 1243 - 3/250 Siemens 3 NC2 - 427 SIBA, Ultrarapid 250 Ferraz 5000 C3 SRB 52E250	3	253	500	193 A _{eff}	250 A _{eff} 250 A _{eff}		62 000 62 000 50 000 60 000
9.5 Nullanoden Semikron SK 100/10 Semikron SKN 320/08	2 2	253 253	700 800	— —	130 A _{ar} 250 A _{ar} 130 A _{ar} 250 A _{ar}	8000 8000	300 000 300 000

10.) Elektronik

10.1 Gittersteuersatz

Typ und Schiebereich : DESY 170⁰, 170⁰ elt.
Schwenkmöglichkeit über :
Pulsdaten am Übertragerausgang : Doppelpulse; 200 μ s; 6 V; ca. 1,2 A; ca. 0,02 A/ μ s
Gittervorwiderstand :
Gitterübertrager, Typ u. Daten : DESY-Transformator 24/6 V mit 3 Sekundärwicklungen
Gitterübertrager, Ersatztype : _____

10.2 Istwertgeber-Typ

Daten : Shunt (Otto Wolff) NF 250 5a9
1,00 mOhm abs. \pm 0,03%; 1000 A $\hat{=}$ 1000,0 mV

10.3 Sollwertgeber-Typ

Daten : DA-Wandler (DESY)
1000,0 A $\hat{=}$ 10,000 V

10.4 Regler

: Stromregler [PI] mit Umkehrverstärker [P] (DESY)

10.5 Sonstige Netzgeräte

: _____

11.) Hilfsspannungen

- 11.1 3 x 380 V, 50 Hz + Mp + E (Phasenlage und Drehfeld beachten!)
11.2 60 V GS
11.3 —

12.) Schaltgeräte

- 12.1 Gleichrichterschalter : Leistungsschalter der AEG, Typ M 401 oder MC 400 mit Überstrom- und Schnellauslösern; 400 A; 500 V
12.2 Höchster zulässiger Sicherungsnennstrom : 430 A
12.3 Polwender (Leerschalter) : Zwei mechanisch verclinkbare Schütze von HOMA; G 2203 v o.L.; 1000 A; 1000 V
12.4 Sonstige wichtige Schaltgeräte : —

13.) Abmessungen und Gewicht

Breite	1490	mm
Tiefe	1100	mm
Höhe	2345	mm
Gewicht	1,6	t

14.) Kühlung

- 14.1 Halbleiter : Luft, $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$
14.2 Sicherungen : Luft; $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$
14.3 Shunt : Öl/Brunnenwasser; $\vartheta_{\text{Rücklauf H}_2\text{O}} < 18^{\circ}\text{C}$; $p < 4 \text{ atü}$
14.4 Wärmetauscher : Luft/Brunnenwasser; $\vartheta_{\text{Luft}} = 28^{\circ}\text{C}/23^{\circ}\text{C}$; $\vartheta_{\text{H}_2\text{O}} = 12^{\circ}\text{C}/20^{\circ}\text{C}$; $p < 4 \text{ atü}$.

1.) Gerätetyp: S 1000

Stückzahl: 8

2.) Nenndaten:

2.1 Gleichstrom

$I_{dN \text{ ar}} = 1000 \text{ A}$

2.2 Lastwiderstand einschl. Kabelwiderstand bei I_{dN} } möglich
zulässig

$R_{\max 75^\circ\text{C}} \leq 210 \text{ m}\Omega$

$R_{\min 20^\circ\text{C}} \geq 40 \text{ m}\Omega$

2.3 Gleichspannung

$U_{dN \text{ ar}} = 210 \text{ V}$

2.4 Gleichrichter-Zweigstrom bei I_{dN} in jeder Teilbrücke

$I_{zwN \text{ ar}} = 167 \text{ A}$
 $I_{zwNeff} = 290 \text{ A}$

2.5 Gleichrichter-Strangstrom bei I_{dN}

$I_{lNeff} = 410 \text{ A}$

2.6 Netzseitige Anschlußleiterspannung

$U_{lNeff} = 380 \text{ V}$

2.7 Ideelle Leerlaufgleichsp. bei $U_{LN}, I_d = 0, \alpha = 0$

$U_{di \text{ ar}} = 241 \text{ V}$

2.8 Netzseitiger Leiterstrom bei U_{LN}, I_{dN}, U_{dN}

$I_{lNeff} = 388 \text{ A}$

3.) Schaltung:

Zwei über Saugdrossel parallel geschaltete, halb gesteuerte Drehstrombrücken mit unsymmetrischer Versorgungsspannung und Nullanoden für jede Brücke. Stellglied: Thyristoren.

4.) Ungefährer Stellbereich

21 V bis 210 V

(Grenzen wegen Überlappung vom Strom abhängig)

5.) Transformatordaten:

5.1 Primäre Leiterspannung	$U_{L1} = 380 \text{ V} \pm 3\%$
5.2 Sekundäre Leiterspannung	$U_{11} = 180 \text{ V}$ (Mittelanzapfung für 90 V)
5.3 Sek.zul.Strom bei Selbstkühlung	$I_{11S} = 336 \text{ A}$
5.4 Sek.zul.Strom bei Fremdkühlung	$I_{11F} = 410 \text{ A}$
5.5 Kurzschlußspannung	$u_{k1} = 4,3\%$ ($I_{L1} = 318 \text{ A}$)
5.6 Isolationsklasse u. Kühlung	A/F Luft $\Delta t < 35^\circ\text{C}$
5.7 Schaltgruppe	Y/yoyo

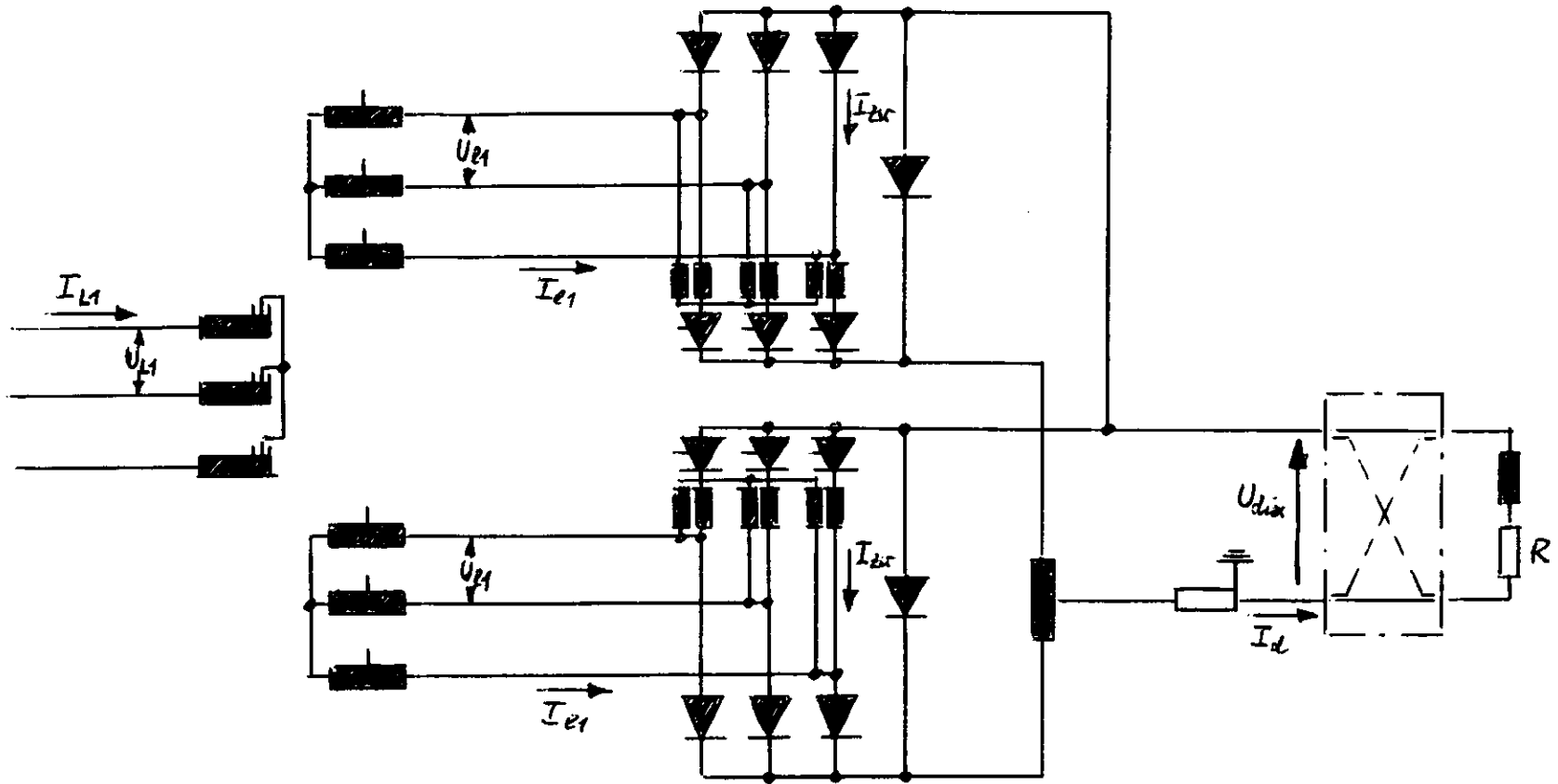
6.) Drosseln und Zusatztransformatoren

6.1 Saugdrossel, Typ und Daten :	Siemens ED 139/05 nach TA 57854; 150 Hz; 370 A(S) bzw. 452 A(F)
6.2 Zusatztransformatoren :	104/1,0 V; 3,2/330 A; Yiii0

7.) Steuerkennlinie

7.1 Ideelle Leerlaufgleichspannung	$U_{di} = \frac{3}{\pi} \cdot \sqrt{2} \cdot U_{e1}$
7.2 Lückgrenze	$\alpha_e = \pi/3$
7.3 $0 < \alpha < \pi/3$	$U_{di\alpha} = U_{di} \cdot \cos \alpha$
7.4 $\pi/3 < \alpha < 2\pi/3$	$U_{di\alpha} = U_{di} \cdot [1 + \cos(\alpha + \pi/3)]$
7.5	$U_{di\alpha} = \underline{\hspace{2cm}}$
7.6 Pulszahl	$p = 6$
7.7 Hauptfrequenz der in der Gleichsp. enthaltenen Oberschwingungen	$f_p = 300 \text{ Hz}$

8.) Prinzipschaltbild: (Zeichnungssatz Nr. M 686/22.1)



9.) Gleichrichterdaten

	Parallel je Zweig	$\hat{U}_{\text{schaltg.}}$ [V]	$\hat{U}_{\text{zul.}}$ [V]	I_n je Bauteil	$I_{\text{zul.}}$ je Bauteil bei Selbstkühl. Fremdkühl.		$\hat{I}_{\text{zul.}}$ bei ca. 120°C [A]	$(\int i^2 dt)_{\text{zul.}}$ [A ² s] Dioden u. Thyristo- ren bei ca. 125°C, Sicherungen bei ca. 25°C und $\hat{U}_{\text{zul.}}$
9.1 Dioden Siemens SSi L 0540	1	248	600	167 A _{ar}	100 A _{ar} 210 A _{ar}	4200	55 000	
9.2 Diodensicherungen Siemens R 1240 sf - 3/350	1	248	500	290 A _{eff}	350 A _{eff} 350 A _{eff}	—	36 000	
9.3 Thyristoren Siemens BSt L 0240	2	248	600	84 A _{ar}	75 A _{ar} 120 A _{ar}	2100	22 500	
9.4 Thyristorsicherungen Siemens R 1240 sf- 3/350	1	248	500	290 A _{eff}	350 A _{eff} 350 A _{eff}	—	36 000	
9.5 Nullanoden Siemens SSi L 0540	2	248	600	—	100 A _{ar} 210 A _{ar}	4200	55 000	

10.) Elektronik

10.1 Gittersteuersatz

Typ und Schiebereich : Siemens; Zch.Nr. 3 AM.446 902.9011 SP 1b; $> 128^{\circ}$ elt.
Schwenkmöglichkeit über : Netztransformator (120°) und Filterkondensatoren
Pulsdaten am Übertragerausgang : Einfachpulse; $4000/\mu\text{s}$; 4 V (belastet); ca. 1,5 A; ca. 0,012 A/ μs
Gittervorwiderstand :
Gitterübertrager, Typ u. Daten : Siemens EI 84/42 nach TA 57860
Gitterübertrager, Ersatztype : —

10.2 Istwertgeber-Typ

Daten (siehe auch Bl.....) : Shunt (Otto Wolff) NF 250 5a9
1,00 mOhm abs. $\pm 0,03\%$; 1000,0 A $\hat{=}$ 1000,0 mV

10.3 Sollwertgeber-Typ

Daten (siehe auch Bl.....) : DA-Wandler (DESY)
1000,0 A $\hat{=}$ 10,000V

10.4 Regler

: Stromregler [PI] mit Umkehrverstärker [P] und Ausgleichsregler (DESY)

10.5 Sonstige Netzgeräte

: Pulsverstärker; Siemens; Zch.Nr. 3 AM.446 903.9011. SP 1b

11.) Hilfsspannungen

11.1 3 x 380 V, 50 Hz + Mp + E (Phasenlage und Drehfeld beachten!)

11.2 60 V GS

11.3 —

12.) Schaltgeräte

12.1 Gleichrichterschalter : Leistungsschalter AEG M 401 oder MC 400 mit Überstrom- und Schnellauslösern; 400 A; 500 V

12.2 Höchster zulässiger Sicherungsnennstrom : 430 A

12.3 Polwender (Leerschalter) : Kraus u. Naimer L 1200 AAN 321 + A 25 HOM 601 + R 330/S820
1200 A; 500 V

12.4 Sonstige wichtige Schaltgeräte : —

13.) Abmessungen und Gewicht

Breite	2650	mm
Tiefe	1165	mm
Höhe	2350	mm
Gewicht	2,95	t

14.) Kühlung (Umluft)

14.1 Halbleiter : Luft; $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$

14.2 Sicherungen : Luft; $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$

14.3 Shunt : Öl/Brunnenwasser; $\vartheta_{\text{Rücklauf H}_2\text{O}} < 18^{\circ}\text{C}$; $p < 4 \text{ atü}$

14.4 Wärmetauscher : Luft/Brunnenwasser; $\vartheta_{\text{Luftaustritt}} < 25^{\circ}\text{C}$ bei $\vartheta_{\text{H}_2\text{O}} = 17^{\circ}/22^{\circ}\text{C}$; $p < 4 \text{ atü}$; $\Delta p < 1 \text{ at}$

1.) <u>Gerätetyp:</u>	Au 750	Stückzahl: 5	*
2.) <u>Nennwerten:</u>			
2.1 Gleichstrom		$I_{dN ar} =$	750 A
2.2 Lastwiderstand einschl.)	} <u>möglich</u> } <u>zulässig</u>	$R_{max 75^{\circ}C} \leq$	227 mOhm
Kabelwiderstand bei I_{dN}		$R_{min 20^{\circ}C} \geq$	80 mOhm
2.3 Gleichspannung		$U_{dN ar} =$	170 V
2.4 Gleichrichter-Zweigstrom bei I_{dN}		$I_{zwN ar} =$	125 A
in jeder Teilbrücke		$I_{zwNeff} =$	218 A
2.5 Gleichrichter-Strangstrom bei I_{dN}		$I_{lNeff} =$	308 A
2.6 Netzseitige Anschlußleiterspannung		$U_{lNeff} =$	380 V
2.7 Ideelle Leerlaufgleichsp. bei $U_{LN}, I_d = 0, \alpha = 0$		$U_{di ar} =$	187 V
2.8 Netzseitiger Leiterstrom bei U_{LN}, I_{dN}, U_{dN}		$I_{lNeff} =$	226 A

3.) Schaltung:

Zwei, über Saugdrossel parallel geschaltete, um 30° elt. versetzte, voll gesteuerte Drehstrombrücken mit Nullanode für jede Teilbrücke. Stellglied: Thyristoren.

4.) Ungefährer Stellbereich

2 V bis 170 V

(Grenzen wegen Überlappung vom Strom abhängig)

*) Gerät Nr. 5 mit Glättung und Serientransistor (siehe 10.5)

5.) Transformatordaten:

5.1 Primäre Leiterspannung	U_{L1}	=	380 V \pm 5%
5.2 Sekundäre Leiterspannung	U_{11}	=	139 V (Anzapfung bei 69,5 V)
5.3 Sek.zul.Strom bei Selbstkühlung	I_{11S}	=	309 A
5.4 Sek.zul.Strom bei Fremdkühlung	I_{11F}	=	309 A
5.5 Kurzschlußspannung	u_{k1}	=	ca. 5%
5.6 Isolationsklasse u. Kühlung			A/ Luft, $\theta < 35^{\circ}\text{C}$
5.7 Schaltgruppe			D/y11do

6.) Drosseln und Zusatztransformatoren

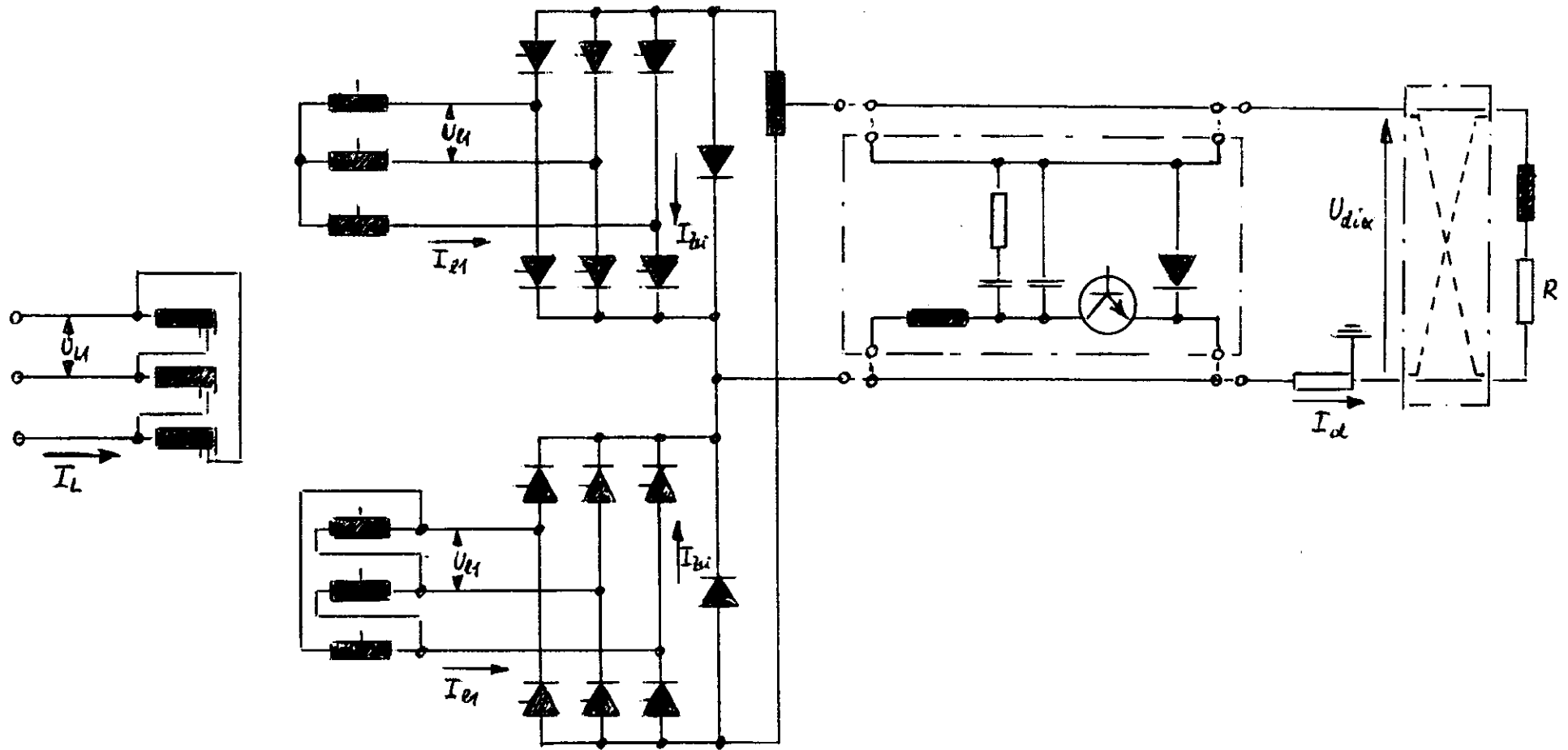
6.1 Saugdrossel, Typ und Daten :	Typenleistung 10 kVA bei 50 Hz, kein Luftspalt.
6.2 Zusatztransformatoren :	—

7.) Steuerkennlinie

7.1 Ideelle Leerlaufgleichspannung	U_{di}	=	$3/\pi \cdot \sqrt{2} \cdot U_{e1} \cdot 4 \cdot \cos(5\pi/12)$
7.2 Lückgrenze	α_e	=	$5\pi/12$
7.3 $0 < \alpha < 5\pi/12$	$U_{di\alpha}$	=	$U_{di} \cdot \cos\alpha$
7.4 $5\pi/12 < \alpha < 7\pi/12$	$U_{di\alpha}$	=	$U_{di} [1 + \cos(\alpha + 5\pi/12)] \cdot \frac{1}{2\cos(5\pi/12)}$
7.5	$U_{di\alpha}$	=	—
7.6 Pulszahl	p	=	12
7.7 Hauptfrequenz der in der Gleichsp. enthaltenen Oberschwingungen	f_p	=	600 Hz

8.) Prinzipschaltbild:

(Zeichnungssatz M 686/61.1)



9.) Gleichrichterdaten

Parallel je Zweig	\hat{U} schaltg. [V]	\hat{U} zul. [V]	I_n je Bauteil	$I_{zul.}$ je Bauteil bei		$\hat{I}_{zul.}$ bei ca. 120°C [A]	$((i^2 \cdot dt)_{zul.}) [A^2s]$ Dioden u. Thyristo- ren bei ca. 125°C, Sicherungen bei ca. 25°C und $\hat{U}_{zul.}$
				Selbstkühl.	Fremdkühl.		
9.1 Dioden							
9.2 Diodensicherungen							
9.3 Thyristoren BBC CS 170 - 400do1	1	196	400	125 A _{ar}	65 A _{ar} 150 A _{ar}	3500	60 500
9.4 Thyristorsicherungen Siemens 3 NC2 - 427	1	196	500	218 A _{eff}	250 A _{eff} 250 A _{eff}	—	62 000
Siemens R 1243-3/250	1	196	500	218 A _{eff}	250 A _{eff} 250 A _{eff}	—	62 000
9.5 Nullanoden BBC DS 45 - 200 B	1	196	500	—	45 A _{ar} 100 A _{ar}	2800	39 000

10.) Elektronik

10.1 Gittersteuersatz

Typ und Schiebereich : DESY 180°/2; 180° elt;
Schwenkmöglichkeit über : Netztransformator (120°); Potentiometer ($\pm 15^\circ$) und Filterkondensatoren
Pulsdaten am Übertragerausgang : Doppelpulse 200 μ s; 8 V; ca. 1 A; ca. 0,2 A/ μ s
Gittervorwiderstand : 1 Ohm
Gitterübertrager, Typ u. Daten : VAC ZKB 416/07 - PF; 24/8 V; 1250 μ Vs
Gitterübertrager, Ersatztype : VAC ZKB 416/115-01 PF; 24/8V; 2000 μ Vs

10.2 Istwertgeber-Typ

Daten : Shunt (Otto Wolff) NF 250 - 5a 915
Gerät Nr. 5 : 1,50 mOhm abs. $\pm 0,03\%$; 750,0 A $\hat{=}$ 1125,0 mV
: Gleichstromwandler (Foeldi) CT 750/10
750,0 A $\hat{=}$ 10,00 V

10.3 Sollwertgeber-Typ

Daten : DA-Wandler (DESY)
: 750,0 A $\hat{=}$ 10,000 V

10.4 Regler

: Stromregler [PI] mit Umkehrverstärker [P] und Ausgleichsregler (DESY)

0.5 Zusatzeinheit mit Glättung, Serientransistor und Regelung zum Anbau an 750 A-Geräte. (Gerät Au 750/5)

Filterdaten : $f_{01} = 20$ Hz; Dämpfung $R/\omega C_1 L \approx 1,0$; f_{02} (ungedämpft) = 64 Hz;
L = 1,55 mH; 800 A; $C_1 = 40 \times 1000 \mu$ F, 250 V; R = 200 mOhm, 50 W;
 $C_2 = 4 \times 1000 \mu$ F; 250 V; Glättungsfaktor bei 600 Hz ca. 0,01.

Serientransistor

: $I_n = 750$ A; $U_{CE \text{ soll}} = 10$ V; U_{CE} Begrenzung = 20 V; Parallel-Schaltfaktor
(Gehäusetemperatur 60°C) K = 0,85
144 parallele Transistoren 2N 3772 [$U_{CE0} = 60$ V; $I_c < 30$ A;
 $P_{vzul.}$ (Gehäuse 60°C) = 120 W; $f_r = 0,8$ MHz; h_{FE} bei $I_c = 6$ A > 40]
Emitterwiderstände zur Gegenkopplung; ca. 0,6 V, superflinke Sicherungen 8 A;
Modulbauweise, Darlingtonschaltung, Wasserkühlung.

Regler

: Stromregler [PI] mit Spannungsunterschleife [D] und Nachführung der Thyristor-
brücke bei Abweichungen von der mittleren Transistorspannung [PI]. Ausgleichs-
regler wie oben (10.4).

11.) Hilfsspannungen

- 11.1 3 x 380 V, 50 Hz + Mp + E (Phasenlage und Drehfeld beachten!)
11.2 60 V GS
11.3 —

12.) Schaltgeräte

- 12.1 Gleichrichterschalter : Leistungsschalter der AEG M 200 (200 A, überlastbar bis 225 A)
mit Schnellauslösern oder MC 400 (400 A) mit Überstrom- und
Schnellauslösern; 500 V
12.2 Höchster zulässiger Sicherungsnennstrom : 225 A
12.3 Polwender (Leerschalter) : zwei mechanisch verclinkbare Schütze von HOMA, Typ G 3202 v o.L.
800 A; 500 V
12.4 Sonstige wichtige Schaltgeräte : —

13.) Abmessungen und Gewicht

Breite	1350	mm
Tiefe	1100	mm
Höhe	2300	mm
Gewicht	1,6	t

14.) Kühlung

- 14.1 Halbleiter : Luft; $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$
14.2 Sicherungen : Luft; $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$
14.3 Shunt : Öl/Brunnenwasser; ϑ Rücklauf $\text{H}_2\text{O} < 18^{\circ}\text{C}$; $p < 4 \text{ atü}$
14.4 Wärmetauscher: Luft/Brunnenwasser; Luft $58^{\circ}/23^{\circ}\text{C}$ bei Wasser $12^{\circ}/20^{\circ}\text{C}$; $V_{\text{H}_2\text{O}} > 1,75 \text{ m}^3/\text{h}$
 $p < 4 \text{ atü}$

1.) Gerätetyp: Br 750

Stückzahl: 7

2.) Nenndaten:

2.1 Gleichstrom

$$I_{dN \text{ ar}} = 750 \quad \text{A}$$

2.2 Lastwiderstand einschl.) möglich
 Kabelwiderstand bei I_{dN}) zulässig

$$R_{\max 75^{\circ}\text{C}} \leq 217 \quad \text{m}\Omega$$

$$R_{\min 20^{\circ}\text{C}} \geq 80 \quad \text{m}\Omega$$

2.3 Gleichspannung

$$U_{dN \text{ ar}} = 163 \quad \text{V}$$

2.4 Gleichrichter-Zweigstrom bei I_{dN}

$$I_{zwN \text{ ar}} = 250 \quad \text{A}$$

$$I_{zwNeff} = 435 \quad \text{A}$$

2.5 Gleichrichter-Strangstrom bei I_{dN}

$$I_{lNeff} = 615 \quad \text{A}$$

2.6 Netzseitige Anschlußleiterspannung

$$U_{lNeff} = 380 \quad \text{V}$$

2.7 Ideelle Leerlaufgleichsp. bei U_{LN} , $I_d = 0$, $\alpha = 0$

$$U_{di \text{ ar}} = 176 \quad \text{V}$$

2.8 Netzseitiger Leiterstrom bei U_{LN} , I_{dN} , U_{dN}

$$I_{lNeff} = 212 \quad \text{A}$$

3.) Schaltung:

Voll gesteuerte Drehstrombrücken-Schaltung mit Nullanoden gegen Transformatorsternpunkt.
 Stellglied: Thyristoren.

4.) Ungefährer Stellbereich

2 V bis 163 V

(Grenzen wegen Überlappung vom Strom abhängig)

5.) Transformatordaten:

5.1 Primäre Leiterspannung	$U_{L1} = 380 \text{ V} \pm 3\%$
5.2 Sekundäre Leiterspannung	$U_{11} = 131,4 \text{ V}$ (Anzapfung bei 65,7 V)
5.3 Sek.zul.Strom bei Selbstkühlung	$I_{11S} = \text{---}$
5.4 Sek.zul.Strom bei Fremdkühlung	$I_{11F} = 615 \text{ A}$
5.5 Kurzschlußspannung	$u_{k1} = \text{ca. } 5\%$
5.6 Isolationsklasse u. Kühlung	C / Luft ; $\theta < 35^\circ\text{C}$
5.7 Schaltgruppe	Dy5

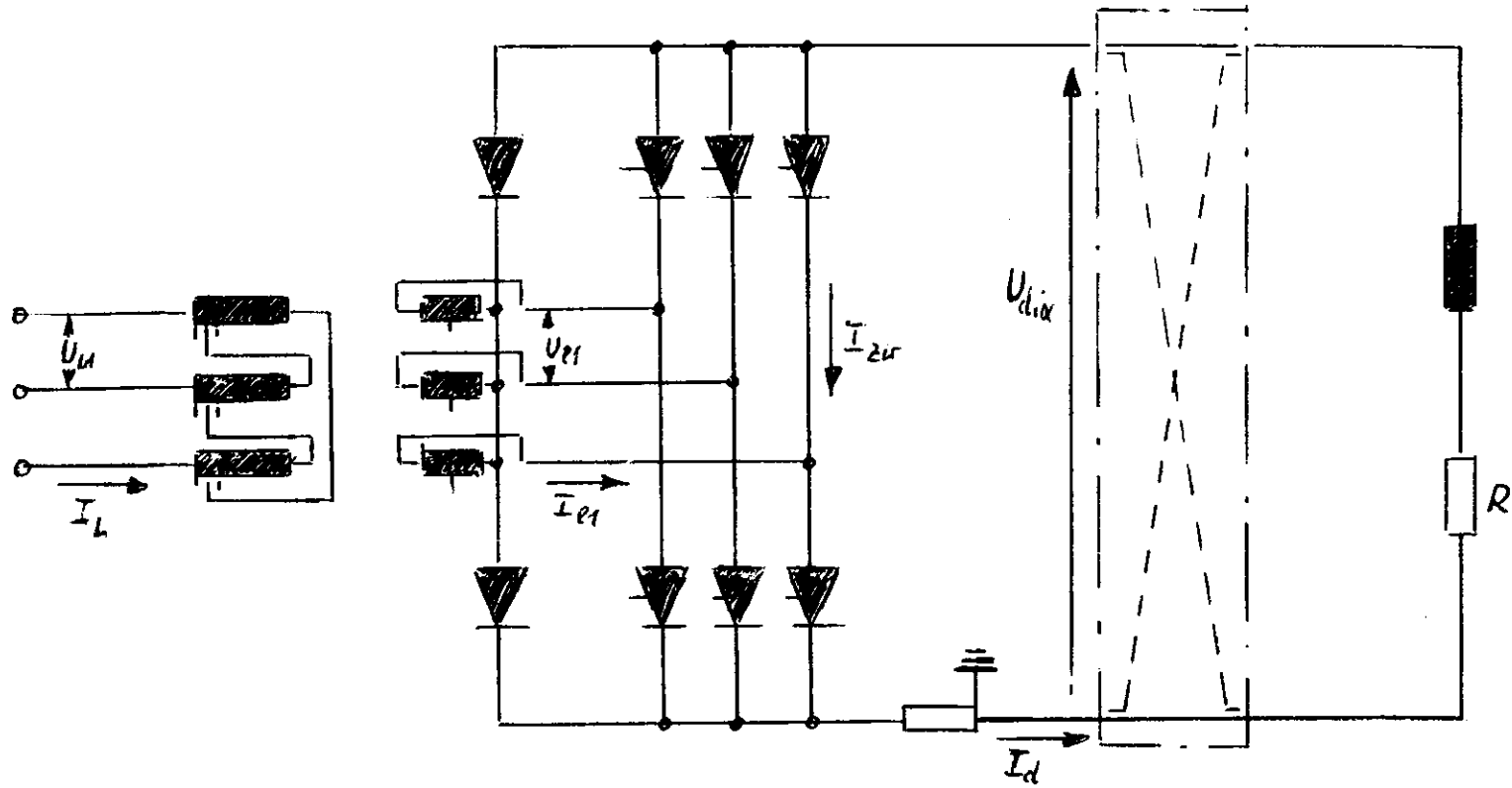
6.) Drosseln und Zusatztransformatoren

6.1 Saugdrossel, Typ und Daten :	---
6.2 Zusatztransformatoren :	---

7.) Steuerkennlinie

7.1 Ideelle Leerlaufgleichspannung	$U_{di} = \frac{3}{\pi} \cdot \sqrt{2} \cdot U_{el}$
7.2 Lückgrenze	$\alpha_e = \frac{\pi}{3}$
7.3 $0 < \alpha < \frac{\pi}{3}$	$U_{di\alpha} = U_{di} \cdot \cos \alpha$
7.4 $\frac{\pi}{3} < \alpha < \frac{2\pi}{3}$	$U_{di\alpha} = U_{di} \cdot [1 + \cos(\alpha + \frac{\pi}{3})]$
7.5	$U_{di\alpha} = \text{---}$
7.6 Pulszahl	$p = 6$
7.7 Hauptfrequenz der in der Gleichsp. enthaltenen Oberschwingungen	$f_p = 300 \text{ Hz}$

8.) Prinzipschaltbild: (Zeichnungssatz M 686/47.1)



9.) Gleichrichterdaten

Parallel je Zweig	$\hat{U}_{\text{schaltg.}}$ [V]	$\hat{U}_{\text{zul.}}$ [V]	I_n je Bauteil	$I_{\text{zul.}}$ je Bauteil bei		$\hat{I}_{\text{zul.}}$ bei ca. 120°C [A]	$((i^2 \cdot dt)_{\text{zul.}} [A^2 S])$ Dioden u. Thyristo- ren bei ca. 125°C, Sicherungen bei ca. 25°C und $\hat{U}_{\text{zul.}}$	
				Selbstkühl.	Fremdkühl.			
9.1 Dioden								
9.2 Diodensicherungen								
9.3 Thyristoren Westinghouse 61 T 6	2	183	500	125 A _{ar}	—	170 A _{ar}	2700	51 000
9.4 Thyristorsicherungen Siemens R 1243 - 3/250) Siemens 3 NC2 - 427)	2	183	500	218 A _{eff}	250 A _{eff}	250 A _{eff}	—	62 000
9.5 Nullanoden Westinghouse S 6 EN 300	1	183	600	—	—	280 A _{ar}	3800	240 000

10.) Elektronik

10.1 Gittersteuersatz

Typ und Schiebereich : DESY 170⁰; 170⁰ elt.
Schwenkmöglichkeit über : —
Pulsdaten am Übertragerausgang : Doppelpulse, 200 μ s; 6 V; ca. 1,1 A; ca. 0,02 A/ μ s
Gittervorwiderstand : —
Gitterübertrager, Typ u. Daten : DESY-Transformator 24/6 V mit 3 Sekundärwicklungen
Gitterübertrager, Ersatztype : —

10.2 Istwertgeber-Typ Daten

: Shunt (Otto Wolff) NF 250 5a 915
: 1,50 mOhm \pm 0,03%; 750,0 A $\hat{=}$ 1125,0 mV

10.3 Sollwertgeber-Typ Daten

: DA-Wandler (DESY)
: 750,0 A $\hat{=}$ 10,000 V

10.4 Regler

: Stromregler [PI] mit Umkehrverstärker [P] (DESY)

10.5 Sonstige Netzgeräte

: —

11.) Hilfsspannungen

- 11.1 3 x 380 V, 50 Hz + Mp + E (Phasenlage und Drehfeld beachten!)
11.2 50 V GS
11.3 —

12.) Schaltgeräte

- 12.1 Gleichrichterschalter : Leistungsschalter der AEG, M 200 (200 A, überlastbar bis 225 A) mit Schnellauslösern oder MC 400 (400 A) mit Überstrom- und Schnellauslösern.
12.2 Höchster zulässiger Sicherungsnennstrom : 225 A
12.3 Polwender (Leerschalter) Kraus u. Naimer L 800 1 AZ 979 + S3R 345 S 820 + A25 1HA 130 800 A, 500 V.
12.4 Sonstige wichtige Schaltgeräte : —

13.) Abmessungen und Gewicht

Breite	1410	mm
Tiefe	1020	mm
Höhe	2080	mm
Gewicht	1,7	t

14.) Kühlung

- 14.1 Halbleiter : Luft; $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$
14.2 Sicherungen : Luft; $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$
14.3 Shunt : Öl/Brunnenwasser; ϑ Rücklauf $\text{H}_2\text{O} < 18^{\circ}\text{C}$; $p < 4 \text{ atü}$
14.4 Wärmetauscher : —

1.) Gerätetyp: B 750

Stückzahl: 2

2.) Nenndaten:

2.1 Gleichstrom

$I_{dN ar} = 750$ A

2.2 Lastwiderstand einschl. } möglich
 Kabelwiderstand bei I_{dN} } zulässig

$R_{max 75^{\circ}C} \leq 202$ mOhm

$R_{min 20^{\circ}C} \leq 40$ mOhm

2.3 Gleichspannung

$U_{dN ar} = 153$ V

2.4 Gleichrichter-Zweigstrom bei I_{dN}
 in jeder Teilbrücke

$\left\{ \begin{array}{l} I_{zwN ar} = 125 \text{ A} \\ I_{zwNeff} = 218 \text{ A} \end{array} \right.$

2.5 Gleichrichter-Strangstrom bei I_{dN}

$I_{lNeff} = 307$ A

2.6 Netzseitige Anschlußleiterspannung

$U_{lNeff} = 380$ V

2.7 Ideelle Leerlaufgleichsp. bei $U_{LN}, I_d = 0, \alpha = 0$

$U_{di ar} = 181$ V

2.8 Netzseitiger Leiterstrom bei U_{LN}, I_{dN}, U_{dN}

$I_{lNeff} = 218$ A

3.) Schaltung:

Zwei über Saugdrossel parallel geschaltete, halb gesteuerte Drehstrombrücken mit unsymmetrischer Versorgungsspannung und Nullanoden für jede Teilbrücke. Stellglied: Thyristoren.

4.) Ungefährer Stellbereich

(Grenzen wegen Überlappung vom Strom abhängig)

2 V bis 153 V

5.) Transformatordaten:

	m1	m2
5.1 Primäre Leiterspannung	$U_{L1} = 380 \text{ V}$	$U_{L2} = 500 \text{ V} / 380 \text{ V}$
5.2 Sekundäre Leiterspannung	$U_{11} = 90 \text{ V}$ (Anzapfung bei 46 V)	$U_{Ph2} = 26 \text{ V}$
5.3 Sek.zul.Strom bei Selbstkühlung	$I_{11S} = 304 \text{ A}$	$I_{12S} = 304 \text{ A}$
5.4 Sek.zul.Strom bei Fremdkühlung	$I_{11F} = \text{---}$	---
5.5 Kurzschlußspannung	$u_{k1} = 3,65\%$	$u_{k2} = 4,1\%$
5.6 Isolationsklasse u. Kühlung	/ Luft; $\theta < 40^\circ\text{C}$	/ Luft; $\theta < 40^\circ\text{C}$
5.7 Schaltgruppe	Y/yoy6	Y/iiiiiii6

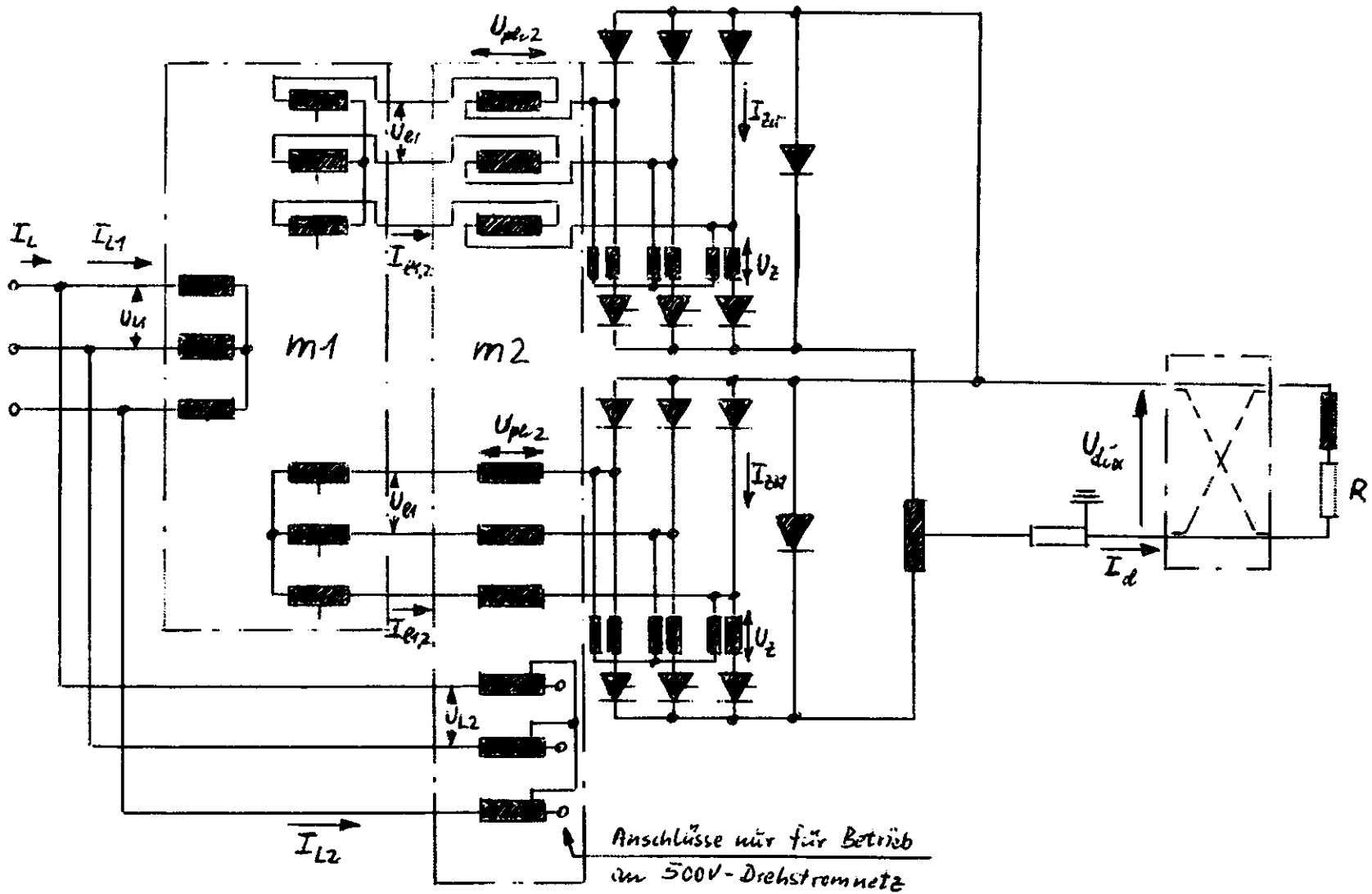
6.) Drosseln und Zusatztransformatoren

6.1 Saugdrossel, Typ und Daten :	BBC; TLM 37; 111 kVA; 150 Hz; 2 x 184 V
6.2 Zusatztransformatoren :	81/0,8 V; 2,4/240 A; Yiiio

7.) Steuerkennlinie

7.1 Ideelle Leerlaufgleichspannung	$U_{di} = \frac{3}{\pi} \cdot \sqrt{2} \cdot (U_{e1} + \sqrt{3} \cdot U_{ph2})$
7.2 Lückgrenze	$\alpha_e = \pi/3$
7.3 $0 < \alpha < \pi/3$	$U_{di\alpha} = U_{di} \cdot \cos \alpha$
7.4 $\pi/3 < \alpha < 2\pi/3$	$U_{di\alpha} = U_{di} \cdot [1 + \cos(\alpha + \pi/3)]$
7.5	$U_{di\alpha} = \text{---}$
7.6 Pulszahl	$p = 6$
7.7 Hauptfrequenz der in der Gleichsp. enthaltenen Oberschwingungen	$f_p = 300 \text{ Hz}$

8.) Prinzipschaltbild: B 750/3 (Zeichnungssatz M 686/18.1)



9.) Gleichrichterdaten

Parallel je Zweig	$\hat{U}_{\text{schaltg.}}$ [V]	$\hat{U}_{\text{zul.}}$ [V]	I_n je Bauteil	$I_{\text{zul.}}$ je Bauteil bei		$\hat{I}_{\text{zul.}}$ bei ca. 120°C [A]	$((i^2 dt)_{\text{zul.}} [\text{A}^2 \text{s}]$ Dioden u. Thyristo- ren bei ca. 125°C, Sicherungen bei ca. 25°C und $\hat{U}_{\text{zul.}}$
				Selbstkühl.	Fremdkühl.		
9.1 Dioden BBC DS 45 - 200	2	181	500	62,5 A _{ar}	45 A _{ar} 100 A _{ar}	2800	39 000
9.2 Diodensicherungen Bogenschutz Si 175 ANHS	2	181	500	109 A _{eff}	175 A _{eff} 175 A _{eff}		
9.3 Thyristoren BBC CS 100/200	1	181	300	125 A _{ar}	55 A _{ar} 120 A _{ar}		
9.4 Thyristorsicherungen Amptrap Nr. A25 x 250	1	181	250	218 A _{eff}	250 A _{eff} 250 A _{eff}		
9.5 Nullanoden BBC DS 45 - 200	3	181	500	—	45 A _{ar} 100 A _{ar}	2800	39 000

10.) Elektronik

10.1 Gittersteuersatz

Typ und Schiebereich : BBC; U-Gittersteuersatz MV 8 500 105; $> 120^0$ elt.
Schwenkmöglichkeit über : Schwenktransformator für 60^0 elt. in Stufen zu 5^0 elt.
Pulsdaten am Übertragerausgang : Doppelpulse; $460 \mu\text{s}$; 14 V; ca. 0,8 A; ca. $0,04 \text{ A}/\mu\text{s}$
Gittervorwiderstand : 10 Ohm
Gitterübertrager, Typ u. Daten : BBC
Gitterübertrager, Ersatztype : —

10.2 Istwertgeber-Typ

Daten : Shunt (Otto Wolff) NF 250 5a 915
: $1,50 \text{ m}\Omega$ abs. $\pm 0,03\%$; $750,0 \text{ A} \hat{=} 1125,0 \text{ mV}$

10.3 Sollwertgeber-Typ

Daten : DA-Wandler (DESY)
: $750,0 \text{ A} \hat{=} 10,000 \text{ V}$

10.4 Regler

: Stromregler [PI] mit Umkehrverstärker [P] (DESY)

10.5 Sonstige Netzgeräte

: im Gittersteuersatz enthalten.

11.) Hilfsspannungen

- 11.1 3 x 380 V, 50 Hz + Mp + E (Phasenlage und Drehfeld beachten!)
11.2 60 V GS
11.3 —

12.) Schaltgeräte

- 12.1 Gleichrichterschalter : Leistungsschalter der AEG M 200 (200 A, überlastbar bis 225 A)
mit Schnellauslösern oder MC 400 (400 A) mit Überstrom- und
Schnellauslösern; 500 V
12.2 Höchster zulässiger Sicherungsnennstrom : 225 A
12.3 Polwender (Leerschalter) : Hebelumschalter mit Motorantrieb von Berg VUL 1000; 1000 A, 500 V
12.4 Sonstige wichtige Schaltgeräte : —

13.) Abmessungen und Gewicht

Breite	2950	mm
Tiefe	1450	mm
Höhe	2250	mm
Gewicht	3,1	t

14.) Kühlung

- 14.1 Halbleiter : Luft; $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$
14.2 Sicherungen : Luft; $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$
14.3 Shunt : Öl/Brunnenwasser; ϑ Rücklauf $\text{H}_2\text{O} < 18^{\circ}\text{C}$; $p < 4 \text{ atü}$
14.4 Wärmetauscher: —

1.) Gerätetyp: S 750

Stückzahl: 5

2.) Nennwerten:

2.1 Gleichstrom

$I_{dN ar} = 750 \text{ A}$

2.2 Lastwiderstand einschl. } möglich
 Kabelwiderstand bei I_{dN} } zulässig

$R_{max 75^{\circ}C} \leq 202 \text{ m}\Omega$

$R_{min 20^{\circ}C} \geq 40 \text{ m}\Omega$

2.3 Gleichspannung

$U_{dN ar} = 153 \text{ V}$

2.4 Gleichrichter-Zweigstrom bei I_{dN}
 in jeder Teilbrücke

$\left\{ \begin{array}{l} I_{zwN ar} = 125 \text{ A} \\ I_{zwNeff} = 218 \text{ A} \end{array} \right.$

2.5 Gleichrichter-Strangstrom bei I_{dN}

$I_{lNeff} = 307 \text{ A}$

2.6 Netzseitige Anschlußleiterspannung

$U_{lNeff} = 380 \text{ V}$

2.7 Ideelle Leerlaufgleichsp. bei $U_{LN}, I_d = 0, \alpha = 0$

$U_{di ar} = 184 \text{ V}$

2.8 Netzseitiger Leiterstrom bei U_{LN}, I_{dN}, U_{dN}

$I_{lNeff} = 221 \text{ A}$

3.) Schaltung:

Zwei über Saugdrossel parallel geschaltete, halb gesteuerte Drehstrombrücken mit unsymmetrischer Versorgungsspannung und Nullanoden für jede Teilbrücke. Stellglied: Thyristoren.

4.) Ungefährer Stellbereich

15 V bis 153 V

(Grenzen wegen Überlappung vom Strom abhängig)

5.) Transformatordaten:

		m1		m1
5.1 Primäre Leiterspannung	$U_{L1} =$	380 V \pm 5%		$U_{L2} = 500 \text{ V}/380 \text{ V} \pm 5\%$
5.2 Sekundäre Leiterspannung	$U_{11} =$	91 V (Anzapfg.bei 45,5V)	$U_{ph2} =$	26,3 V
5.3 Sek.zul.Strom bei Selbstkühlung	$I_{11S} =$	246,5 A	$I_{12S} =$	191 A
5.4 Sek.zul.Strom bei Fremdkühlung	$I_{11F} =$	307 A	$I_{12F} =$	309 A
5.5 Kurzschlußspannung	$u_{k1} =$	4,7% ($I_{L1} = 118 \text{ A}$)	$u_{k2} =$	2,3% ($I_{L2} = 45,6 \text{ A}; U_{L2} =$
5.6 Isolationsklasse u. Kühlung		Luft $< 35^{\circ}\text{C}$		Luft $< 35^{\circ}\text{C}$
5.7 Schaltgruppe		III/ yoyo		Y/iiiiio

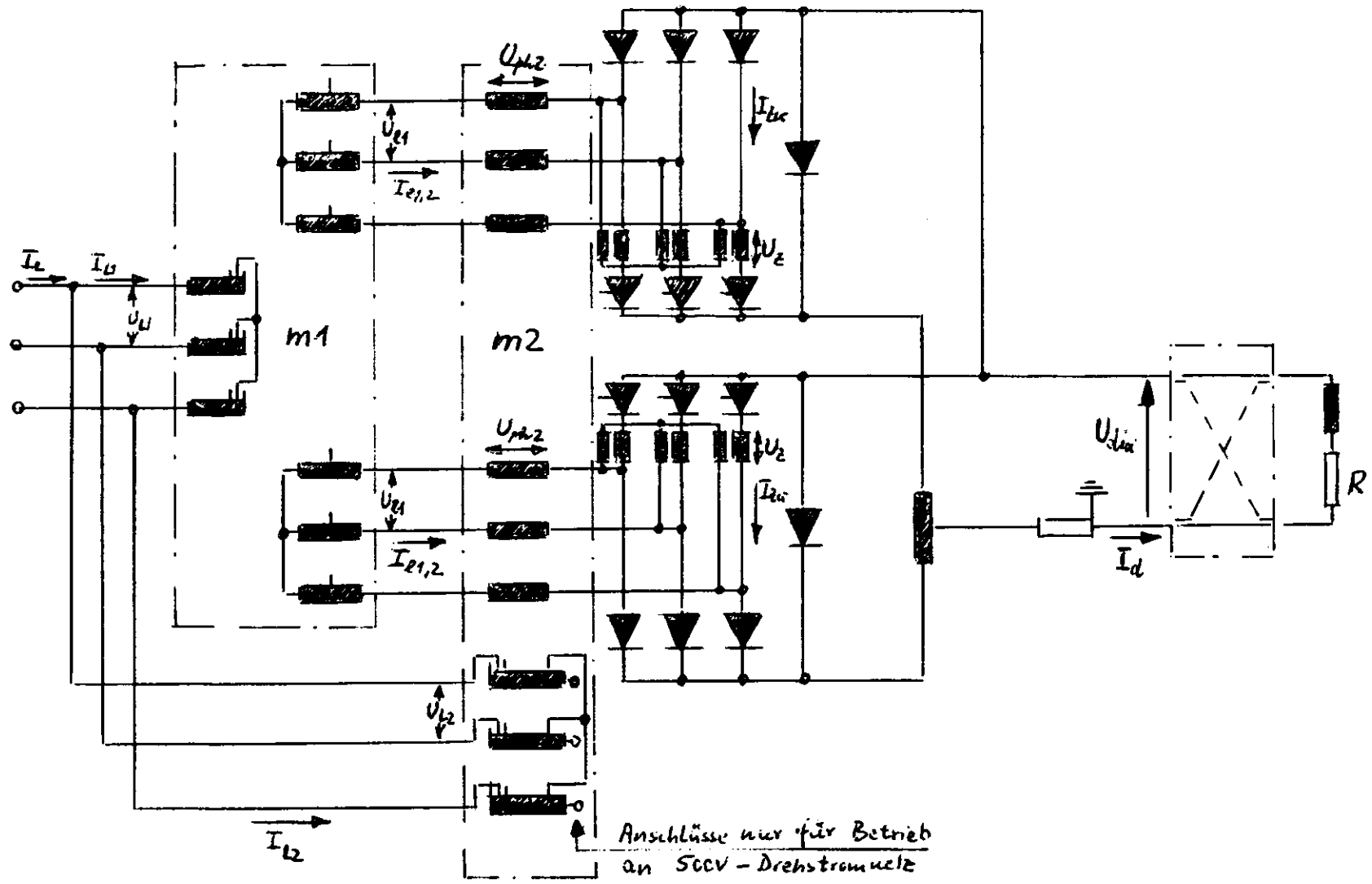
6.) Drosseln und Zusatztransformatoren

- 6.1 Saugdrossel, Typ und Daten : Siemens; ED 129/05 nach TA 57566; 150 Hz; 290 A(S); 570 A(F)
- 6.2 Zusatztransformatoren : 81/0,8V; 2,4/240 A; Yiiio

7.) Steuerkennlinie

7.1 Ideelle Leerlaufgleichspannung	$U_{di} =$	$3/\pi \cdot \sqrt{2} [U_{e1} + \sqrt{3} \cdot U_{ph2}]$
7.2 Lückgrenze	$\alpha_e =$	$\pi/3$
7.3 $0 < \alpha < \pi/3$	$U_{di\alpha} =$	$U_{di} \cdot \cos \alpha$
7.4 $\pi/3 < \alpha < 2\pi/3$	$U_{di\alpha} =$	$U_{di} \cdot [1 + \cos(\alpha + \pi/3)]$
7.5	$U_{di\alpha} =$	_____
7.6 Pulszahl	p =	6
7.7 Hauptfrequenz der in der Gleichsp. enthaltenen Oberschwingungen	$f_p =$	300 Hz

8.) Prinzipschaltbild: (Zeichnungssatz M 686/23.1)



9.) Gleichrichterdaten

Parallel je Zweig	$\hat{U}_{\text{schaltg.}}$ [V]	$\hat{U}_{\text{zul.}}$ [V]	I_n je Bauteil	$I_{\text{zul.}}$ je Bauteil bei		$\hat{I}_{\text{zul.}}$ bei ca. 120°C [A]	$(\int i^2 \cdot dt)_{\text{zul.}}$ [A ² s] Dioden u. Thyristo- ren bei ca. 125°C, Sicherungen bei ca. 25°C und $\hat{U}_{\text{zul.}}$
				Selbstkühl.	Fremdkühl.		
9.1 Dioden Siemens SSi L 0260	1	193	600	125 A _{ar}	100 A _{ar} 210 A _{ar}	4200	55 000
9.2 Diodensicherungen Siemens R 1240 sf-3/350	1	193	500	218 A _{eff}	350 A _{eff} 350 A _{eff}	—	36 000
Siemens R 1243 -3/250					250 A _{eff} 250 A _{eff}	—	62 000
Siemens 3 NC2 - 427					250 A _{eff} 250 A _{eff}	—	62 000
9.3 Thyristoren Siemens BStL 0225	1	193	300	125 A _{ar}	75 A _{ar} 120 A _{ar}	2500	25 000
9.4 Thyristorsicherungen Siemens R 1240 sf-3/350	1	193	500	218 A _{eff}	350 A _{eff} 350 A _{eff}	—	36 000
9.5 Nullanoden Siemens SSi L0260	1	193	600	—	100 A _{ar} 210 A _{ar}	4200	55 000

10.) Elektronik

10.1 Gittersteuersatz

Typ und Schiebereich : Siemens, zwei Stück nach Zeichnung 3 AM 446 115, 9016 SP 2/3; $> 120^{\circ}$ elt.
Schwenkmöglichkeit über : Netztransformator (120°) und Filterkondensatoren
Pulsdaten am Übertragerausgang : Einfachpulse; 4000 μ s; 5 V; ca. 1 A; ca. 0,01 A/ μ s
Gittervorwiderstand : —
Gitterübertrager, Typ u. Daten : Siemens ED 78 nach TA 57 469
Gitterübertrager, Ersatztype : —

10.2 Istwertgeber-Typ

Daten : Shunt (Otto Wolff) NF 250 5a 915
: 1,50 mOhm abs. \pm 0,03%; 750,0 A $\hat{=}$ 1125,0 mV

10.3 Sollwertgeber-Typ

Daten : DA-Wandler (DESY)
: 750,0 A $\hat{=}$ 10,000 V

10.4 Regler

: Stromregler [PI] mit Umkehrverstärker [P] und Ausgleichsregler (DESY)

10.5 Sonstige Netzgeräte

: Zwei Pulsverstärker (Siemens) nach Zeichnung 4 AM 446 903.900 1 SP 1

11.) Hilfsspannungen

- 11.1 3 x 380 V, 50 Hz + MP + E (Phasenlage und Drehfeld beachten!)
11.2 60 V GS
11.3 —

12.) Schaltgeräte

- 12.1 Gleichrichterschalter : Leistungsschalter der AEG, M 200 (200 A, überlastbar bis 225 A) mit Schnellauslösern oder MC 400 (400 A) mit Überstrom- und Schnellauslöser ; 500 V
12.2 Höchster zulässiger Sicherungsnennstrom : 225 A
12.3 Polwender (Leerschalter) : Kraus und Naimer L 800AAN 206 + A 23HOM590 + S3R 345 S 820;
12.4 Sonstige wichtige Schaltgeräte : —

13.) Abmessungen und Gewicht

Breite	2960	mm
Tiefe	1165	mm
Höhe	2350	mm
Gewicht	1,7	t

14.) Kühlung (Umluft)

- 14.1 Halbleiter : Luft; $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$
14.2 Sicherungen : Luft; $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$
14.3 Shunt : Öl/Brunnenwasser; ϑ Rücklauf $\text{H}_2\text{O} < 18^{\circ}\text{C}$; $p < 4 \text{ atü}$
14.4 Wärmetauscher: Luft/Brunnenwasser; ϑ Luftaustritt $< 25^{\circ}\text{C}$ bei $\vartheta_{\text{H}_2\text{O}} = 17^{\circ}/22^{\circ}\text{C}$; $p < 4 \text{ atü}$; $\Delta p < 1 \text{ at}$.

1.) Gerätetyp: S 750 U

Stückzahl: 5

2.) Nennwerten:

2.1 Gleichstrom

$I_{dN ar} = 750$ A

2.2 Lastwiderstand einschl.) möglich

$R_{max 75^{\circ}C} \leq 202$ mOhm

Kabelwiderstand bei I_{dN} } zulässig

$R_{min 20^{\circ}C} \geq 40$ mOhm

2.3 Gleichspannung

$U_{dN ar} = 153$ V

2.4 Gleichrichter-Zweigstrom bei I_{dN}

$I_{zwN ar} = 250$ A

$I_{zwNeff} = 435$ A

2.5 Gleichrichter-Strangstrom bei I_{dN}

$I_{LNeff} = 615$ A

2.6 Netzseitige Anschlußleiterspannung

$U_{LNeff} = 380$ V

2.7 Ideelle Leerlaufgleichsp. bei $U_{LN}, I_d = 0, \alpha = 0$

$U_{di ar} = 180$ V

2.8 Netzseitiger Leiterstrom bei U_{LN}, I_{dN}, U_{dN}

$I_{LNeff} = 260$ A

3.) Schaltung:

Ungesteuerte Drehstrombrückenschaltung, die über einen Anpaß-Spartransformator von einem Asynchron-Synchronumformersatz (400 Hz) versorgt wird. Die Ausgangsspannung wird über das Feld der Synchronmaschine verstellt und geregelt.

4.) Ungefährer Stellbereich

8 bis 153 V

(Grenzen wegen Überlappung vom Strom abhängig)

5.) Transformatordaten:

	m1	m2	m3
5.1 Primäre Leiterspannung	$U_{L1} = 380 \text{ V}; 50 \text{ Hz}$	$U_{L2} = \text{---}$	$U_{L3} = 500\text{V} \pm 5\%; 400 \text{ Hz}$
5.2 Sekundäre Leiterspannung	$U_{11} = \text{---}$	$U_{12} = 525\text{V}; 400 \text{ Hz}$	$U_{13} = 128 \text{ V} \pm 4\%$
5.3 Prim.zul. Strom bei Selbstkühlung	$I_{L1S} = 260 \text{ A}$	$I_{L2S} = \text{---}$	$I_{L3S} = 156 \text{ A}$
5.4 Sek. zul. Strom bei Selbstkühlung	$I_{11S} = \text{---}$	$I_{12S} = 154 \text{ A}$	$I_{13S} = 608 \text{ A}$
5.5 Kurzschlußspannung	$u_{k1} = \text{---}$	$u_{k2} = \text{---}$	$u_{k3} = 6,9\%$
5.6 Isolationsklasse u. Kühlung	F/Luft; $\Delta < 45^\circ\text{C}$	B bzw. F/Luft; $\Delta < 45^\circ\text{C}$	A/Luft; $\Delta < 35^\circ\text{C}$
5.7 Schaltgruppe	Δ	Y	Yo

6.) Erregung

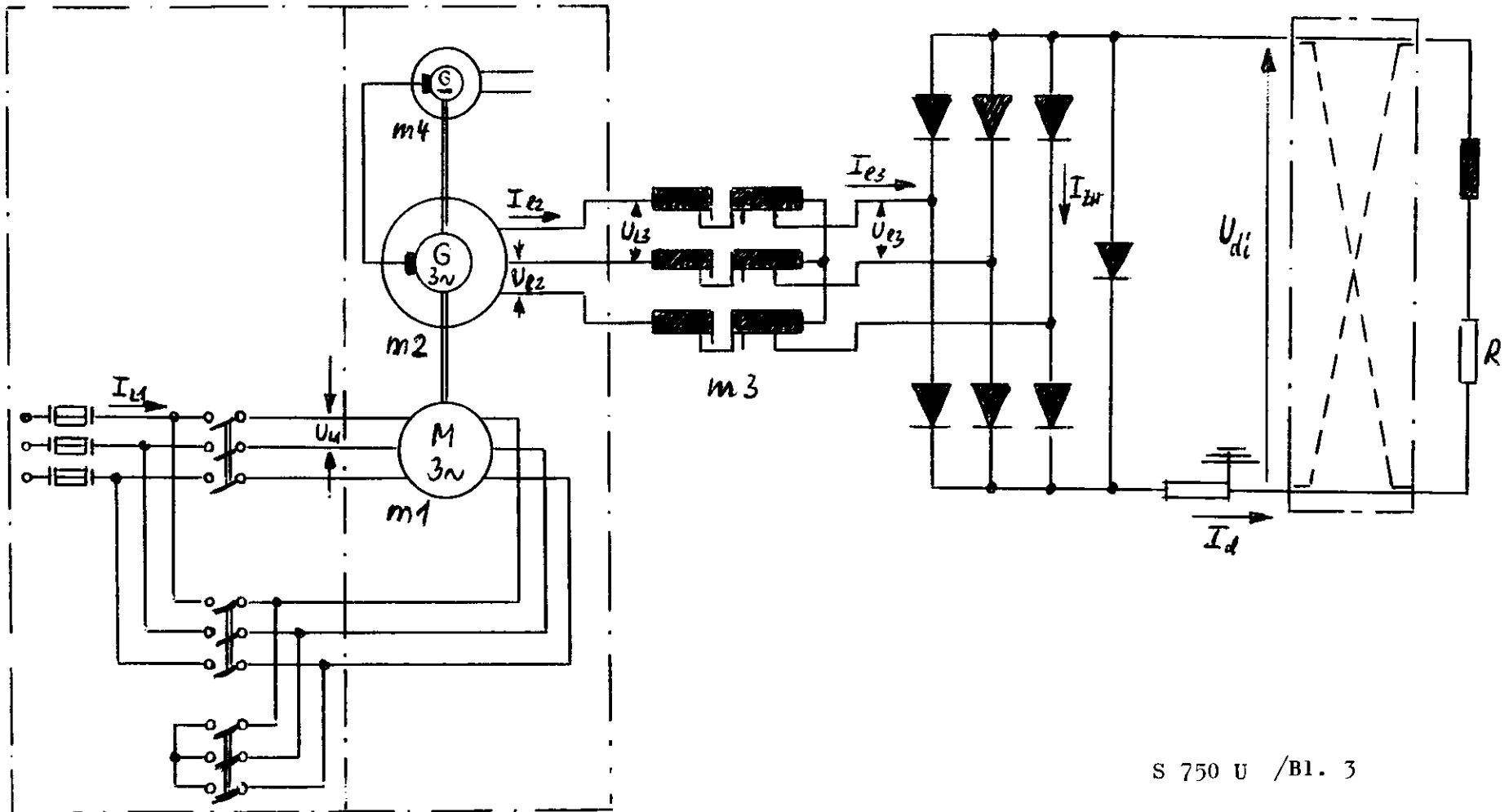
6.1 Erregermaschine	Siemens G 492 - 4; 91 V; 16 A; R = 4,3 Ohm; Erregung mit 18 V; 0,7 A bzw. 39 V; 1,5A
6.2 Steuerstrom	$I_{s1} = 0,5 \text{ A}$ (Steuerstrom, der benötigt wird, um die Maschine über den linearen Teil ihrer Kennlinie auszusteuern $U_{d1} = 125 \text{ V}$)

7.) Steuerkennlinie

7.1 Ideelle Leerlaufgleichspannung	$U_{di} = \frac{3}{\pi} \cdot \sqrt{2} \cdot U_{e3} \cdot \frac{U_{e2}}{U_{e3}}$
7.2 Beginn der Kennlinienkrümmung bei	$U_{d1} = 125 \text{ V}$
7.3 Ausgangsspannung des Gleichrichters im linearen Teil der Kennlinie	$U_d = I_s / I_{s1} \cdot U_{d1}$
7.4	
7.5	
7.6 Pulszahl	p = 6
7.7 Hauptfrequenz	$f_{\checkmark} = 2352 \text{ Hz}$

8.) Prinzipschaltbild:

(Zeichnungssatz M 686/24.1)



9.) Gleichrichterdaten

Parallel je Zweig	$\hat{U}_{\text{schaltg.}}$ [V]	$\hat{U}_{\text{zul.}}$ [V]	I_n je Bauteil	$I_{\text{zul.}}$ je Bauteil bei		$\hat{I}_{\text{zul.}}$ bei ca. 120°C [A]	$((i^2 \cdot dt)_{\text{zul.}} [A^2 \cdot s])$ Dioden u. Thyristo- ren bei ca. 125°C, Sicherungen bei ca. 25°C und $\hat{U}_{\text{zul.}}$	
				Selbstkühl.	Fremdkühl.			
9.1 Dioden Siemens SSi L 0520	2	189	500	125A _{ar}	93A _{ar}	200 A _{ar}	4200	55 000
9.2 Diodensicherungen Siemens R 1243-3/350 A Siemens 3 NC 2 - 431	2	189	500	218A _{eff}	350 A _{eff}	350 A _{eff}	—	160 000
	2	189	500	218A _{eff}	350 A _{eff}	350 A _{eff}	—	160 000
9.3 Thyristoren								
9.4 Thyristorsicherungen								
9.5 Nullanoden Siemens SSi L 0520	1	189	500	—	93A _{ar}	200A _{ar}	4200	55 000

10.) Elektronik

- 10.1 Gittersteuersatz :
Typ und Schiebereich :
Schwenkmöglichkeit über :
Pulsdaten am Übertragerausgang : —
Gittervorwiderstand :
Gitterübertrager, Typ u. Daten :
Gitterübertrager, Ersatztype :
- 10.2 Istwertgeber-Typ : Shunt (Otto Wolff) NF 250 5a 915
Daten : 1,5 mOhm abs. \pm 0,03%; 750,0 A $\hat{=}$ 1125,0 mV
- 10.3 Sollwertgeber-Typ : DA-Wandler (DESY)
Daten : 750,0 A $\hat{=}$ 10,00 V
- 10.4 Regler : Stromregler [PI] mit Spannungsunterschleife [PID] und
Steuerstromunterschleife [PI] (DESY)
- 10.5 Sonstige Netzgeräte : Steuerstromregler 0 bis 3 A, begrenzt auf 1,5 A (DESY)

11.) Hilfsspannungen

- 11.1 380 V, 50 Hz + Mp + E
- 11.2 60 V GS
- 11.3 _____

12.) Schaltgeräte

- 12.1 Gleichrichterschalter : Y - Δ - Anlauf über Schütze von BBC SLA 160 bzw. SLA 100.
Die Kontakte liegen in den offenen Wicklungssträngen ($I_n = 50 \text{ A}$)
- 12.2 Höchster zulässiger Sicherungsnennstrom : 300 A
- 12.3 Polwender (Leerschalter) : Kraus u. Naimer L 800 AAN 206 + A23 HOM 590 + S3R 345 S 820
800 A; 500 V
- 12.4 Sonstige wichtige Schaltgeräte : —

13.) Abmessungen und Gewicht

Breite	1880	mm
Tiefe	1165	mm
Höhe	2325	mm
Gewicht	1,5	t

14.) Kühlung (Umluft)

- 14.1 Halbleiter : Luft; $\vartheta < 45^\circ\text{C}$
- 14.2 Sicherungen : Luft; $\vartheta < 45^\circ\text{C}$
- 14.3 Shunt : Öl/Brunnenwasser; ϑ Rücklauf $\text{H}_2\text{O} < 18^\circ\text{C}$; $p < 4 \text{ atü}$
- 14.4 Wärmetauscher : Luft/Brunnenwasser; ϑ Luftaustritt $< 25^\circ\text{C}$ bei $\vartheta_{\text{H}_2\text{O}} = 17^\circ/22^\circ\text{C}$
 $p < 4 \text{ atü}$; $\Delta p < 1 \text{ at.}$

1.) <u>Gerätetyp:</u>	A 375	Stückzahl:	5	
2.) <u>Nennwerten:</u>				
2.1 Gleichstrom		$I_{dN ar}$	=	375 A
2.2 Lastwiderstand einschl.) <u>möglich</u>		$R_{max 75^{\circ}C}$	\leq	221 mOhm
Kabelwiderstand bei I_{dN}) <u>zulässig</u>		$R_{min 20^{\circ}C}$	\geq	40 mOhm
2.3 Gleichspannung		$U_{dN ar}$	=	83 V
2.4 Gleichrichter-Zweigstrom bei I_{dN}		$I_{zwN ar}$	=	125 A
		I_{zwNeff}	=	218 A
2.5 Gleichrichter-Strangstrom bei I_{dN}		I_{lNeff}	=	308 A
2.6 Netzseitige Anschlußleiterspannung		U_{lNeff}	=	380 V
2.7 Ideelle Leerlaufgleichsp. bei $U_{LN}, I_d = 0, \alpha = 0$		$U_{di ar}$	=	98 V
2.8 Netzseitiger Leiterstrom bei U_{LN}, I_{dN}, U_{dN}		I_{lNeff}	=	59 A

3.) Schaltung:

Doppelsternschaltung mit Saugdrossel und Nullanode. Stellglied: Thyristoren.

4.) Ungefährer Stellbereich

8 V bis 83 V

(Grenzen wegen Überlappung vom Strom abhängig)

5.) Transformatordaten:

5.1 Primäre Leiterspannung	$U_{L1} = 380 \text{ V} \pm 5\%$
5.2 Sekundäre Leiterspannung	$U_{11} = 146 \text{ V}$ (Anzapfung bei 73 V mit Handumschalter)
5.3 Sek.zul.Strom bei Selbstkühlung	$I_{11S} = 109 \text{ A}$
5.4 Sek.zul.Strom bei Fremdkühlung	$I_{11F} = \text{---}$
5.5 Kurzschlußspannung	$u_{k1} = \text{---}$
5.6 Isolationsklasse u. Kühlung	E/Luft; $t_1 < 35^\circ\text{C}$
5.7 Schaltgruppe	Y/yoy6 mit Saugdrossel (F2)

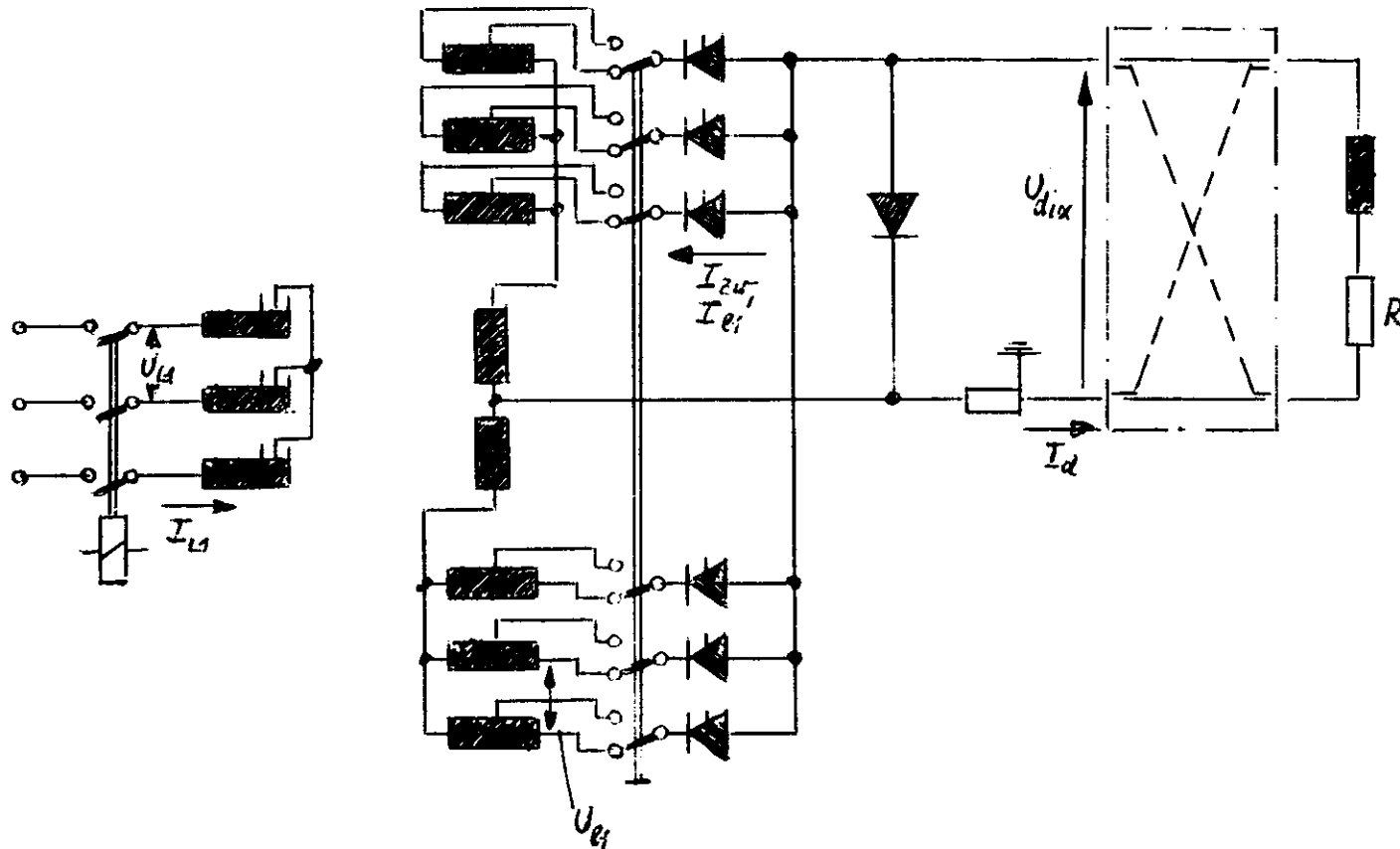
6.) Drosseln und Zusatztransformatoren

6.1 Saugdrossel, Typ und Daten :	AEG; U 212; FV 1710 - 04; $I_{\text{eff}} = 188 \text{ A}$ je Zweig;
6.2 Zusatztransformatoren :	---

7.) Steuerkennlinie

7.1 Ideelle Leerlaufgleichspannung	$U_{di} = \frac{3}{\pi} \cdot \overline{I_2} \cdot U_{er} / 2$
7.2 Lückgrenze	$\alpha_e = \pi/3$
7.3 $0 < \alpha < \pi/3$	$U_{di\alpha} = U_{di} \cdot \cos \alpha$
7.4 $\pi/3 < \alpha < 2\pi/3$	$U_{di\alpha} = U_{di} \cdot [1 + \cos(\alpha + \pi/3)]$
7.5	$U_{di\alpha} = \text{---}$
7.6 Pulszahl	$p = 6$
7.7 Hauptfrequenz der in der Gleichsp. enthaltenen Oberschwingungen	$f_p = 300 \text{ Hz}$

8.) Prinzipschaltbild: (Zeichnungssatz M 686/371)



9.) Gleichrichterdaten

Parallel je Zweig	$\hat{U}_{\text{schaltg.}}$ [V]	$\hat{U}_{\text{zul.}}$ [V]	I_n je Bauteil	$I_{\text{zul.}}$ je Bauteil bei Selbstkühl. Fremdkühl.		$\hat{I}_{\text{zul.}}$ bei ca. 20°C [A]	$((i^2 \cdot dt)_{\text{zul.}})$ [A ² s] Dioden u. Thyristoren bei ca. 125°C, Sicherungen bei ca. 25°C und $\hat{U}_{\text{zul.}}$
9.1 Dioden							
9.2 Diodensicherungen							
9.3 Thyristoren AEG BTY 13 AEG T 160/400	1 1	103 103	480 400	62,5 A _{ar} 62,5 A _{ar}	100 A _{ar} 200 A _{ar} 70 A _{ar} 160 A _{ar}	3000 3500	30 500
9.4 Thyristorsicherungen Even F 125 A	1	103	500	109 A _{eff}	125 A _{eff} 125 A _{eff}	—	
9.5 Nullanoden AEG Si 91 K	3	103	900	—	100 A _{ar} 220 A _{ar}	4700	110 000

10.) Elektronik

10.1 Gittersteuersatz

Typ und Schiebereich * : AEG, E-Nr. 432 - 920 - 830/01; ISG 6 - 3/01; $> 115^{\circ}$ elt.
Schwenkmöglichkeit über : —
Pulsdaten am Übertragerausgang : Mehrfachpulse; 20 μ s; 6 V, ca. 0,25 A; ca. 0,02 A/ μ s
Gittervorwiderstand : —
Gitterübertrager, Typ u. Daten : AEG 6/6 V
Gitterübertrager, Ersatztype : —

10.2 Istwertgeber-Typ

Daten : Shunt (Otto Wolff) NK 450 - 2a 93
3,00 mOhm abs. $\pm 0,03\%$; 375,0 A $\hat{=}$ 1125,0 mV

10.3 Sollwertgeber-Typ

Daten : DA-Wandler (DESY)
375,0 A $\hat{=}$ 10,000 V

10.4 Regler

: Stromregler [PI] mit Umkehrverstärker [P](DESY)

10.5 Sonstige Netzgeräte

: —

* wird voraussichtlich durch den Gittersteuersatz von DESY, Typ 180⁰/1, mit den zugehörigen Gitterübertragern und Vorwiderständen ersetzt.

11.) Hilfsspannungen

- 11.1 3 x 380 V ; 50 Hz + Mp + E (Drehfeld beachten!)
11.2 60 V GS
11.3 —

12.) Schaltgeräte

- 12.1 Gleichrichterschalter : Luftschütz von BBC SLA 60 mit Überstromrelais;
60 A; 500 V
- 12.2 Höchster zulässiger Sicherungsnennstrom : 60 A
- 12.3 Polwender (Leerschalter) : Kraus u. Naimer L 400 1 AW 283 X + S3R 330 S 823 + A16 1 HA 108 X
400 A; 500 V
- 12.4 Sonstige wichtige Schaltgeräte : Handumschalter, Kraus u. Naimer C 100 B 370 E/C16 A 220 X
100 A; 500 V

13.) Abmessungen und Gewicht

Breite	1300	mm
Tiefe	1150	mm
Höhe	2350	mm
Gewicht	< 1,2	t

14.) Kühlung

- 14.1 Halbleiter
14.2 Sicherungen
14.3 Shunt

Luft; $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$

1.) Gerätetyp: EI 375

Stückzahl: 5

2.) Nennwerten:

2.1 Gleichstrom

$I_{dN ar} = 375 \text{ A}$

2.2 Lastwiderstand einschl.) möglich
 Kabelwiderstand bei I_{dN}) zulässig

$R_{max 75^{\circ}C} \leq 221 \text{ m}\Omega$

$R_{min 20^{\circ}C} \geq 40 \text{ m}\Omega$

2.3 Gleichspannung

$U_{dN ar} = 83 \text{ V}$

2.4 Gleichrichter-Zweigstrom bei I_{dN}

$I_{zwN ar} = 125 \text{ A}$

$I_{zwNeff} = 218 \text{ A}$

2.5 Gleichrichter-Strangstrom bei I_{dN}

$I_{lNeff} = 308 \text{ A}$

2.6 Netzseitige Anschlußleiterspannung

$U_{LNeff} = 380 \text{ V}$

2.7 Ideelle Leerlaufgleichsp. bei $U_{LN}, I_d = 0, \alpha = 0$

$U_{di ar} = 93 \text{ V}$

2.8 Netzseitiger Leiterstrom bei U_{LN}, I_{dN}, U_{dN}

$I_{lNeff} = 56 \text{ A}$

3.) Schaltung:

Voll gesteuerte Brückenschaltung mit Nullanode. Stellglied: Thyristoren.

4.) Ungefährer Stellbereich

1 V bis 83 V

(Grenzen wegen Überlappung vom Strom abhängig)

5.) Transformatordaten:

5.1 Primäre Leiterspannung	U_{L1}	=	380 V \pm 5%
5.2 Sekundäre Leiterspannung	U_{11}	=	69 V (Anzapfung bei 34,5 V mit Umschalter)
5.3 Sek.zul.Strom bei Selbstkühlung	I_{11S}	=	306 A
5.4 Sek.zul.Strom bei Fremdkühlung	I_{11F}	=	—
5.5 Kurzschlußspannung	u_{k1}	=	3,5%
5.6 Isolationsklasse u. Kühlung			E/ Luft; $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$
5.7 Schaltgruppe			Yd5

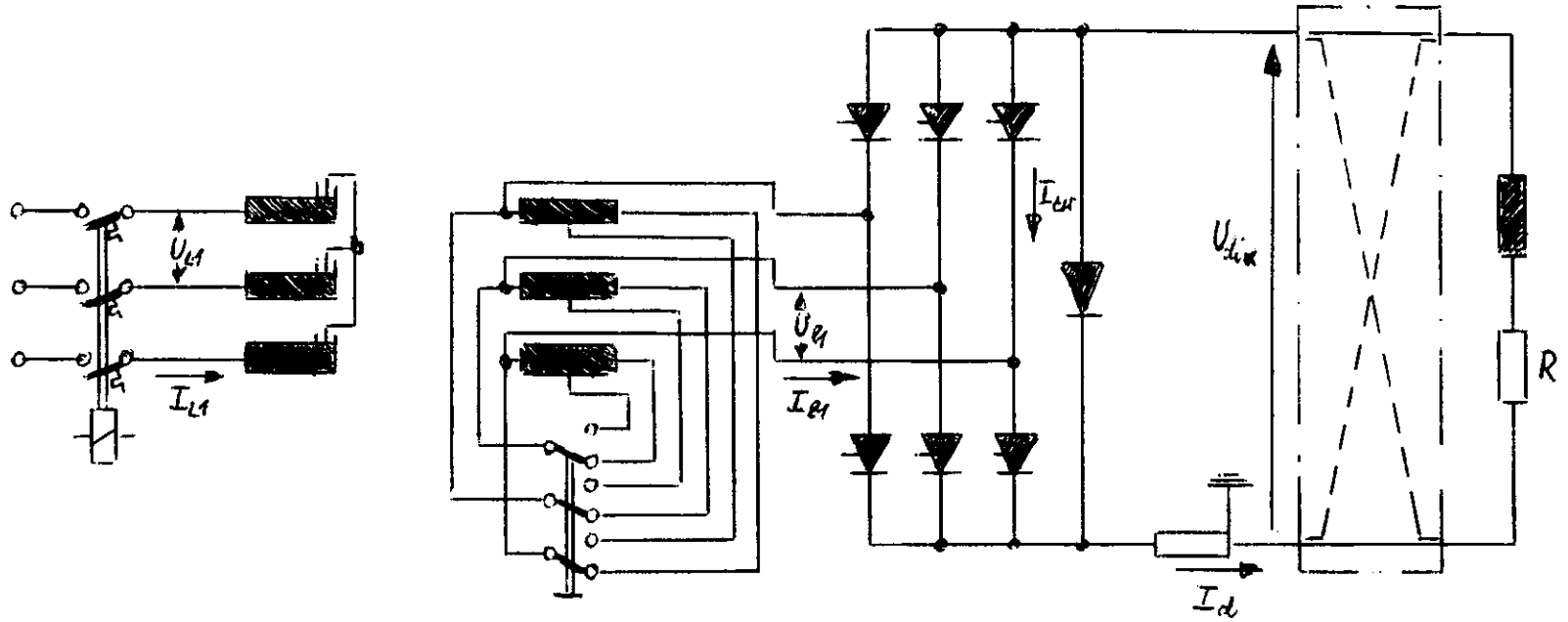
6.) Drosseln und Zusatztransformatoren

6.1 Saugdrossel, Typ und Daten	:	—
6.2 Zusatztransformatoren	:	—

7.) Steuerkennlinie

7.1 Ideelle Leerlaufgleichspannung	U_{di}	=	$3/\pi \cdot \sqrt{2} \cdot U_{e1}$
7.2 Lückgrenze	α_L	=	$\pi/3$
7.3 $0 < \alpha < \pi/3$	$U_{di\alpha}$	=	$U_{di} \cdot \cos \alpha$
7.4 $\pi/3 < \alpha < 2\pi/3$	$U_{di\alpha}$	=	$U_{di} \cdot [1 + \cos(\alpha + \pi/3)]$
7.5	$U_{di\alpha}$	=	—
7.6 Pulszahl	p	=	6
7.7 Hauptfrequenz der in der Gleichsp. enthaltenen Oberschwingungen	f_{ν}	=	300 Hz

8.) Prinzipschaltbild: (Zeichnungssatz M 686/27.1)



9.) Gleichrichterdaten

Parallel je Zweig	$\hat{U}_{\text{schaltg.}}$ [V]	$\hat{U}_{\text{zul.}}$ [V]	I_n je Bauteil	$I_{\text{zul.}}$ je Bauteil bei		$\hat{I}_{\text{zul.}}$ bei ca. 120°C [A]	$\int (i^2 dt)_{\text{zul.}}$ [A ² s] Dioden u. Thyristo- ren bei ca. 125°C, Sicherungen bei ca. 25°C und $\hat{U}_{\text{zul.}}$
				Selbstkühl.	Fremdkühl.		
9.1 Dioden							
9.2 Diodensicherungen							
9.3 Thyristoren							
BBC CS 75/200	1	98	200*	125 A _{ar}	ca. 75 A _{ar}	ca. 125 A _{ar}	—
BBC CS 130-08go2	1	98	800	125 A _{ar}	70 A _{ar}	135 A _{ar}	3000 45 000
9.4 Thyristorsicherungen							
Siemens R 1240sf-3/350	1	98	500	218 A _{eff}	350 A _{eff}	350 A _{eff}	— 36 000
9.5 Nullanoden							
Semikron SK 100/06	1	98	600	—	126 A _{ar}	240 A _{ar}	8000 300 000
Semikron SKN 320/04	1	98	400	—	126 A _{ar}	240 A _{ar}	8000 300 000

* mit Spannungsreserve für kurzzeitige Überspannungen.

10.) Elektronik

10.1 Gittersteuersatz

Typ und Schiebereich : BBC, I-Gittersteuersatz MVI 2 452 963 u. Beschreibung TMC₀ 21/61; $\gt 120^{\circ}$ elt.
Schwenkmöglichkeit über : Schwenktransformator für Stufen 15° elt. (umlötbar) und 30° elt.
Pulsdaten am Übertragerausgang : Doppelpulse; $200 \mu\text{s}$; 15 V; ca. 0,8 A; ca. $0,02 \text{ A}/\mu\text{s}$
Gittervorwiderstand : 10 Ohm
Gitterübertrager, Typ u. Daten : BBC, BV 2686; 50/15 V
Gitterübertrager, Ersatztype : —

10.2 Istwertgeber-Typ

Daten : Shunt (Otto Wolff) NK 450 - 2a93
: $3,00 \text{ m}\Omega$ abs. $\pm 0,03\%$; $375,0 \text{ A} \hat{=} 1125,0 \text{ mV}$

10.3 Sollwertgeber-Typ

Daten : DA-Wandler (DESY)
: $375,0 \text{ A} \hat{=} 10,000 \text{ V}$

10.4 Regler

: Stromregler [PI] mit Umkehrverstärker [P] (DESY)

10.5 Sonstige Netzgeräte

: —

11.) Hilfsspannungen

- 11.1 3 x 380 V; 50 Hz + Mp + E (Drehfeld beachten!)
- 11.2 60 V GS
- 11.3 —

12.) Schaltgeräte

- 12.1 Gleichrichterschalter : Luftschütz von BBC SLA 60 mit Überstromrelais
60 A; 500 V
- 12.2 Höchster zulässiger Sicherungsnennstrom : 63 A
- 12.3 Polwender (Leerschalter) : Kraus u. Naimer L 400 1 AW 551X + S3 R 330 S 823 + A1HA 109 X
400 A; 500 V
- 12.4 Sonstige wichtige Schaltgeräte : Handumschalter ; Kraus u. Naimer L 400 A 223; 400 A; 500 V

13.) Abmessungen und Gewicht

Breite	1460	mm
Tiefe	800	mm
Höhe	1860	mm
Gewicht	< 1	t

14.) Kühlung

14.1 Halbleiter

14.2 Sicherungen

14.3 Shunt

Luft; ~~A~~ < 35°C

1.) Gerätetyp: R 375 (unregelt,
kein Polwender)

Stückzahl: 6

2.) Nennwerten:

2.1 Gleichstrom

$I_{dN \text{ ar}}$ = 375 A

2.2 Lastwiderstand einschl.) möglich
Kabelwiderstand bei I_{dN}) zulässig

$R_{\text{max } 75^{\circ}\text{C}}$ \leq 213 m Ω

$R_{\text{min } 20^{\circ}\text{C}}$ \geq 100 m Ω

2.3 Gleichspannung

$U_{dN \text{ ar}}$ = 94 V

2.4 Gleichrichter-Zweigstrom bei I_{dN}

$I_{\text{zwN ar}}$ = 125 A

I_{zwNeff} = 218 A

2.5 Gleichrichter-Strangstrom bei I_{dN}

I_{INeff} = 308 A

2.6 Netzseitige Anschlußleiterspannung

U_{LNeff} = 380 V

2.7 Ideelle Leerlaufgleichsp. bei U_{LN} , $I_d = 0, \alpha = 0$

$U_{\text{di ar}}$ = 107 V

2.8 Netzseitiger Leiterstrom bei U_{LN} , I_{dN} , U_{dN}

I_{LNeff} = 64 A

3.) Schaltung:

Halb gesteuerte Brückenschaltung mit unsymmetrischer Versorgungsspannung und Nullanoden.
Stellglied: Thyristoren.

4.) Ungefährer Stellbereich

40 V bis 80 V

(Grenzen wegen Überlappung vom Strom abhängig)

5.) Transformatordaten:

5.1 Primäre Leiterspannung

$$U_{L1} = 380 \text{ V} \pm 5\%$$

5.2 Sekundäre Leiterspannung

$$U_{11} = 80 \text{ V (Anzapfung bei 40 V)}$$

5.3 Sek.zul.Strom bei Selbstkühlung

$$I_{11S} = \text{---}$$

5.4 Sek.zul.Strom bei Fremdkühlung

$$I_{11F} = 308 \text{ A}$$

5.5 Kurzschlußspannung

$$u_{k1} = \text{---}$$

5.6 Isolationsklasse u. Kühlung

E/ Luft; $\vartheta < 35^\circ\text{C}$

5.7 Schaltgruppe

Dy5

6.) Drosseln und Zusatztransformatoren

6.1 Saugdrossel, Typ und Daten :

6.2 Zusatztransformatoren :

Eine Zusatzwindung am Gleichrichtertransformator pro Phase; U_Z ca. 2 V.

6.3 Transduktoren :

7.) Steuerkennlinie

7.1 Ideelle Leerlaufgleichspannung

$$U_{di} = \frac{3}{\pi} \cdot \sqrt{2} \cdot U_{e1}$$

7.2 Lückgrenze

$$\alpha_e = \pi/3$$

7.3 $0 < \alpha < \pi$ (Begrenzung bei

$$U_{di\alpha} = U_{di}/2 \cdot [1 + \cos \alpha]$$

7.4 $\alpha = \tilde{\pi}/2$)

$$U_{di\alpha} = \text{---}$$

7.5

$$U_{di\alpha} = \text{---}$$

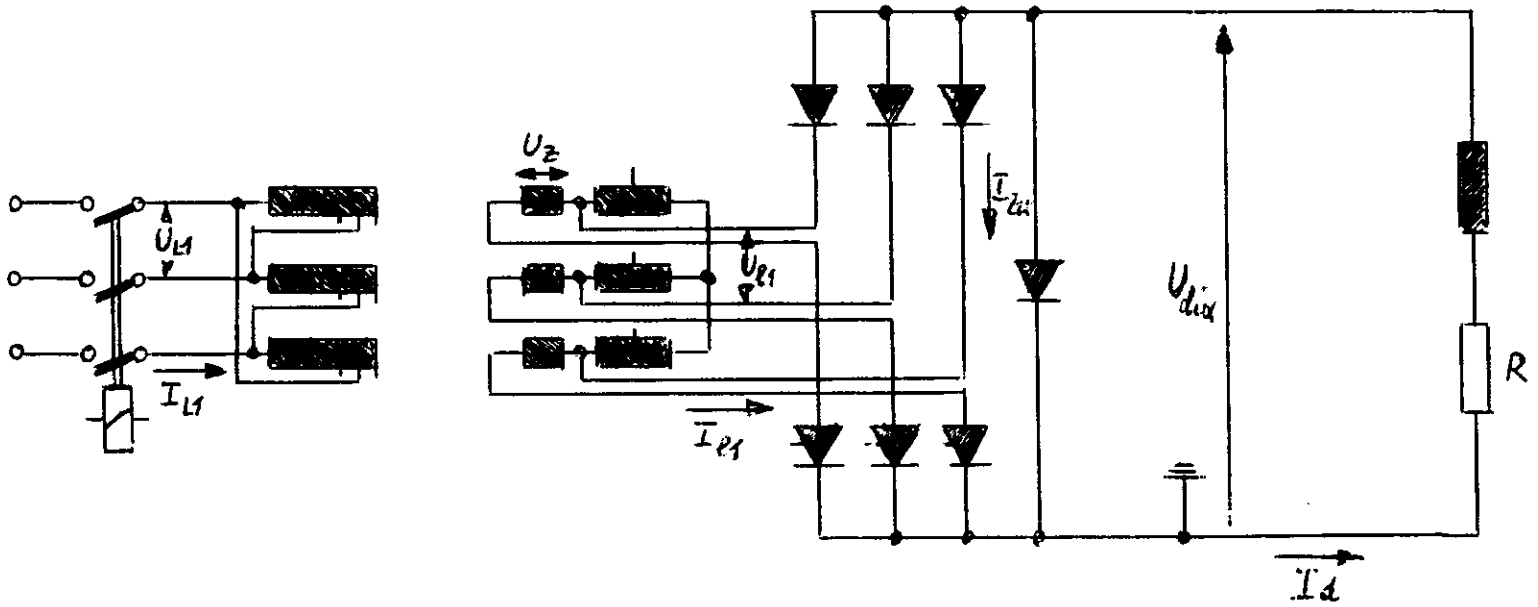
7.6 Pulszahl

$$p = 6$$

7.7 Hauptfrequenz der in der Gleichsp.
enthaltenen Oberschwingungen

$$f_{\nu} = 300 \text{ Hz}$$

8.) Prinzipschaltbild: (Zeichnungssatz M 686/43.1)



9.) Gleichrichterdaten

Parallel je Zweig	\hat{U} schaltg. [V]	\hat{U} zul. [V]	I_n je Bauteil	$I_{zul.}$ je Bauteil bei		$\hat{I}_{zul.}$ bei ca. 120°C [A]	$((i^2 \cdot dt)_{zul.} [A^2 s])$ Dioden u. Thyristo- ren bei ca. 125°C, Sicherungen bei ca. 25°C und $\hat{U}_{zul.}$
				Selbstkühl.	Fremdkühl.		
9.1 Dioden Siemens SSi L0520	1	118	300	125 A _{ar}	100 A _{ar} 210 A _{ar}	4200	55 000
9.2 Diodensicherungen Siemens R 1240 sf-3/350	1	118	500	218 A _{eff}	350 A _{eff} 350 A _{eff}	—	36 000
Siemens 2 NC2 - 427	1	118	500	218 A _{eff}	250 A _{eff} 250 A _{eff}	—	62 000
9.3 Thyristoren Siemens BStL 0225	1	118	250	125 A _{ar}	75 A _{ar} 120 A _{ar}	2100	22 500
9.4 Thyristorsicherungen Siemens R 1240 sf-3/350	1	118	500	218 A _{eff}	350 A _{eff} 350 A _{eff}	—	36 000
Siemens 2 NC2 - 427	1	118	500	218 A _{eff}	250 A _{eff} 250 A _{eff}	—	62 000
9.5 Nullanoden Siemens SSi L0520	1	118	300	—	100 A _{ar} 210 A _{ar}	4200	55 000

10.) Elektronik

10.1 Gittersteuersatz

Typ und Schiebereich : Siemens St - GR 1/D nach 2 AM. 465 801.9003 SP1; ca. 90°elt.
Schwenkmöglichkeit über : Schwenktransformator in Stufen von 30° elt. durch Umlöten.
Pulsdaten am Übertragerausgang : Einfachpulse; 30 μ s; 3,5 V; ca. 0,5 A; ca. 0,03 A/ μ s
Gittervorwiderstand : —
Gitterübertrager, Typ u. Daten : —
Gitterübertrager, Ersatztype : —

10.2 Istwertgeber-Typ : —
Daten

10.3 Sollwertgeber-Typ : —
Daten

10.4 Regler : —

10.5 Sonstige Netzgeräte : —

11.) Hilfsspannungen

- 11.1 3 x 380 V; 50 Hz + Mp + E (Drehfeld beachten!)
- 11.2 60 V GS
- 11.3 —

12.) Schaltgeräte

- 12.1 Gleichrichterschalter : Luftschütz von BBC SLA 60 mit Überstromrelais;
60 A; 500 V
- 12.2 Höchster zulässiger Sicherungsnennstrom : 60 A
- 12.3 Polwender (Leerschalter) : —
- 12.4 Sonstige wichtige Schaltgeräte : —

13.) Abmessungen und Gewicht

Breite	900	mm
Tiefe	1000	mm
Höhe	1960	mm
Gewicht	< 1	t

14.) Kühlung

- 14.1 Halbleiter
 - 14.2 Sicherungen
- } Luft; $\vartheta < 35^{\circ}\text{C}$

