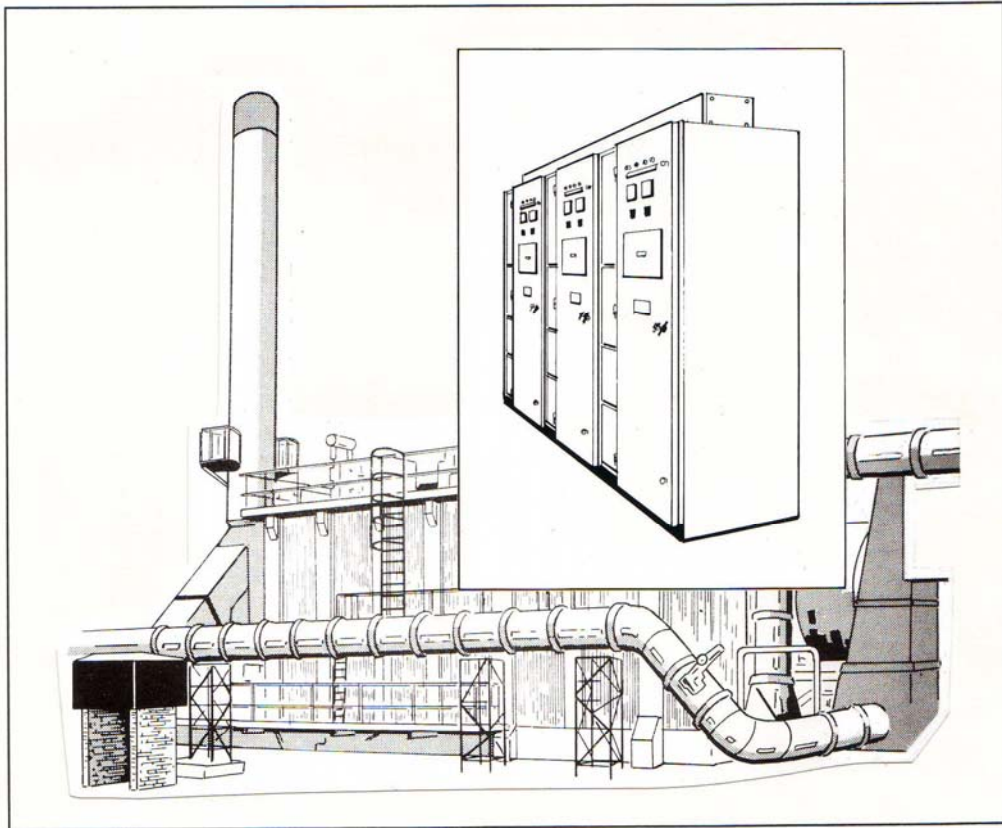


DEAKIN

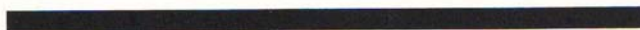
RECTIFIERS

DAVENSET®



**THYRISTOR REGULATED
HIGH VOLTAGE RECTIFIERS FOR
ELECTROSTATIC PRECIPITATION**

**THYRISTORGEREGELTE
HOCHSPANNUNGSGLEICHTER FÜR
ELEKTROFILTERANLAGEN**



Introduction

Deakin Davenset Rectifiers has been concerned with the design and manufacture of rectifier equipments for electrostatic precipitators for over 30 years. Such equipments must be able to deal with the many different operating conditions which can exist in the various applications in which electrostatic precipitators are used.

Westinghouse experience in the control of precipitator power supplies has been gained in power stations; in refuse disposal plants; and in steel, chemical and other manufacturing industries. Our equipments are installed on precipitators for collecting fly ash, for extracting the dust particles from cement, gypsum and magnesium manufacturing processes; for removing particles from gases produced in arc furnaces and sinter plants and from the burning of black liquor and other materials.

Einleitung

Deakin Davenset Rectifiers befaßt sich seit über 30 Jahren mit der Konstruktion und Herstellung von Gleichrichtersätzen für Elektrofilter. Derartige Einrichtungen müssen den sehr unterschiedlichen Betriebsbedingungen genügen, die bei den vielfältigen Anwendungen von Elektrofiltern vorkommen. Unsere Firma hat ihre Erfahrungen auf dem Gebiet der Stromversorgungsregelung von Elektrofiltern in Kraftwerken und Müllverbrennungsanlagen sowie in der Eisen- und Sthlindustrie, in der chemischen Industrie und in anderen Industriezweigen gesammelt. Unsere Erzeugnisse sind in Elektrofiltern installiert, die zur Abscheidung von Flugasche und von Staubteilchen bei der Zement-, Gips- und Magnesiumherstellung sowie zur Entstaubung von in Lichtbogenöfen und Sinteranlagen als auch bei der Verbrennung von Schwarzlauge und anderen Stoffen erzeugten Gasen dienen.

Requirements of a control system

Because continuously varying factors affect the operation of the precipitator during the gas-cleaning process, it is desirable to have a control system which is able to react to any changes - or combination of changes - in load, likely to be met with in particular processes.

Some of the requirements for an efficient control system are:

1. Efficient sensing of the conditions in the precipitator at any instant.
2. Rapid adjustment of the rectifier output to the optimum level, to meet continual changes in load characteristics.
3. Discrimination between tolerable operating conditions and potential fault conditions.
4. Ability to protect against fault or dangerous operating conditions in the precipitator.
5. Easily adjustable parameters to adapt to different processes.

Anforderungen an ein Regelsystem

Da der Betrieb des Elektrofilters bei der Gasentstaubung durch ständig wechselnde Faktoren beeinflusst wird, ist ein Regelsystem erforderlich, das auf jede Beladungsänderung oder auf eine Kombination von Beladungsänderungen anspricht, die bei bestimmten Prozessen auftreten können.

Eine leistungsfähiges Regelsystem sollte beispielsweise folgende Anforderungen erfüllen:

1. Wirksames Erfassen der Betriebszustände im Elektrofilter zu jedem Zeitpunkt.
 2. Schnelle Nachstellung des Gleichrichterausgangs auf einen optimalen Wert zu Anpassung an die sich ständig ändernden Beladungseigenschaften.
 3. Unterscheidung zwischen zulässigen Betriebszuständen und möglichen Störungen.
 4. Schutz gegen fehlerhafte oder gefährliche Betriebszustände im Elektrofilter.
 5. Leicht einstellbare Sollgrößen zwecks Anpassung an verschiedenartige Prozesse.
-

Advantages of the system

Initial setting-up to suit a specific set of operating conditions in any precipitator is easily carried out by means of a 'voltage step' control, a 'voltage recovery-slope' control, and a 'maximum output-level' control.

Separate visual indication of arcs and sparks is provided by light-emitting diodes. This facility is an additional aid in observing the level of instability of the gas in the precipitator.

This sensing takes place at the input to the high-voltage transformer, thus eliminating the need for monitoring circuits in the high-voltage part of the equipment.

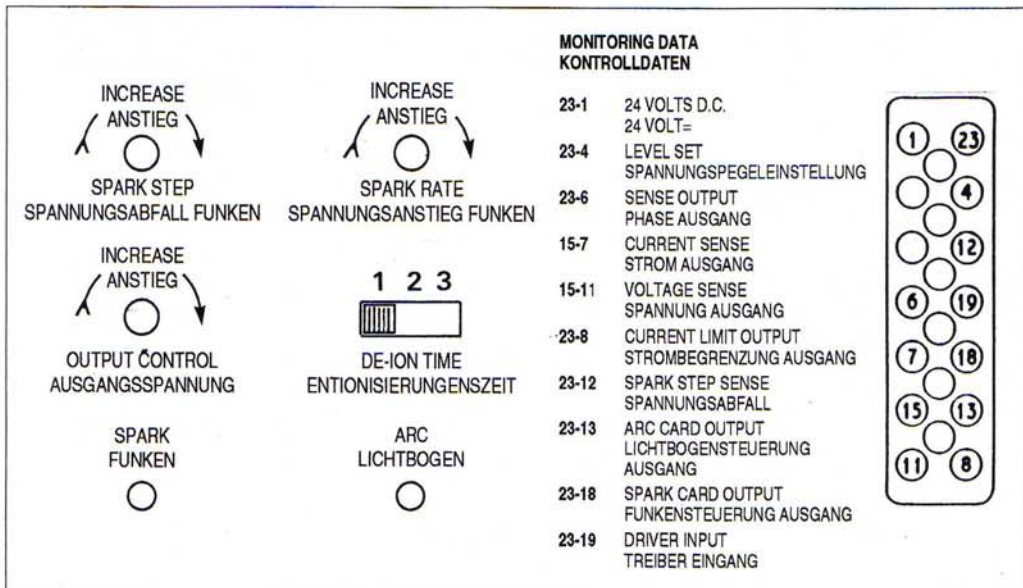
Vorteile des Systems

Die erste Einstellung für eine bestimmte Gruppe von Betriebszuständen in jedem beliebigen Elektrofilter kann ohne Schwierigkeit mit Hilfe je eines Reglers für die Herunterschaltung der Spannung, den Spannungswiederanstieg und die Festsetzung der maimalen Ausgangsspannung vorgenommen werden.

Eine getrennte Sichtanzeige von Lichtbögen und Funken erfolgt durch Leuchtdioden. Dies ist ein zusätzliches Hilfsmittel für die Beobachtung des Instabilitätsgrades des Gases im Elektrofilter.

Die Messung erfolgt am Eingang des Hochspannungstransformators, so daß keine Überwachungskreise im Hochspannungsteil der Anlage erforderlich sind.

Fig 4 Layout of control fascia
Bild 4 Beschriftung der Frontplatte



The high voltage power unit

The high-voltage transformer and full-wavebridge are oil-immersed in a tank which is fitted with cooling tubes as required for the rating of the equipment.

Standard fittings are:

- Oil conservator
- Vertical HV bushing
- LT terminal box
- Dial type thermometer with thermostat
- Thermometer pocket
- Positive earth boss
- Drain cock and filler cock
- Bi-directional rollers

Alternative and additional features may be fitted if required:

- Horizontal HV bushing
- Earthing switch in extension ducting
- Extension ducting for mounting d.c. cable terminals
- Buchholz type gas alarm relay.

Das Hochspannungs-Gleichrichtergerät

Der Hochspannungstransformator und die Zweiweg-Gleichrichterbrücke sind in einem Ölbad untergebracht, das durch ein den Betriebsdaten der Anlage entsprechendes Kühlrohrsystem gekühlt wird.

- Standardausrüstung:
- Ölvorratsbehälter
 - Senkrechte HS-Durchführung
 - NS-Anschlußblock (NS = Niederspannung)
 - Zeigerthermometer mit Thermostat
 - Thermometerbehälter
 - Positiv-Masseanschluß
 - Abläß-und Füllhahn
 - Laufrollen, seitlich schwenkbar

Nach Bedarf können folgende alternative bzw. zusätzliche Einrichtungen eingebaut werden:

- Waagerechte HS-Durchführung
 - Erdungsschalter im Rohransatz
 - Rohransatz zum Einbau von Gleichstromkabelklemmen
 - Buchholzsches Gasmelderrelais
-

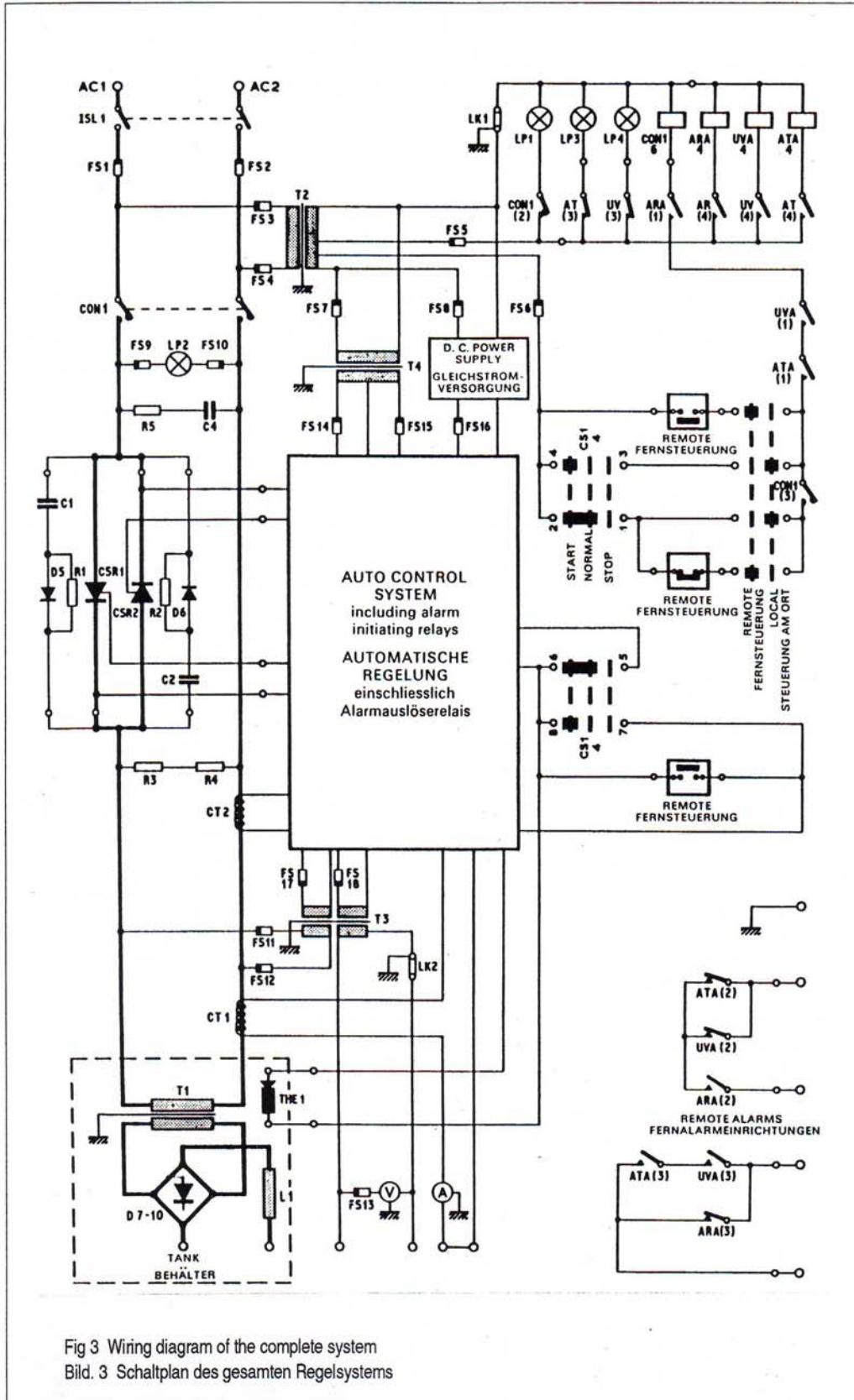


Fig 3 Wiring diagram of the complete system
 Bild. 3 Schaltplan des gesamten Regelsystems

The control cubicle

This is a specially designed cubicle of robust construction, for indoor use. It has a compartment which is completely sealed and dustproof when the door is shut. This compartment contains all components except the thyristor heatsinks and the a.c. isolator. The thyristor heatsinks are located in an adjacent compartment, and are cooled by natural air-convection flow.

Standard fittings and facilities are:

Primary voltmeter (scaled in kV)	"HV on" warning light
Primary ammeter (scaled in mA)	"HV trip - undervoltage" warning light
A.C. Isolator	"HV trip - oil fault" warning light
HV Stop/Start switch	Access door to precipitator control-rack
Local/Remote control switch	Terminals for remote meters, remote
"A.C. on" warning light	alarm devices and remote on/off controls.

Mechanical interlocks are normally included on the a.c. isolator and the cubicle door, from which the interlocking sequence may be extended if desired.

Primary metering only is fitted as standard, because measurement of the equivalent precipitator current is extremely accurate; indication of the equivalent output voltage is adequate. Primary metering avoids the necessity for measuring circuits on the high-voltage side of the transformer. Direct-metering of the d.c. output, however, can be provided if required.

Der Reglerkasten

Es handelt sich um einen speziell konstruierten Kasten von robuster Bauweise für den Innengebrauch. Er hat ein Fach, das bei geschlossener Tür völlig dicht und staubgeschützt ist. Das Fach enthält alle Bauteile außer den Wärmeableitungen der Thyristoren und dem Netzschalter. Die Wärmeableitungen für die Thyristoren befinden sich in einem benachbarten Fach und werden durch die natürliche Luftzirkulation gekühlt.

Standardausrüstung für Bedienung und Anzeige:

Primär-Voltmeter (Skala in kV)	Anzeigelampe "HS Ein"
Primär-Ampèremeter (Skala in mA)	Anzeigelampe "HS Aus - Unterspannung"
Netzschalter	Anzeigelampe "HS Aus - Öldefekt"
HS-Stop/Start-Schalter (HS = Hochspannung)	Zugangstür zum Reglerteil des Elektrofilters
Orts/Fern-Schalter	Anschlußklemmen für Fernmeßgeräte, Fernalarmgeräte
Anzeigelampe "~ Ein"	und die Fern-Ein/Aus-Schaltung.

Mechanische Abschaltvorrichtungen sind normalerweise am Netzschalter und an der Kastentür vorgesehen, die beim Öffnen zusätzliche Sperrelemente, die nach Wunsch eingebaut werden können, zugänglich machen.

Als Standardausrüstung sind Meßinstrumente lediglich im Primärkreis vorgesehen, da die Messung des äquivalenten Elektrofilterstroms außerordentlich genau ist. Die Anzeige der äquivalenten Ausgangsspannung ist ausreichend. Die primärseitige Messung hat den Vorteil, daß man ohne Meßkreise auf der Hochspannungsseite des Transformators auskommt. Eine Direktmessung des Gleichstromausgangs kann jedoch auf Wunsch vorgesehen werden.

Table 1 Dimensions of control cubicle
Tabelle 1 Bemessung des steuerkastens

Maximum mean output current maximaler mittlerer Ausgangsstrom		Dimensions Abmessungen				Weight Gewicht
R	Filter	F	G	H	I	
mA	mA	mm	mm	mm	mm	kg
150	125	1829	152	660	1016	225
250	205	1829	152	660	1016	225
350	290	1829	152	660	1016	225
500	415	1829	152	660	1016	225
750	620	1829	152	660	1016	225
1000	830	1829	152	660	1016	225
1200	1000	1829	152	660	1016	225
1465	1200	1829	152	660	1016	225
1830	1500	1829	200	660	1265	260
2440	2000	1829	200	660	1265	260

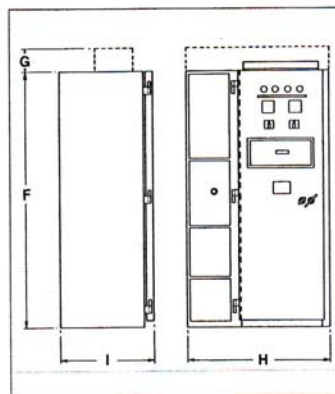


Table 2 High voltage rectifiers - ratings
Tabelle 2 Hochspannungs-Gleichrichter - Betriebsdaten

Maximum mean output current Maximaler mittlerer Ausgangsstrom		Rating Nennleistung	Maximum input current Maximaler Eingangsstrom				Figure Bild.
R	Filter		380V	415V	440V	500V	
mA	mA	kVA	A	A	A	A	
150	125	9.80	25.80	23.60	22.30	19.60	6
250	205	16.30	43.30	39.30	37.40	32.80	6
350	290	22.20	58.50	53.50	50.50	44.50	6
500	415	32.60	86.00	78.60	74.00	65.30	6
750	620	49.00	129.00	118.00	111.00	98.00	6
1000	830	65.20	173.00	157.00	149.00	131.00	6
1200	1000	78.20	206.00	188.50	178.00	157.00	6
1465	1200	100.00	263.00	241.00	228.00	200.00	6
1830	1500	127.00	334.00	306.00	288.00	254.00	7
2440	2000	170.00	447.00	410.00	386.00	340.00	7

Note: KVA and input currents given in this table are based on full load output current at 50 per cent output voltage.

Anmerkung: Die in der obigen Tabelle angegebenen Werte für Nennleistung und Eingangsstrom basieren auf Vollast-Ausgangsstrom bei 50% Ausgangsspannung.

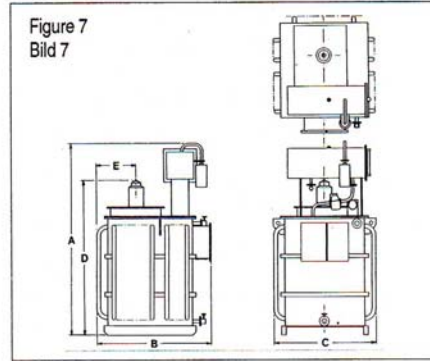
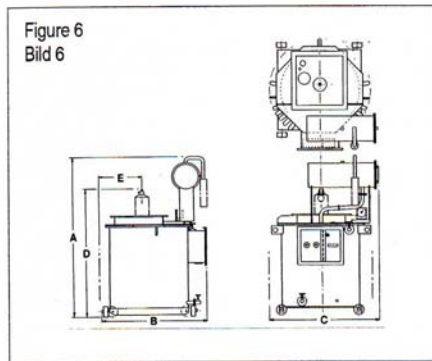


Table 3 High voltage rectifier - dimensions
Tabelle 3 Hochspannungs-Gleichrichter - Bemessung

Maximum mean output current Maximaler mittlerer Ausgangsstrom		Dimensions Abmessungen					Weight Gewicht	Figure Bild.
R	Filter	A	B	C	D	E		
mA	mA	mm	mm	mm	mm	mm	kg	
150	125	2137	1467	1352	1705	629	1524	6
250	205	2137	1467	1352	1705	629	1524	6
350	290	2137	1467	1352	1705	629	1524	6
500	415	2137	1467	1352	1705	629	1524	6
750	620	2137	1467	1352	1705	629	1524	6
1000	830	2137	1467	1352	1705	629	1524	6
1200	1000	2137	1467	1352	1705	629	1524	6
1440	1200	2137	1467	1352	1705	629	1524	6
1800	1500	2523	1219	1330	2145	530	2100	7
2400	2000	2523	1219	1330	2145	530	2200	7

K.H. Deakin (Engineering Services) Ltd.

Hunters Lane, Rugby, Warwickshire CV21 1EA ENGLAND Tel: +44 788 541326 Fax: +44 788 540937
 Unit RL 22a Ricasoli Industrial Estate, MALTA Tel: 010 356 692898 Fax: 010 356 692897

In accordance with the company's policy of continuous product improvement, we reserve the right to make amendments to the product specification.

The Control System

The system automatically increases the voltage output from the rectifier until the load becomes unstable, and a flashover occurs. The system then instantly steps down the voltage, then starts to increase it again until a further flashover occurs.

The detection of sparks or arcing in the precipitator is based on the definition that a spark is assumed to be of short duration and occurs within one half-cycle of the supply frequency; while an arc is of longer duration and persists into the following half-cycle, or more, of the supply.

Current and voltage are sensed on the primary (low voltage) side of the high-voltage transformer, and are fed into a circuit which detects the phase-difference between voltage and current caused by the spark or arc, whatever its magnitude. A signal is then passed simultaneously to spark-control and arc-control circuits.

In the case of a spark, the spark-control circuit issues a signal to the thyristor regulator to reduce the output voltage of the equipment instantly, by a pre-set amount; then allows it to recover at a pre-set rate, until another spark occurs, or the maximum output voltage level is reached.

In the case of an arc, the arc-control circuit will issue an overriding signal to the thyristor regulator to reduce the output to zero, where it is held for an adjustable period not exceeding 90ms. The voltage is then allowed to recover rapidly until the normal recovery slope, as set on the spark-control circuit, is intersected and resumed.

If the condition causing the arc in the precipitator persists, and successive voltage reductions occur, the equipment is automatically switched off by an under-voltage circuit whose time-delay is adjustable between 0 and 20 seconds.

Das Regelsystem

Das System erhöht automatisch die Ausgangsspannung der Gleichrichtereinheit, bis das Gas instabil wird und ein Überschlag eintritt. Daraufhin wird die Spannung sofort heruntergeschaltet und anschließend wieder angehoben, bis der nächste Überschlag erfolgt.

Funkenüberschlag oder Lichtbogenbildung im Elektrofilter werden aufgrund einer Definition nachgewiesen. Hiernach wird angenommen, daß ein Funken von kurzer Dauer ist und während einer Halbperiode der Speisefrequenz auftritt, während ein Lichtbogen von längerer Dauer ist und bis in die folgende Halbperiode der Speisefrequenz oder noch länger anhält.

Strom und Spannung werden auf der Primärseite (Niederspannungsseite) des Hochspannungstransformators erfaßt und als Meßwerte einem Schaltkreis zugeführt, der die vom Funken oder Lichtbogen verursachte Phasenabweichung zwischen Spannung und Strom, gleichgültig wie groß sie ist, feststellt. Ein Signal wird dann gleichzeitig auf die Schaltkreise zur Funken- und Lichtbogensteuerung gegeben.

Handelt es sich um einen Funken, so sendet der Funkensteuerkreis ein Signal zum Thyristorsteller, wodurch die Ausgangsspannung der Anlage augenblicklich um einen voreingestellten Wert herabgesetzt wird. Anschließend steigt die Spannung mit voreingestellter Geschwindigkeit wieder an, bis ein neuer Funkenüberschlag auftritt oder die maximale Ausgangsspannung erreicht ist.

Wenn es sich um einen Lichtbogen handelt, sendet der Lichtbogensteuerkreis ein Übersteuerungssignal an den Thyristorsteller, durch das die Spannung auf Null reduziert wird, wo sie während einer einstellbaren Zeitspanne von nicht länger als 90 ms verbleibt. Dann erfolgt ein rascher Wiederanstieg der Spannung, bis die normale, am Funkensteuerkreis eingestellte Erholungskurve geschnitten und von da ab weiter befolgt wird.

Hält der den Lichtbogen verursachende Betriebszustand im Elektrofilter an und treten aufeinanderfolgende Spannungsabfälle auf, so wird die Anlage durch einen Unterspannungskreis, dessen Schaltverzögerung zwischen 0 und 20 Sek. einstellbar ist, automatisch abgeschaltet.

Fig 1 Control function for variation in gas state

Bild 1 Filtersteuerung bei Änderung des Gaszustands

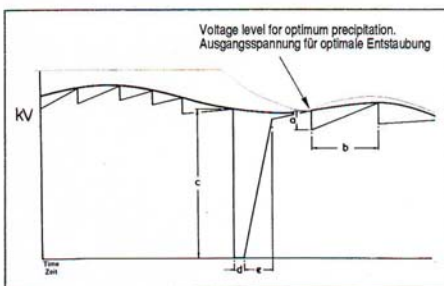


Fig 1 / Bild 1

- a) step
Spannungsabfall
- b) recovery
Spannungsanstieg
- c) arc-response
Spannungsabfall bei
Lichtbogenbildung
- d) de-ion time
Entionisierungszeit

- e) recovery after arc extinction
Spannungsanstieg nach dem
Löschen des Lichtbogens

Fig 2 / Bild 2

- 1 A.C. mains input
Wechselstromnetz Eingänge
- 2 Thyristor bridge
Thyristor-Brücke

- 3 HV rectifier transformer
Hochspannungsgleichrichter-
Transformator
- 4 D.C. output
Gleichstromausgang
- 5 Driver
Treiber
- 6 Current limit
Strom-Grenzwert
- 7 De ion
Entionisierung

- 8 Phase sensing
Phasenmessung
- 9 Undervoltage alarm
Unterspannungsanzeige
- 10 UV-relay
Unterspannungsrelais
- 11 Arc control
Lichtbogenregelung
- 12 Rate
Spannungsanstieg

- 13 Step
Spannungsabfall
- 14 Spark control
Funkenregelung
- 15 Output level
Ausgangsspannung
- 16 D.C. power supply
Gleichstromversorgung

Fig 2 Control system - block schematic

Bild 2 Blockschaltschema des Regelsystems

