

Wirtschaftspatent

- Erteilt gemäÙ § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

1580 67

Int.Cl.³

3(51) G 07 C 3/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 07 C/ 2290 532 (22) 08.04.81 (44) 22.12.82

- (71) ORGREB-INSTITUT FÜR KRAFTWERKE, VETSCHAU; DD;
(72) GRABIG, JUERGEN, DR.-ING.; GOEHLERT, BERTHOLD, DIPL.-ING.; PIRNER, EBERHARD, DIPL.-ING.;
WIERICK, DIETER, DR.-ING.; DD;
ALTMANN, JUERGEN, DIPL.-ING.; PREUSSLER, KLAUS, DIPL.-ING.; VON WOEDTKE, WOLFGANG, DIPL.-ING.;
NERGER, DIETER, DIPL.-ING.; DD;
ROTHE, MANFRED, DIPL.-ING. OEC.; SEISUM, HELMUT, DIPL.-ING.; DD;
(73) siehe (72)
(74) HARTMUT KIPF, ORGREB-INST. F. KRAFTW., ABT. R. U. N., 1058 BERLIN, SCHOENHAUSER
ALLEE 149

(54) VERFAHREN ZUR FÜHRUNG EINES KRAFTWERKSBLOCKES

57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Führung eines Kraftwerksblockes nach Kriterien der Beanspruchung und des Lebensdauerverbrauches, wobei die am Bauteil gewonnenen Meßwerte über einer Prozeßein- und -ausgabe einem Rechner zugeführt, verarbeitet, abgespeichert, die kontinuierlich verarbeiteten Meß- und Rechenwerte zeitlich auf Trend und Absolutgröße überwacht und bei Überschreitung lebensdauerrelevanter Kriterien Ausgangssignale gebildet werden. Zur komplexen Führung und Überwachung des Kraftwerksblockes sollen unter Verwendung des bekannten Verfahrens der Bauteilüberwachung und Prozeßführung nach Kriterien der Beanspruchung und des Lebensdauerverbrauches die kritischen Bauteile des Blockes ermittelt werden. Erfindungsgemäß werden für die kritischen und prozeßbestimmenden Bauteile des Kraftwerksblockes physikalische und technologische Freibeträge ermittelt, das kritischste Bauteil anhand der physikalischen Freibeträge unter Berücksichtigung technologischer Wechselwirkungen mit einem Leitrechner ausgewählt und dessen Parameter für die momentane Führunggröße verwendet und diese mit besonderen Bedienungshinweisen für technologische Schalthandlungen ausgegeben.

229053 2

Titel

Verfahren zur Führung eines Kraftwerksblockes

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Führung eines Kraftwerksblockes nach Kriterien der Beanspruchung und des Lebensdauerverbrauches mit einem Prozeßrechner.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, daß zahlreiche Versuche unternommen wurden, die Lebensdauer, insbesondere von Turbinen und Rohrleitungsbau teilen, zu erfassen und zu überwachen (VGB Kraftwerkstechnik 3/77). Dabei wurde insbesondere der durch Langzeit-Temperatur-Beanspruchung hervorgerufenen "Zeitstandsermüdung" Aufmerksamkeit gewidmet (DE-OS 16 98 476, 23 14 954). Es hat auch Vorschläge gegeben, die Wechsellermüdung von Bauteilen infolge Lastwechsel (Dehnungswechsel) zu erfassen (DD-OS 19 58 257). Aufgrund des komplizierten Auswertungsmechanismus bei der mathematischen Beschreibung des Ermüdungsvorganges und der angewendeten Technik konnten hier nur sehr vereinfachte Näherungen verwendet werden, die dann auch nur für ganz bestimmte Bauteile und/oder Beanspruchungsarten einsetzbar sind.

Allen diesen Anordnungen und Verfahren ist eigen, daß sie im Ergebnis nur einen direkten Lebensdauerwert (Restlebensdauer, Erschöpfungsgrad usw.) oder einen der Lebensdauer äquivalenten Wert (mittlere Betriebstemperatur) ermitteln und anzeigen (DD-PS- WP G 07 C/209 327). Diese Werte werden in der

Regel durch Klassifizierung von Betriebsparametern gewonnen, kontinuierlich aufsummiert und gespeichert und letztlich unabhängig vom Betriebsprozeß in festgelegten Zeitintervallen ausgegeben bzw. angezeigt.

Technologische Analysen des Betriebsregimes oder gar eine Prozeßrückkopplung zur Einhaltung einer optimalen und lebensdauer-verbrauchenden Betriebsphasen sind deshalb ausgeschlossen. Weiterhin ist aus zahlreichen Bauteil- und Werkstoffuntersuchungen bekannt, daß die Lebensdauer der Mehrzahl aller Bauteile in Kraftwerksanlagen sowohl durch Langzeit-Temperaturbeanspruchung (Kriechen) als auch durch Dehnungswechsel (Lastwechsel) bestimmt wird, d. h., ein komplexer Schadensmechanismus wirkt.

Zur Erfassung dieses Mechanismus ist eine in bestimmten Zeitintervallen ständig zu wiederholende komplette Spannungs- und Lebensdauerberechnung aus den Betriebsmeßdaten und den jeweils zulässigen, temperaturabhängigen Werkstoffkennwerten (Zeitstandswerte und/oder zulässige Dehnungswechsel) durchzuführen. Voraussetzung dafür ist der Einsatz von Prozeßrechen-technik. Dazu ist ein auf Mikrorechnerbasis aufgebautes System zur Lebensdauerüberwachung von Turbinenbauteilen bekannt geworden (VGB Kraftwerkstechnik 3/77). Auch bei diesem Gerät wird noch nicht der Gesamtlebensdauerverbrauch aus beiden Beanspruchungsarten ermittelt, sondern bauteil- und beanspruchungsspezifisch entweder nur die Zeitstandsermüdungen oder nur die Wechselermüdung berechnet und auf getrennten Zählern gespeichert. Auf einem zugehörigen Blattschreiber kann auf Anwahl für die angeschlossenen Bauteile (Kanäle) ein entsprechendes Betriebsprotokoll ausgegeben werden, das spätere Analysen der gefahrenen Betriebsregime ermöglichen soll.

Auch dieses Gerät gestattet keine operative Einflußnahme auf das jeweils gefahrene Betriebsregime oder gar eine prozeßabhängige (parameterabhängige) Steuerung zur beanspruchungs- und lebensdauergerichten Fahrweise, z. B. in Form einer Anfah-überwachung mit optischer Soll-Ist-Trend-Anzeige. Ursache dafür ist die prozeßunabhängig ablaufende Auswertung der Meßdaten und die analoge Registrierung der Lebensdauerwerte im Zählwerk oder weiterer Informationen über den Blattschreiber.

Läuft der Blattschreiber infolge des zu hohen Papierverbrauches und der dann auch nicht mehr zu beherrschenden Informationsmenge nicht ständig mit, so ist infolge der subjektiv durchgeführten Protokollierung der Meßdaten sogar eine spätere Betriebsanalyse in Frage gestellt. Ein hoher Lebensdauerverbrauch ist dann entsprechenden Betriebsphasen und Betriebsparametern nicht mehr zuordenbar.

Prozeßanalysen und Blockführungen werden auch anhand von Informationscodierungen durch Signalfarbe für Normal- und Gefahrensituationen durchgeführt (BBC-Druckschriften), wobei die einzelnen Meldungen (Prozeßgrößen als Werte und/oder optische Anzeigen) durch aufwendige Bedienungsbehandlungen abgefragt werden müssen, so daß keine zeitechte Information erfolgt.

Zur Erfüllung folgender Funktionen

- kontinuierliche Lebensdauerermittlung (Restlebensdauer) kritischer Bauteile unter Berücksichtigung aller Ermüdungsmechanismen,
- operative Steuerung und Überwachung von Betriebsregimen zur Einhaltung bauteil- und lebensdaueroptimaler Fahrweisen,
- objektive Analyse von gefahrenen Betriebsregimen zur Einflußnahme auf konstruktive und technologische Veränderungen

Ist es bekannt geworden (DD-PS 146 359) kontinuierlich zur Lebensdauerermittlung (Zeitstands- und/oder Dehnungswechselermüdung) verarbeitete Meßwerte und Speicherdaten gleichzeitig (zeitecht) durch eine Kontrolleinheit auf Trend und Absolutgröße zu überwachen und bei Überschreitung bestimmter lebensdauerverbrauchsrelevanter Kriterien Ausgangssignale zur Prozeßsteuerung und Überwachung zu erzeugen. Diese Signale werden von Protokollierungsgeräten, Bildschirmgeräten, Warneinrichtungen sowie Steuer- und Regeleinrichtungen verarbeitet. Die Lebensdauerverbräuche (Erschöpfungsgrade oder dgl.) der kritischen Bauteile werden unabhängig von den Steuer- und Überwachungsvorgängen aufsummiert und abgespeichert.

Daraus ergeben sich folgende Vorteile

1. Stark lebensdauerverbrauchende Betriebszustände können ermittelt werden.

2. Eine sofortige operative Einflußnahme auf das Betriebsregime zur Einhaltung beanspruchungs- und lebensdauer- optimaler Fahrweisen ist möglich, z. B. im Rahmen einer Anfahruüberwachung.
3. Eine selbständige Prozeßsteuerung über Regeleinrichtungen ist realisierbar.
4. Durch die selbsttätig in Betrieb gehende Aufzeichnung (Protokollierung) nur in den schädigungsrelevanten Zeiträumen entfällt die Aufzeichnung überflüssiger Informationen und eine objektive Betriebsanalyse ist gesichert. Der Papierverbrauch ist auf ein Minimum reduziert.
5. Durch die getrennte, unabhängig von den Steuerungsprozessen ablaufende Bestimmung der Lebensdauererbräuche (Erschöpfungsgrade usw.) ist ein Minimum an Langzeitspeichern notwendig.
6. Abhängig von den gefahrenen Einsatzweisen und Betriebsregimen können relativ genaue statistische Restlebensdaueranalysen durchgeführt werden.

Dieses Verfahren weist jedoch den Nachteil auf, daß es sich zur komplexen Führung und Überwachung eines gesamten Kraftwerksblockes insgesamt nicht eignet, da die technologischen Wechselwirkungen zwischen den Hauptaggregaten (DE, RL, TS) nicht berücksichtigt werden, sondern nur die Bauteile der einzelnen Anlagenteile separat betrachtet werden. Dadurch ist nicht gesichert, daß z. B. kürzere Blockanfahrzeiten bei gleichzeitiger Einhaltung der zulässigen Materialbeanspruchungen aller kritischen, prozeßbestimmenden Bauteile realisiert werden können.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist, den Kraftwerksblock komplex zu überwachen und zu führen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, unter Verwendung des bekannten Verfahrens der Bauteilüberwachung und Prozeßführung nach Kriterien der Beanspruchung und des Lebensdauerverbrauches die kritischen Bauteile des Blockes zu ermitteln und dessen Prozeß-, Spannungs- und Lebensdauerdaten zur Blockführung zu verwenden.

Dies wird dadurch erreicht, daß erfindungsgemäß für die Bauteile des Kraftwerksblockes physikalische und technologische Freibeträge ermittelt, das kritische Bauteil anhand der physikalischen Freibeträge mit einem Leitreechner unter Berücksichtigung von Rückkopplungen auf andere Bauteile ausgewählt, dessen Parameter für die momentane Führungsgröße verwendet und diese mit besonderen Bedienungshinweisen für technologische Schalthandlungen in serieller Folge, z. B. mittels Display, ausgegeben werden. Durch dieses Verfahren wird erreicht, daß neben der Lebensdauerbestimmung gleichzeitig Einfluß auf eine Lebensdauerverlängerung der Bauteile genommen wird, wobei außerdem für instationäre Vorgänge eine Zeiteinsparung bei Einhaltung zulässiger Materialbeanspruchungen erzielt wird. Den Informationsausgaben wird dabei folgendes Prinzip zugrunde gelegt:

- Die Blocküberwachung ist grundsätzlich ohne Einschränkungen gewährleistet. Das System hat allgemeingültigen Charakter und wird durch bestimmte Blockzustände nicht eingeschränkt. Die Berücksichtigung erforderlicher Entscheidungskriterien für Algorithmen bzw. Bedienerhinweise erfolgt mittels Rechner.
- Die auszugebenden Informationen erfolgen aufgrund anthropotechnischer Kriterien seriell, wobei unterschiedliche Informationskategorien in mehreren Stufen ausgegeben werden können.
- Die Informationsausgaben werden dabei nach einem hierarchischen System geordnet, wobei die Staffelung nach Prioritäten der auszugebenden Informationen vorgenommen wird.

Ausführungsbeispiel

An einem Ausführungsbeispiel wird die Erfindung näher erläutert.

Die Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1: das Blockschaltbild zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 2: die Darstellung des Blockschaltbildes für die Hauptaggregate und die dazugehörigen Informationsarten;
- Fig. 3: die Darstellung der Informationen über Tendenzen und Freibeträge;
- Fig. 4: die Darstellung der freibetragsbestimmenden Bauteile und Hinweise für deren Bedienung
- Fig. 5: die Darstellung des Blockschaltbildes für das Mitteldruckteil der Turbine und die dazugehörigen Informationen;
- Fig. 6: die graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufes, des momentanen Zustandes und der zu erwartenden Tendenz.

Das Blockschaltbild zur technischen Realisierung (Fig. 1) des erfindungsgemäßen Verfahrens wird nachstehend erläutert. Der Kraftwerksblock wird entsprechend der Hauptaggregate in Dampferzeuger 1, Rohrleitungen 2 und Turbosatz 3 aufgegliedert. Die Hauptaggregate werden nach den Kriterien der Beanspruchung des Lebensdauerverbrauchs überwacht, wobei die an den Bauteilen der Hauptaggregate gewonnenen Meßwerte erfaßt, aufbereitet und abgespeichert werden. Der mit dem technologischen Prozeß über die Prozeßein- und -ausgabe 4 verbundene Rechner 5 realisiert mittels externem Speicher 6 die Lebensdauerberechnung einschließlich der Ausgaben als Protokolle 7 und Lochband 8.

Die zur Blockführung mittels Display 10 erforderlichen Meß- und Rechenwerte werden den als Steuergerät dienenden Prozeßrechnern 9 (z. B. Mikrorechner) übergeben.

Für die Bauteile der Hauptaggregate werden die Parameter und Rechengrößen mit den zulässigen Werten verglichen und dafür Freibeträge ermittelt.

Die Daten des Bauteils mit den jeweils niedrigsten Freibeträgen eines jeden Hauptaggregates werden ausgewertet und durch den Leitrechner 5 bzw. Mikrorechner 9 das momentan kritischste Bauteil des Kraftwerksblockes bestimmt. Dabei werden die technologischen Wechselwirkungen zwischen den Hauptaggregaten des Blockes und deren Bauteilen berücksichtigt.

Am Beispiel der Anfahrphase für einen Kraftwerksblock wird die Wirkungsweise in allgemeinsten Form schematisch beschrieben:

Unabhängig davon, welchen Zustand die technologischen Anlagen für einen bestimmten Zeitpunkt aufweisen, werden die Informationskategorien sowohl im notwendigen als auch im erforderlichen Umfang für die Blockführung zugrunde gelegt (Fig. 2). In einer Phase aus dem Anfahrvorgang mit Überschreitung zulässiger Werte des Mitteldruckteiles der Turbine sind die allgemeinen bereitzustellenden Informationsarten dargestellt. Zur Erzielung optimaler Ergebnisse (bedienungspsychologische Beweggründe) wird für die durch das Leitsystem bereitzustellenden Informationen eine serielle Darstellungsform gewählt. Entsprechend der schon erwähnten Prioritätenstaffelung werden als Leitinformationen Freibeträge der Hauptaggregate ausgegeben. Die im Beispiel angegebenen Parameter sind je nach Anwendungsfall zu modifizieren (Fig. 3). Diese Informationen ermöglichen sofortige Aussagen über Freibeträge der wesentlichsten Kenngrößen für die Hauptaggregate des Blockes, ohne daß Ursachen und Zusammenhänge zur Bestimmung dieser Größen ersichtlich sind. In einfacher und übersichtlicher Form werden damit die entscheidenden Hauptgrößen für die Fahrweise des Blockes bereitgestellt.

Entsprechend der hierarchischen Struktur sind als nächste Informationsart Ausgaben über die freibetragsbestimmenden Bauteile und Hinweise für die Bedienung vorgesehen (Fig. 4).

Damit sind Voraussetzungen für die Informationsauflösung geschaffen, wobei neben den Meß- und Rechenwerten auch die zu erwartende Tendenz der Bauteilbeanspruchung angegeben ist.

Die Bedienerhinweise dienen je nach Wärmezustand entweder zur Vermeidung unzulässiger Materialbeanspruchungen oder zum Ver-

ringern der für instationäre Vorgänge benötigten Zeit.

Macht sich bei der Blockführung eine weitere Informationsauflösung erforderlich, erfolgt dies in Form der im folgenden Bild dargestellten Informationsart (Fig. 5).

Die Darstellung einzelner Meß- und Rechenwerte innerhalb des technologischen Schemas des in Frage kommenden Anlagenteils ermöglicht es gezielte Aussagen über die einzelnen Ursachen und deren Auswirkungen treffen zu können.

In der letzten Informationskategorie wird der zeitliche Verlauf des zu dem in Fig. 5 beschriebenen Anlagenteils gehörenden maßgebenden Meß- und Rechenwerte dargestellt (Fig. 6).

Diese detaillierte Darstellungsform gestattet es, Rückschlüsse über den zeitlichen Verlauf bis zum momentanen Zustand einschließlich der zu erwartenden Tendenz zu ziehen.

Das beschriebene System gestattet folglich die Blockführung nach einer Staffelung der in Frage kommenden Informationskategorien, beginnend mit der Ausgabe der wesentlichsten Informationen des Gesamtblockes und endend mit der Feinauflösung speziell interessierender Kenngrößen.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Führung eines Kraftwerksblockes nach Kriterien der Beanspruchung und des Lebensdauerverbrauches, wobei die am Bauteil gewonnenen Meßwerte über einer Prozeßein- und -ausgabe einem Rechner zugeführt, verarbeitet, abgespeichert, die kontinuierlich verarbeiteten Meß- und Rechenwerte zeitecht auf Trend und Absolutgröße überwacht und bei Überschreitung lebensdauerrelevanter Kriterien Ausgangssignale gebildet werden, gekennzeichnet dadurch, daß für die kritischen und prozeßbestimmenden Bauteile des Kraftwerksblockes physikalische und technologische Freibeträge ermittelt, das kritischste Bauteil anhand der physikalischen Freibeträge unter Berücksichtigung technologischer Wechselwirkungen mit einem Leitrechner ausgewählt und dessen Parameter für die momentane Führungsgröße verwendet und diese mit besonderen Bedienungshinweisen für technologische Schalthandlungen ausgegeben werden.
2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Freibeträge einschließlich der zugehörigen Bedienungshinweise zur Einhaltung einer zeit- und beanspruchungsoptimalen Betriebsweise über Display und/oder andere Anzeige- und Warn-einrichtungen zur unmittelbaren Führung des Blockes in Form serieller Ausgaben dargestellt werden.

Hierzu 6 Seiten Zeichnungen

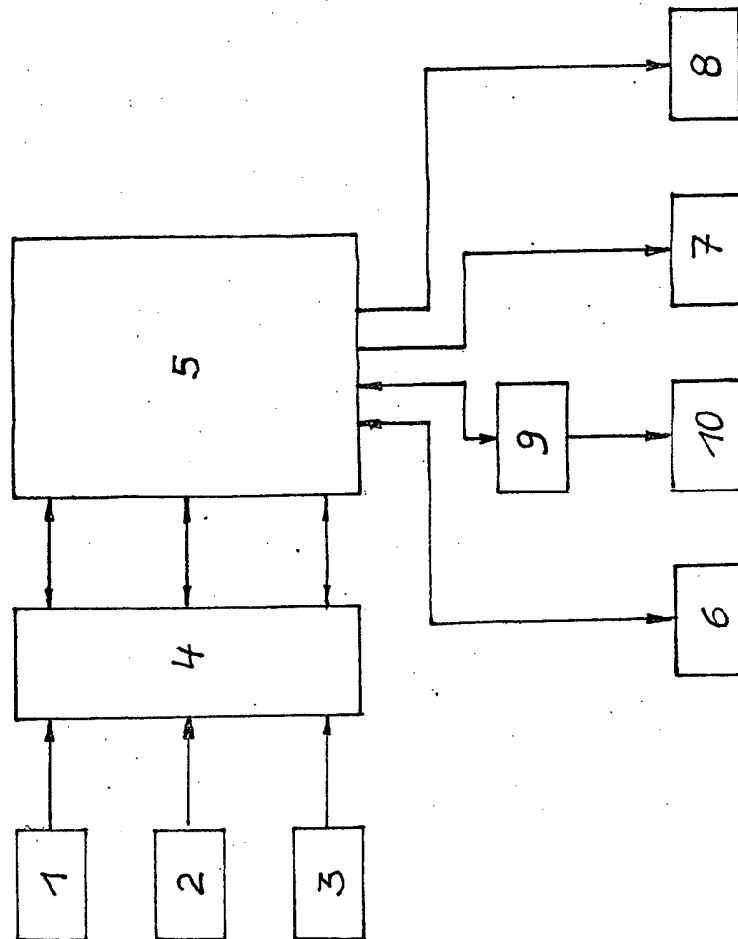
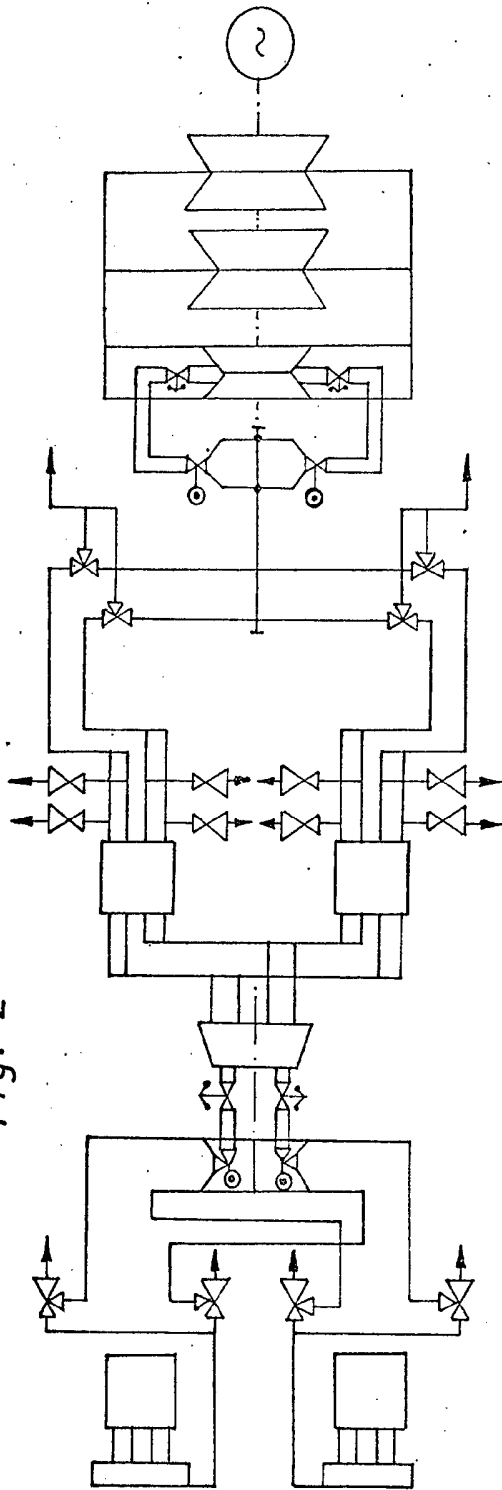


Fig. 1

Fig. 2



25. 06. 06. 17.26 UHR
MA SSG. BAUT. / IST - W
19 MD - T-GEH-Q-DE
17 ZD - RLTG - FORMST.
21 MD - T-GEN-FLANSCH
8 DE2-ZDT-ZUE2-AS
MASS 6. BAUT. / TEND.
8 DE2-ZDT-ZUE2-AS
17 ZD-RLTG-FORMST. 2
19 HD-T-GEN-Q-DE
18 ND-T-INNEN GEH.

MOMENTANE MASSGEBENDE MESS- BZW. RECHENWERTE D. HAUPTANL.-BAUTEILE/FREIBETRAEGE

HAUPTANLAGE	DE1-HDT	DE2-HDT	FD-RLTG.	ND-TEIL	DE1-ZDT	DE2-ZDT	ZD-RLTG	MD-TEIL
BAUTEIL	SEP-UT	HD UE4-AS	S-FORMST	INN. GEN	ZUE2-AS	ZUE2-LTA	- FORMST	GEN-O-DE
ZULAESS. WERT	40 GRD	540 GRD	40 GRD	490 GRD	540 GRD	540 GRD	540 GRD	28 GRD
IST- WERT	38 GRD	527 GRD	37 GRD	462 GRD	534 GRD	531 GRD	538 GRD	37 GRD
TEMP--FREIB.	436 / +5	443 / +4	428 / +4	425 / +4	452 / +4	459 / +4	456 / +4	449 / +3
+ GRAD/MIN	+12	+11	+7	+3	+10	+10	+5	+0
- GRAD/MIN	-18	-18	-9	-6	-16	-15	-8	-12
DRUCK-FREIB.	113	112	110	107	38	37	35	33
+ KP/QU-CM/MIN	+1	+1	+2	+2	+0	+0	+2	+1
- KP/QU-CM/MIN	-2	-2	-1	-3	-1	-1	-2	-2
MENGEN-FREIB.	110	127		224	99	108		203
+ T	+35	+29		+32	+29	+26		+38
- T	-21	-20		-106	-24	-18		-79
LEIST. - FREIB.				51				51
+ MW				+13				+11
- MW				-20				-0

FIGUR 3

ANLAGE	FB	TENDENZ	MESSWERT	TENDENZ	+ FB
FREIDETRAEGE - DAMPFMENGEN					
DE 1	- HD	----	110 T/H	->>>	+ 35
DE 2	- HD	----->	127 T/H	<<<--	+ 29
DE 1/2	- HD	----->	237 T/H	----->	+ 64
TS	- HD	>>>>	224 T/H	----->	+ 32
DE 1	- ZD	----->	99 T/H	<-----	+ 29
DE 2	- ZD	----->	108 T/H	-----	+ 26
DE 1/2	- ZD	----->	207 T/H	<-----	+ 55
TS	- ZD	<-----	203 T/H	----->	+ 33
FREIDETRAEGE - TEMP. - GRAD					
DE 1	- HD	----->	+ 5 GRD/MIN	<<<--	+ 5
DE 2	- HD	----->	+ 4 GRD/MIN	<-----	+ 4
RLTG	- HD	-----	+ 4 GRD/MIN	----->	+ 4
TS	- HD	<-----	+ 3 GRD/MIN	-----	+ 3
DE 1	- ZD	----->	+ 6 GRD/MIN	<-----	+ 5
DE 2	- ZD	----->	+ 4 GRD/MIN	<<<--	+ 6
RLTG	- ZD	----->	+ 5 GRD/MIN	<<<--	+ 5
TS	- ZD	----->	+ 3 GRD/MIN	<-----	+ 4
FREIDETRAEGE - DRUCK - GRAD					
DE 1	- HD	----->	+ 0,8 AT/MIN	----->	+ 1,8
DE 2	- HD	----->	+ 1,1 AT/MIN	<-----	+ 2,1
RLTG	- HD	<-----	+ 1,0 AT/MIN	-----	+ 2,2
TS	- HD	----->	+ 0,9 AT/MIN	<-----	+ 2,2
DE 1	- ZD	-----	+ 0,9 AT/MIN	----->	+ 0,6
DE 2	- ZD	<-----	+ 1,2 AT/MIN	----->	+ 0,6
RLTG	- ZD	-----	+ 1,1 AT/MIN	----->	+ 1,1
TS	- ZD	----->	+ 1,0 AT/MIN	<-----	+ 1,4

FIGUR 4

FREIBETRAGSDESTIMMENDE BAUTEILE/MESS - UND RECHENWERTE

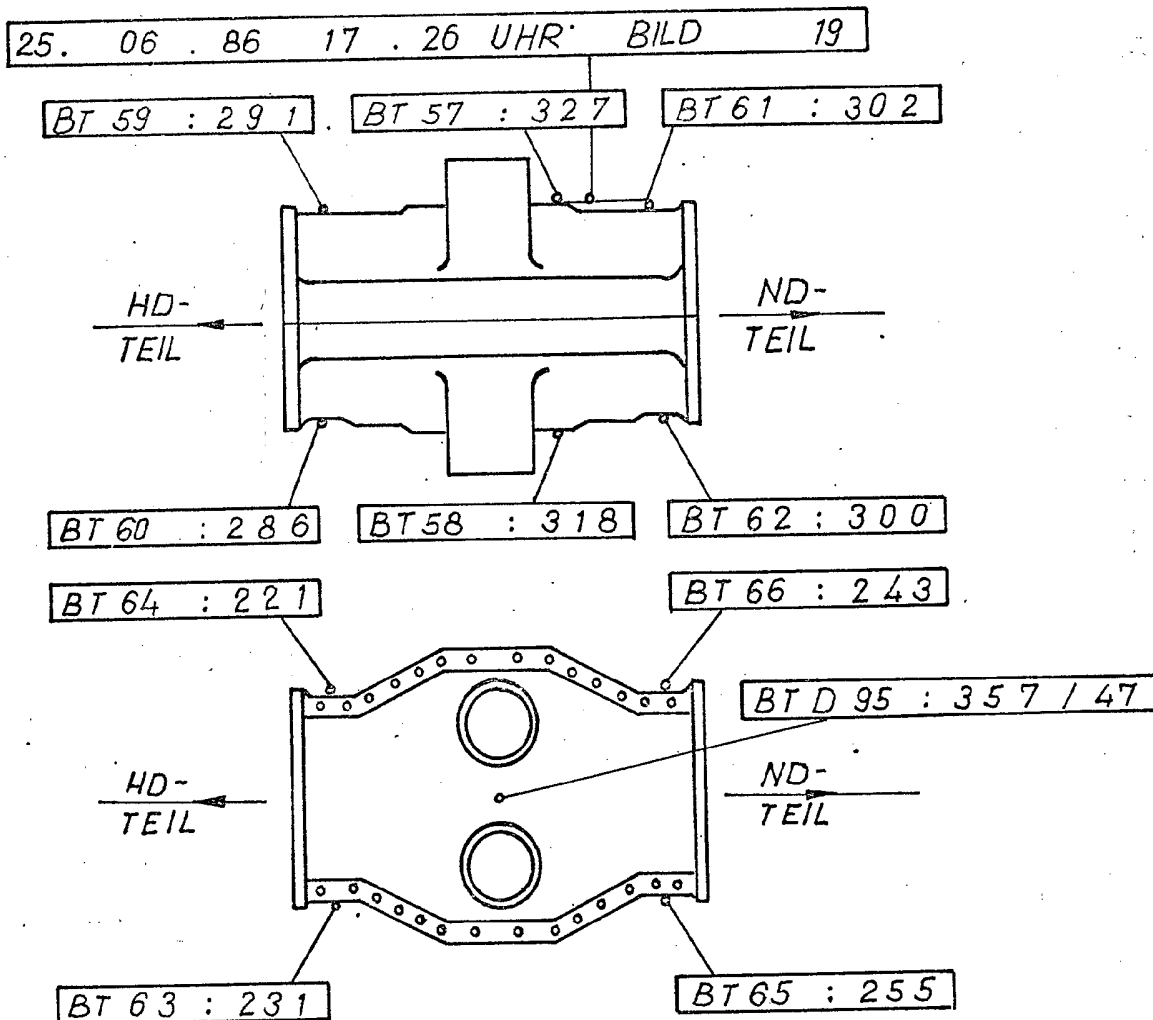
MOMENTANER ZUSTAND	TS-ZD TD-GEH-O-DE BILD 19		RLTG-ZD FORMST. 2 BILD 12		TS-ZD T-GEH-FL BILD 21		DE 2-ZD AS-ZUE 2 BILD 7	
	IST	ZUL	IST	ZUL	IST	ZUL	IST	ZUL
MENGE	202	--	--	--	202	--	99	150
MED - T	449	--	452	--	449	--	455	480
MED - T - GRAD	+3,2	+1,0	+4,1	+5,0	+3,2	+1,0	+4,2	+10
MED - P	38	--	42	--	38	--	43	50
MED - P - GRAD	+0,5	+1,2	+0,6	+1,0	+0,5	+1,2	+0,6	+1,5
MED - P - DIFF	--	--	1,2	2,6	--	--	--	--
MET - T	357	--	412	--	327	--	427	450
MET - T - GRAD	+2,9	+1,0	+4,6	+5,0	+2,0	+4,0	+4,9	+10
MET - T - DIFF	+37	+28	--	--	+15	+25	+12	+20

BERECHNETE TENDENZ	DEZ-ZD AS-ZUE 2 BILD 7		RLTG-ZD FORMST. 2 BILD 12		TS-ZD TD-GEH-O-DE BILD 19		TS-HD T-GEH-INN BILD 15	
	IST	ZUL	IST	ZUL	IST	ZUL	IST	ZUL

HINWEISE FÜR BEDIENUNG:

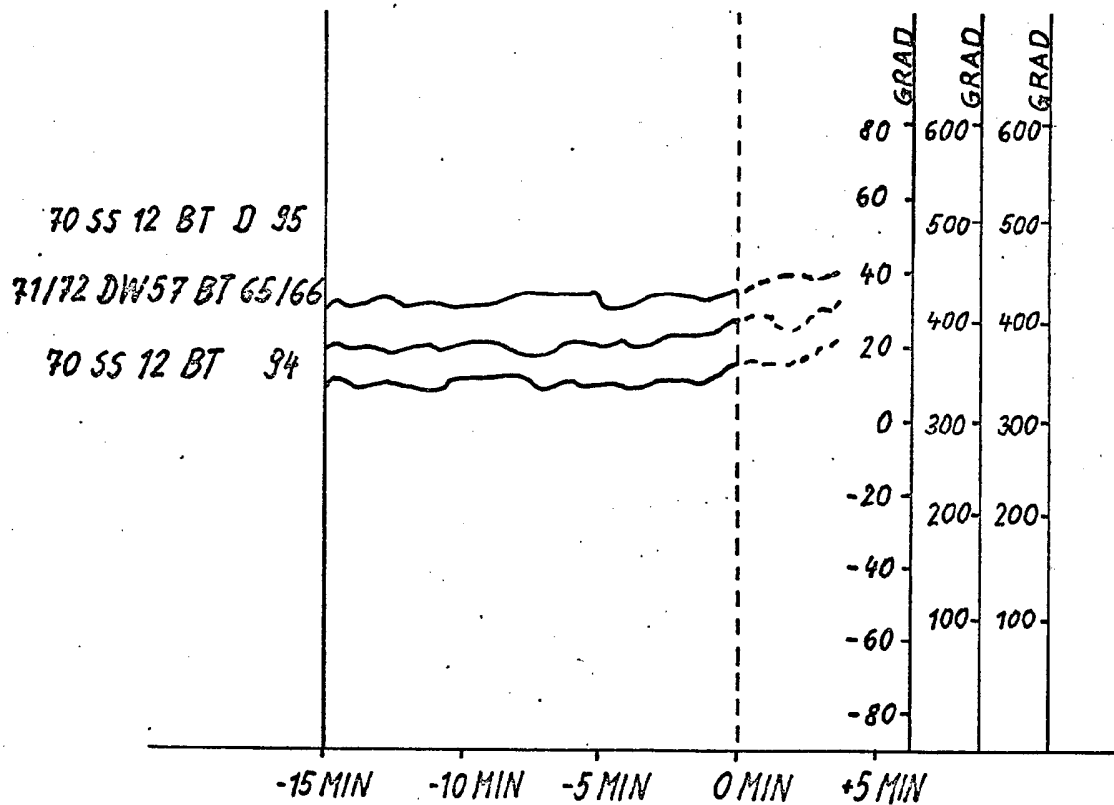
1. ERHOEHUNG DER HD- U. ZD-MENGEN BEI GLEICHEN ZD-Temp. (BEGRENZUNG DURCH SP.-W.-MENGE BZW. EINSPR.-MENGE)
2. ABSENKUNG DER ZD-Temp. BEI GLEICHER MENGE (BEGRENZUNG DURCH EINSPR.-MENGE)
3. VERBLEIBEN IM BEHARRUNGSZUSTAND BIS DER ZULAESSIGE DIFFERENZWERST ERREICHT WIRD

FIGUR 5



ZD-MENGE 71/72 DW 57 BF 29/30 : 202 T/H
 ZD-Druck 71/72 DW 57 DP 55/56 : 38 KP/QU - CM
 ZD-TEMP. 71/72 DW 57 BT 65/66 : 449 GRAD
 AX.-V.-S. 70 SS 32 20 : ± 0,9 MM

FIGUR 6



MESSWERTVERLAUF:

URSACHEN: 1. ZD-MENGE 71 DW 57 BF 29/30

2. ZD-TEMP: 71 DW 57 BT 65/66

FOLGEN: 1. T-DIFF. SS 12 BT D 95