

TELEFUNKEN

Gesellschaft für drahtlose Telegraphie G.m.b.H.

B e r l i n SW.11

Hallesches Ufer 12/13.

Beschreibung

der

Rundfunksender-Anlage
B e r g e n .

V/D-R/Str.

Veröffentlichung nur mit
unserer Genehmigung gestattet !

- 20.) Beschreibung des Anlassers S.S.t.k.
- 21.) Schaltbild zu Anlage 20
- 22.) Beschreibung der Rückkühlanlage
- 23.) Schema der Rückkühlanlage
- 24.) Kenndaten der Röhre RS 289
- 25.) " " " RS 253
- 26.) " " " RS 250
- 27.) " " " RS 262
- 28.) " " " RV 271
- 29.) " " " RGQ 7,5/0,6
- 30.) " " " REN 904
- 31.) " " " RS 283
- 32.) " " " RENS 1374
- 33.) " " " RGN 4004
- 34.) " " " RGQ 20/5
- 35.) Beschreibung des Quarzkontrollers
- 36.) Verblockungs-Schema
- 37.) Prinzipschema des Schaltpultes
- 38.) Beschreibung des Antennen-Verstimmungsschutzes.

A. A l l g e m e i n s .

=====

(siehe hierzu Anlage 1 / Prinzipschema)

Die nachstehend beschriebene Rundfunksender-Anlage besteht im wesentlichen aus:

Sender,
Senderüberwachungsgestell mit Kabelendverstärker,
Modulationsverstärker,
12 000 Volt Oxyd-Kathoden-Gleichrichter-Anlage,
Schalttafel,
Schaltpult,
und Rückkühlanlage.

Der Sender hat eine Trägerwellenleistung von 20 kW im Antennenkreis. Bei 100 %-iger praktisch verzerrungsfreier Aussteuerung beträgt die modulierte Leistung rd. 30 kW.

Der Sender besitzt einen kontinuierlichen Wellenbereich von 800 bis 2000 m. Dieser Wellenbereich ist in den einzelnen Stufen durch Zu- bzw. Abschalten von Kapazitätsgruppen grob einstellbar. Durch die Drehkondensatoren und Variometer in den Stufen werden die Grobstufen überbrückt.

Der Sender ist fünfstufig. Seine Frequenzkonstanz wird durch eine quarzgesteuerte, mit thermischer Kompensation arbeitende I.Stufe und durch eine Reihe weiterer Vorstufen kleiner Leistung erreicht.

Zur Unterdrückung von Oberwellen ist der Sender mit einem Sekundärkreis ausgerüstet.

Soll der Sender aus irgendwelchen Gründen mit einer Welle betrieben werden, für die zunächst noch kein Quarz vorhanden ist, so kann die Senderstufe II in Eigenenerregung umgeschaltet werden. Diese eigenenerregte Stufe II kann auch als Ersatz für die Quarzstufe verwendet werden, wenn irgendwelche Störungen daran auftreten sollten.

Die Modulation des Senders erfolgt nach der Anodenspannungs-Methode mit Gegentakt-B-Verstärker (Modulator).

Die Senderstufen I - III sind in einem Gestell eingebaut, wodurch sie gegen die Spulenfelder der Hochleistungsstufen und gegen das Antennenfeld gut abgeschirmt sind. Die weiteren Stufen, der Sekundär- und Antennenkreis sind frei im Raum aufgestellt, so dass sie leicht überwacht werden können. Die schaltmässig zu bedienenden Senderteile dieser Stufen sind mit verlängerten Isolierachsen versehen, und können somit von der Bedienungsfront aus durch Handräder eingestellt werden.

Die Stromversorgung des Senders geschieht bei den Senderstufen I - III heizseitig über geeignete Transformatoren aus dem Netz, anodenseitig aus Netzanschlussgeräten, während die übrigen Stufen, sowie der Modulator heizseitig aus einem Heizumformer, anodenseitig aus einer 12 000 Volt Oxyd-Kathoden-Gleichrichter-Anlage gespeist werden.

Zur Erhöhung der Betriebssicherheit des Senders ist ein Betriebs- und Reserve-Umformer vorgesehen.

B. Beschreibung der Geräte

1.) Sender

Thermostat mit Kontaktthermometer

(siehe hierzu Schaltbild und Stückliste /Anlage 2u.3)

Der Steuerquarz für die Senderstufe I wird durch einen Thermostaten auf gleicher Temperatur gehalten (50°C). Der Quarz befindet sich mit dem Hauptteil des Thermostaten, dem Kontaktthermometer (Pos.1) in einem doppelwandigen Metallkasten. In der Doppelwand liegt die Heizwicklung (Pos.3). In der Kapillare des Kontaktthermometers befindet sich ein Draht, der mit dem oberen von 2 Kontakten verbunden ist, während der untere Kontakt dauernd Verbindung mit dem Quecksilberfaden hat. Berührt bei Temperaturerhöhung der Quecksilberfaden den Draht, so sind die Kontakte verbunden und ein polarisiertes Relais (Pos.2) wird geschlossen. Dadurch öffnet sich der Strom im Heizkreis mit der Heizwicklung (Pos.3), dessen Strom aus der Primärwicklung des Transformators (Pos.5) kommt. Die Sekundärwicklung dieses Transformators speist zwei Einweggleichrichter (Pos. 6 und 7), die das Relais mit Strom von 4 Volt Spannung versorgen. Sinkt die Temperatur, so wird durch den fallenden Quecksilberfaden der Relaisstromkreis geöffnet; dadurch schliesst sich der Strom im Heizkreis. Die Heizung dauert, bis beim Steigen des Quecksilberfadens der Strom im Relaisstromkreis wieder geschlossen und so der Heizkreis unterbrochen wird. Strom im Relaisstromkreis wird durch die Glühlampe (Pos.9), Strom im Heizkreis durch die Signallampe (Pos.10) angezeigt.

Senderstufen I - III (Steuervorsatz)

Im Gitterkreis der Senderstufe I befindet sich der thermisch kompensierte Quarz. Als Senderöhre dient die RS 289 (Pos.1). Der Schwingkreis wird von einer festen Selbstinduktionspule (Pos.4) mit 8 Abzweigen und den zugehörigen Drehschaltern (Pos.6) gebildet.

Der Drehkondensator (Pos.5) dient zur Überbrückung des Ausweichbereiches.

Senderstufe II ist kapazitiv angekoppelt. Hat der Schalter (Pos.22) die Stellung wie in Schaltbild/Anlage 3, so wird

sie durch die Quarzstufe erregt, bei Umstellung des Schalters schwingt sie eigenerregt. Dann wird der Kompensations-Kondensator (Pos.6) kurzgeschlossen. In der ersten Stellung dient er zur Aufhebung der Gitter-Anodenkapazität. Der Strommesser (Pos.21) dient in den 3 Stellungen des zugehörigen Umschalters (Pos.20) zur Kontrolle des Anodenstromes von Stufe I, des Gitterstromes von Stufe II und des Anodenstromes von Stufe II. Die Grob-Abstimmung des Schwingkreises erfolgt bei festen Schwingkreiskondensatoren (Pos.8 u.9) und schaltbarer Schwingkreis-spule (Pos.10). Durch den Drehkondensator (Pos.7) wird die Feinabstimmung vorgenommen.

Die Ankopplung an Stufe III erfolgt kapazitiv über den Kondensator (Pos.13) und die Energieleitung (Pos.18), beide in Stufe II. Als Senderöhre dient in der Stufe III die RS 283, in Ihrem Schwingkreis sind die Kondensatoren (Pos.5 u.6) symmetrisch angeschlossen, so dass mittels des Neutralkondensators (Pos.4) Anodenkompensation zwecks Vermeidung von Rückwirkungen über die innere Röhrenkapazität vorgesehen ist. Neben den erwähnten Schwingkreiskondensatoren (Pos.5 u.6) sind noch feste Zusatz-Kondensatoren (Pos.7 u.8) vorhanden. Die Abstimmung erfolgt hier durch das Variometer (Pos.9). Die Ankopplung an die Stufe IV erfolgt in Spannungsteilerschaltung über eine bestimmte Teilkapazität von Pos.6 und die Kapazität der Energieleitung (Pos.14). Die Anodenstromaufnahme wird im Ampéremeter (Pos.19) überwacht.

Beim Legen des Schalters (Pos.36) auf "Abstimmen" erhält die Stufe III eine Gittervorspannung von etwa 150 Volt, so dass die Anodenaufnahme in der Endstufe eine gewisse Grenze nicht übersteigt.

Die Sender-Stufe IV ist mit einer Röhre RS 253 bestückt. Diese Stufe hat wie die Vorstufe symmetrische Anordnung der Schwingkreiskondensatoren bezw. Spannungsteiler-Kondensatoren. Es sind vorgesehen 2 festangeschlossene (Pos.5-6) und zur Erreichung des Wellenbereiches 2 zuschaltbare Kondensatoren (Pos.7-8). Ihre Gittervorspannung erhält die Stufe IV über die Siebkette (Pos.22 - 25) siehe Stufe III.

Die Abstimmung erfolgt hier durch das Variometer (Pos.9a). Am Ampéremeter (Pos.15) ist die Anodenaufnahme kontrollierbar.

Über die bereits erwähnten Spannungsteilerkondensatoren und Energieleitung Pos. 16 ist die nächste Stufe angekoppelt.

Die Senderstufe V (Endstufe) enthält 4 wassergekühlte Röhren RS 250, von denen 2 im Gegentakt geschaltete jeweils für den Betrieb verwendet werden. Die beiden übrigen dienen als Reserve. Die Umschaltung der Röhren erfolgt für die Heizung durch die Schalter (Pos.9 u.10), für die Gitter durch die mit Störwellenwiderstand versehenen Umschalter (Pos.7 u.8). Entsprechend der Gegentaktschaltung hat die Endstufe sowohl Anoden- als auch Gitterkompensation ^{für} die Kondensatoren (Pos.5 u.6). Die Schwingkreis-kapazitäten bestehen aus einem Paar fester (Pos.17 u.18) und 2 Paar zuschaltbarer Kondensatoren (Pos. 19 - 22). Die Feinabstimmung des Schwingkreises wird durch das Variometer (Pos.28) vorgenommen.

Der Mitte der Aussenspule des Transformators (Pos.27) wird der Anodenstrom zugeführt. Dieser Leitung wird die niederfrequente Modulationsspannung aufgedrückt, die aus dem Ausgangstransformator des Modulators kommt.

Die nötige Gittervorspannung erzeugt sich diese Stufe selbst, und zwar durch Spannungsabfall im Gittergleichstrom. Am Widerstand (Pos.14), Am Instrument (Pos.16) ist der jeweils fließende Gittergleichstrom kontrollierbar.

Der Sekundärkreis der zur Verminderung der Oberwellenamplituden dient ist über eine variable Koppelspule mit der Sender-Endstufe gekoppelt. Seine Abstimmung geschieht grob durch die Kondensatoren (Pos. 2 ~~u.~~ 4) und fein durch das Variometer (Pos.1). Die Positionen 8 bis 10a sind die durch Laschen zuschaltbaren Antennenkoppelkondensatoren. Der jeweils im Sekundärkreis fließende Strom ist am Thermoinstrument (Pos.7) erkennbar.

Im Antennenkreis erfolgt die Abstimmung durch das Variometer (Pos.2), Der Kondensator (Pos.5) dient zur Verkürzung; er kann bei Nichtgebrauch kurzgeschlossen werden. Statische Ladungen der Antenne werden durch die Drossel (Pos.3) abgeleitet. Zur Messung des Antennenstromes dient das Thermo-Ampéremeter (Pos.4), das mit 2 Messwandlern 1 : 15 und 1 : 30 ausgerüstet ist, und somit einen Bereich von maximal 30 Amp. und einen Bereich von maximal 60 Amp. besitzt.

Vom Modulationsverstärker gelangen die niederfrequenten Impulse über 2 Energieleitungen zum Eingangstransformator (Pos.1) auf die Gitter der Modulationsröhren (Pos. 13~~a~~15 bzw. 13a~~a~~15a).

Von diesen Röhren geht die verstärkte Spannung an den Modulationstrafo (Pos.16).

Bei Aussteuerungs-Schwankungen treten mitunter grössere Schwankungen der Anodenspannung auf, die bei konstanter Gittervorspannung bei den Modulationsröhren mit grossem Durchgriff (10%) starke Verschiebung des Arbeitspunktes hervorrufen. Beim B-Verstärkerbetrieb ergibt dies Verzerrungen, weil die Arbeitskennlinie für den neuen Arbeitspunkt nicht mehr geradlinig ist. Um dieses zu vermeiden, ist eine Regelschaltung eingeführt, nämlich zur Regelung der Gittervorspannung der Modulationsröhren in Abhängigkeit von der Anodenspannung.

Mit Hilfe des Spannungsgleichhalters (Pos.65) wird vom Gleichrichter-Aggregat (Pos.59/60) bzw. 61/62) eine nahezu konstante Gleichspannung geliefert, die sich über die Widerstände Pos.6 parallel 7, in Serie 8 und 9 den Regelröhren Pos. 26,27 und 27a aufteilt, wobei der Spannungsabfall an den Pos. 6,7,8 und 9 die Gitterspannung der Modulationsröhren ergibt. Mittels des hochohmigen Spannungsteilers Pos.20,21,23, 24,84 wird ein Bruchteil der Anodengleichspannung dem Gitter der Regelröhren Pos.26,27 und 27a zugeführt. Der Gleichrichter (Pos.48) liefert eine praktisch vollkommen konstante, negative Vorspannung, die die von Pos. 23,24 und 84 herrührende positive genügend überträgt, so dass die resultierende Gittervorspannung der Regelröhren negativ ist.

Steigt z.B. die Modulator-Anodenspannung, so wächst auch die Gittervorspannung (wird weniger stark negativ) der Regelröhren Pos.26,27 und 27a, wie werden weniger stark durchlässig, der Spannungsabfall an Pos. 6,7,8 und 9 d.h. die negative Gittervorspannung der Modulatorröhren steigt im selben Masse wie die Anodengleichspannung. Die Regelung lässt sich so einstellen, dass der Anoden-Ruhestrom der Modulatorröhren nahezu konstant bleibt, weil sich die Gittervorspannung der jeweiligen Anodenspannung anpasst.

2.) Sender-Überwachungsgestell mit Kabelend-Verstärker

(Siehe hierzu Anlage 4a).

Das Überwachungsgestell wird im Sendergebäude aufgestellt und enthält im wesentlichen folgende Einzelgeräte:

FBH
2018

Hochfrequenzsieb,
Kabelendverstärker (zweistufig),
Hochfrequenzgleichrichter,
Kontrollverstärker,
Lautsprecherverstärker,
Aussteuerungsmesser,
Röhrensummer mit Detektor-Voltmeter,
Netzanschluss mit Gleichrichter und
Siebmitteln.

Die über das Besprechungskabel vom Studio kommenden tonfrequenten Wechselspannungen werden in einem Tiefpassfilter (Wellenwiderstand $Z = 600 \text{ Ohm}$, Grenzfrequenz $f_0 = \text{ca. } 30\,000 \text{ Hz}$) von evtl. vorhandenen Hochfrequenzstörungen gereinigt. Nach Passieren dieser Sperrkette werden die Spannungen im Kabelendverstärker soweit verstärkt, dass ein darauf folgender Modulationsverstärker angesteuert werden kann. Der Kabelendverstärker hat zwei mit Widerstand und Kapazität gekoppelte Stufen (1 REN 904 und 2 REN 904). Sein Eingang ist an $Z = 600 \text{ Ohm}$, sein Ausgang ist an den Eingang des Modulationsverstärkers angepasst. Der Verstärkungspegel lässt sich mit einem Umschalter um ca. 9 und 18 Dezibel ändern. Ausserdem ist ein logarithmisch veränderlicher Feinregler eingebaut.

Die Überwachung der Übertragungen kann an folgenden Stellen der Anlage elektrisch und akustisch vorgenommen werden (siehe hierzu Schema):

- a) am Kabelkopf bzw. hinter der Hochfrequenzsperre,
- b) hinter dem Kabelendverstärker,
- c) hinter dem Modulationsverstärker,
- d) hinter dem mit dem Antennenkreis gekoppelten linearen Hochfrequenzgleichrichter.

Die elektrische (optische) Kontrolle geschieht mit einem Aussteuerungsmesser, der als Impulsmesser so gebaut ist, dass auch kurzdauernde Spannungsspitzen richtig angezeigt werden. Bei einem Impuls von nur $1/50 \text{ Sek.}$ Dauer beträgt die Abweichung noch weniger als 10 %. Mit dem Aussteuerungs-Anzeige-Instrument können noch weitere Anzeigeinstrumente oder auch schreibende Instrumente in Serie geschaltet werden, die je nach den gegebenen Raumverhältnissen an beliebigen Stellen des Sendergebäudes aufgestellt werden können.

Zur akustischen Kontrolle dient ein dynamischer Lautsprecher. Der hierzu erforderliche Lautsprecherverstärker ist parallel mit dem Aussteuerungsmesser hinter einer gemeinsamen Vorstufe angeschlossen. Der Lautstärkenpegel lässt sich mit einem in der Lautsprecherverstärkerstufe eingebautem logarithmisch veränderlichen Regler einstellen.

Mit Hilfe von 4 Reglern (siehe Prinzipschema) wird erreicht, dass bei einer in Ordnung befindlichen Gesamtanlage in allen vier Kontrollstellungen "Sender", "Kabel", "Modulationsverstärker-Eingang", "Modulationsverstärker-Ausgang", erstens der Aussteuerungsmesser den gleichen Wert anzeigt und dass zweitens die Lautstärke des Kontrolllautsprechers gleich gross ist. Die niederfrequenten Spannungen am Kabelkopf und Verstärker lassen sich deshalb wie beim Sender in Aussteuerungsgraden ausdrücken. Auftretende Störungen werden sofort erkannt über den mit der Antenne gekoppelten Hochfrequenzgleichrichter, der in Verbindung mit dem Aussteuerungsmesser steht. Durch die Umschaltmöglichkeit der Überwachungseinrichtung können somit Störungen schnell eingegrenzt werden.

Die Eichung des Aussteuerungsmessers geschieht mit Hilfe des Röhrensummers, der anstelle des Kabels an den Eingang des Kabelendverstärkers geschaltet werden kann.

Der Röhrensummer ist umschaltbar für drei Frequenzen, 50, 800, 8000 Hertz. Hiermit ist die Möglichkeit geschaffen, vor Betriebsbeginn die Frequenzdurchlässigkeit des Verstärkers und des Senders entweder einzeln oder die der gesamten Anlage in grossen Zügen schnell und einfach zu überprüfen.

Mit Hilfe des im Röhrensummer eingebauten Reglers kann schliesslich vor Betriebsbeginn die dynamische Modulationskurve des Senders bei einer der drei genannten Frequenzen aufgenommen werden.

Bei einer evtl. auftretenden Störung in der Verbindungsleitung zwischen Studio und Sender kann der Sender vor dem Ausschalten zwecks Verständigung der Hörer mit einem normalen ZB-Mikrofon besprochen werden. Der hierzu erforderliche Mikrofonstrom wird über einen eingebauten Trockengleichrichter entnommen.

Die einzelnen Felder lassen sich nach Lösung weniger Verbindungsleitungen aus dem Gestell herausnehmen, wodurch eine

leichte Auswechslung oder Ergänzung der Felder möglich ist.

Das Gestell ist für Betrieb auf einem 50 Perioden-Netz entwickelt worden, so dass weder Umformer noch Batterien benötigt werden. Alle für diesen Netzbetrieb erforderlichen Gleichrichter und Siebmittel sind im Gestell enthalten.

Die genaue Schaltung der Gestelles zeigt Anlage 5.

3.) Modulationsverstärker-Gestell.

(Siehe hierzu Schaltbild Anlage 5b).

Der Modulationsverstärker hat die Aufgabe, die vom Kabelendverstärker abgegebene niederfrequente Spannung soweit zu verstärken, dass damit der Modulator des Senders voll angesteuert werden kann.

Es ist ein einstufiger Verstärker, bestückt mit 2 x 2 indirekt geheizten Röhren RV 271 in Gegentaktschaltung. Der Eingangstransformator des Verstärkers ist an 5000 Ohm (Ausgang des Kabelendverstärkers) angepasst. An den Eingangstransformator des Modulators ist der Verstärker über eine Drossel gekoppelt. Bei etwa 9-facher Spannungs-Verstärkung kann der Modulationsverstärker eine unverzerrte Spannung von ca. 500 Volt eff. an den Modulator abgeben.

Über einen hochohmigen Spannungsteiler wird ein Bruchteil ca. 1/100 der Ausgangsamplitude abgegriffen und zum Senderüberwachungsgestell zwecks Kontrolle geleitet.~~werden.~~

Drei im Verstärkergestell enthaltene Messinstrumente dienen zur Überwachung des Verstärkers im Betriebe. Es können folgende Ströme und Spannungen gemessen werden:

- Anodenströme der Röhren einzeln,
- Gesamtanodenstrom,
- Anodenspannung,
- Heizspannung,
- negative Gittervorspannung.

Der Verstärker ist für Betrieb aus einem 50 Per.-Netz entwickelt worden, die für diesen Netzbetrieb nötigen Gleichrichter und Siebmittel sind, wie aus dem Schaltbild ersichtlich, im Gestell enthalten.

4.) 12 000 Volt Oxyd-Kathoden-Gleichrichteranlage.

Eine Beschreibung dieses Gleichrichters ist in Anlage 10a beigelegt. Anlage 11 enthält eine Stückliste sowie Anlage 12 ein Schaltbild des Oxyd-Kathoden-Gleichrichters.

5.) Schalttafel und Schaltpult.

Die zur Umformung der ankommenden Drehstrom-Energie in die zum Betrieb des Senders erforderlichen verschiedenen Nennspannungen notwendige Schaltanlage wird im wesentlichen nachstehend erläutert. Sie besteht aus einer Schalttafel und einem Schaltpult.

a.) Schalttafel.

Feld I dient zur Aufnahme der Messgeräte für die Netzspannung und enthält Strommesser, Spannungsmesser sowie ein Wattmeter und Hauptnetzschalter.

Feld II dient zum Anschluss der Pumpenmotore. Die Motoranschlüsse sind derartig ausgebildet, dass die Stromaufnahme der Motore kontrolliert werden kann, und ein selbsttätiges Ausschalten bei Überstrom erfolgt.

Feld III enthält Schaltelemente für die 220/20 Volt Umformer. Die Motorabzweige sind in der gleichen Weise wie die der Pumpen ausgebildet. Umschalter gestatten die wahlweise Benutzung der Umformer.

Weitere Einzelheiten der Schalttafel sind aus Anlage 7 und 8 zu entnehmen.

b.) Bedienungspult.

Das Bedienungspult ist die Zentralstelle für die Steuerung der ferngesteuerten Geräte der Starkstromanlage. Die automatischen Stern-Dreieck-Schalter der Rückkühl-Anlage und der Umformer werden von hier betätigt und es wird durch Signallampen der jeweilige Betriebszustand kenntlich gemacht. Die Antriebe der Feldregler, an der Vorderseite des Bedienungspultes bedienbar, ermöglichen die Einstellung der Spannung auf den gewünschten Wert, der auf den eingebauten Profilinstrumenten bequem abgelesen werden kann. Ein elektrischer Temperaturmesser gestattet mit Hilfe eines Umschalters

die Temperaturkontrolle an besonders wichtigen vom Kühlwasser durchflossenen Stellen des Senders. Die Menge des umlaufenden Kühlwassers ist gleichfalls ablesbar. Die Steuerungsorgane des 12 kV Gleichrichters werden ebenfalls vom Bedienungspult aus betätigt. Ein Spannungsmesser mit entsprechendem Messbereich gibt die Möglichkeit, dass Arbeiten des Gleichrichters zu kontrollieren. Der mittlere Teil des Bedienungspultes ist als Schreibtisch ausgebildet, um eine bequeme Eintragung der Betriebsvorgänge in unmittelbarer Nähe der Steuerungsorgane vornehmen zu können.

Weitere Einzelheiten des Schaltbildes entnehmen man aus den Anlagen 9 und 10.

6.) Rückkühl-Anlage.

In den Anlagen 22 und 23 ist sowohl Beschreibung als auch ein Schema der Rückkühlanlage beigelegt.

FB 4
2.78