

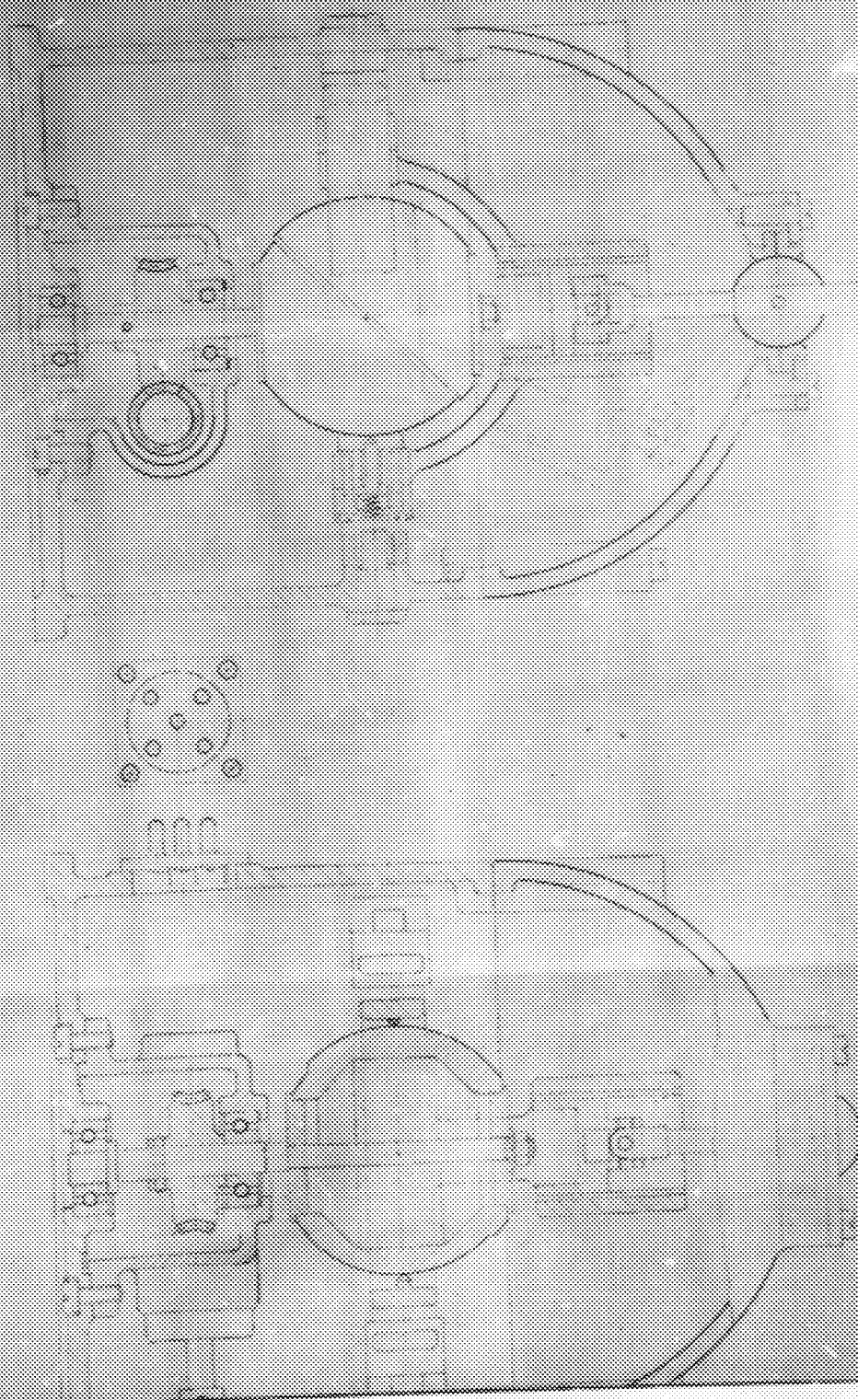
BEST COPY

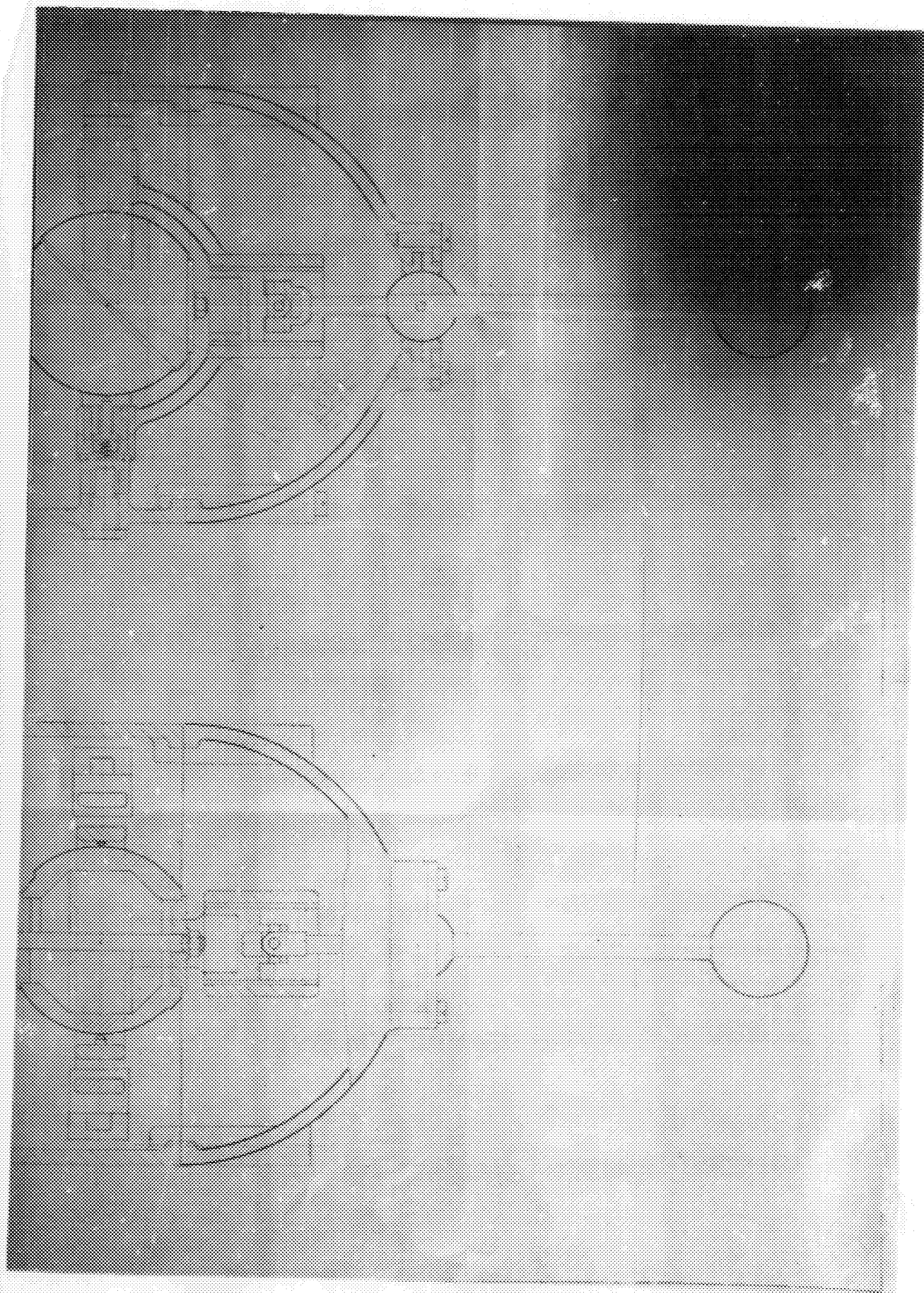
Available

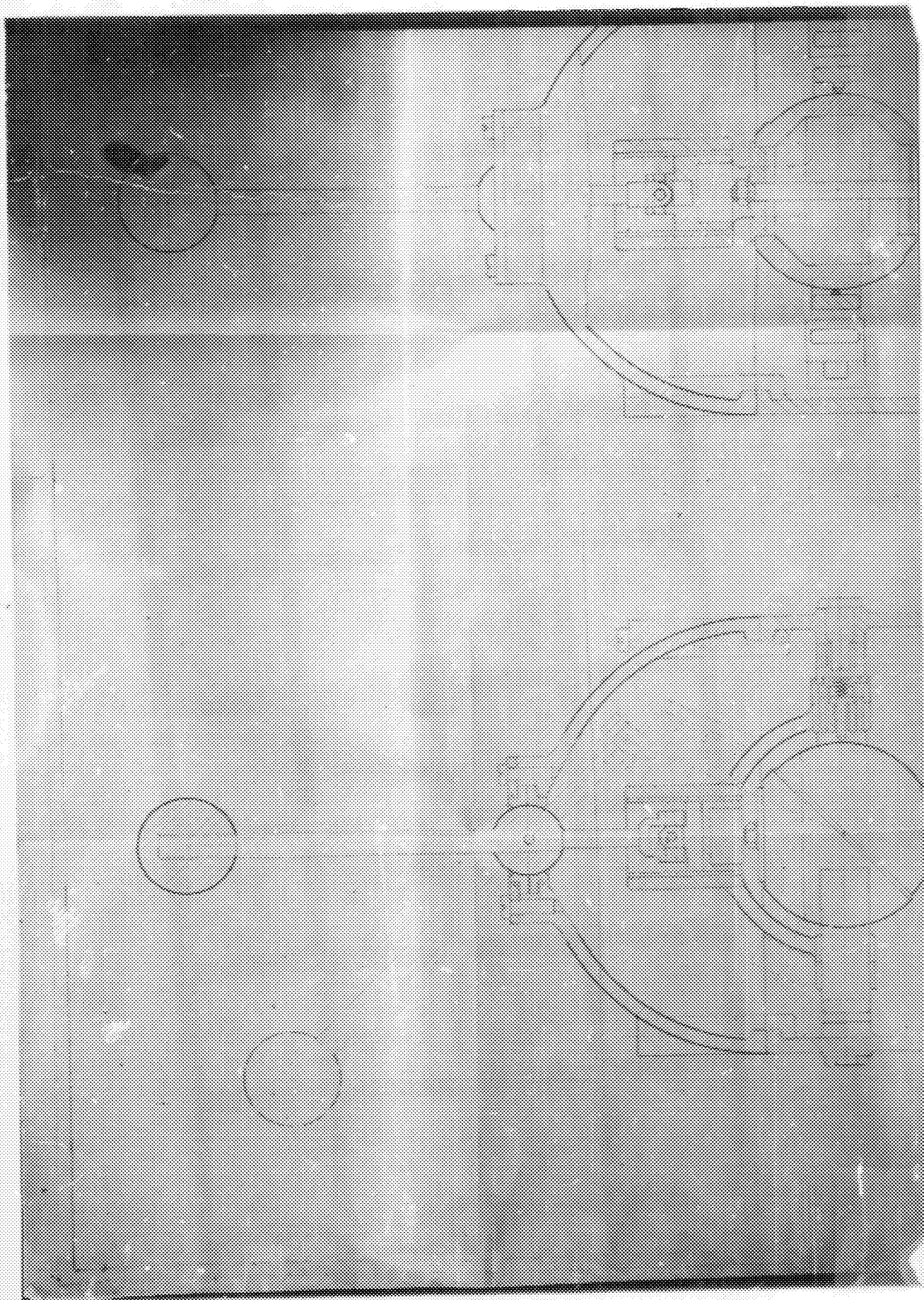
*THROUGHOUT
FOLDER*

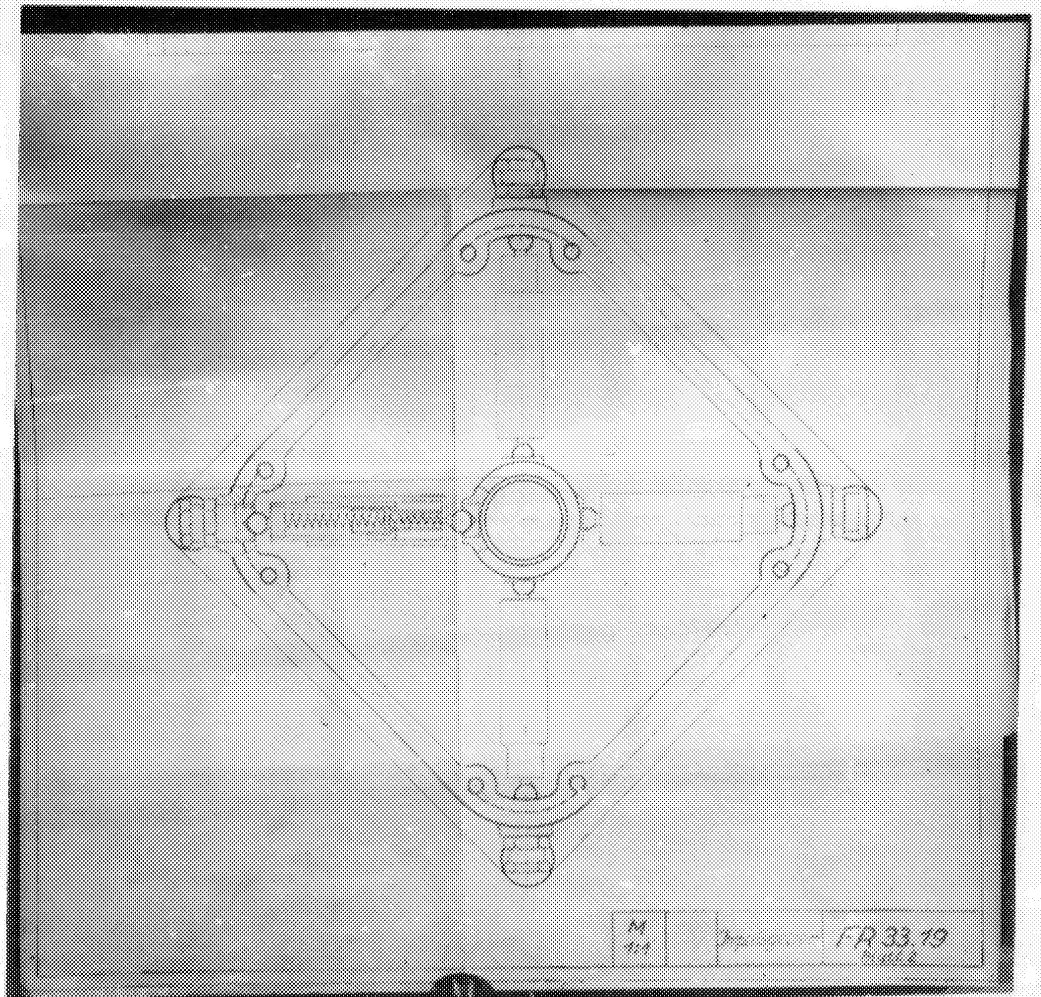
6/24/98

Page Denied

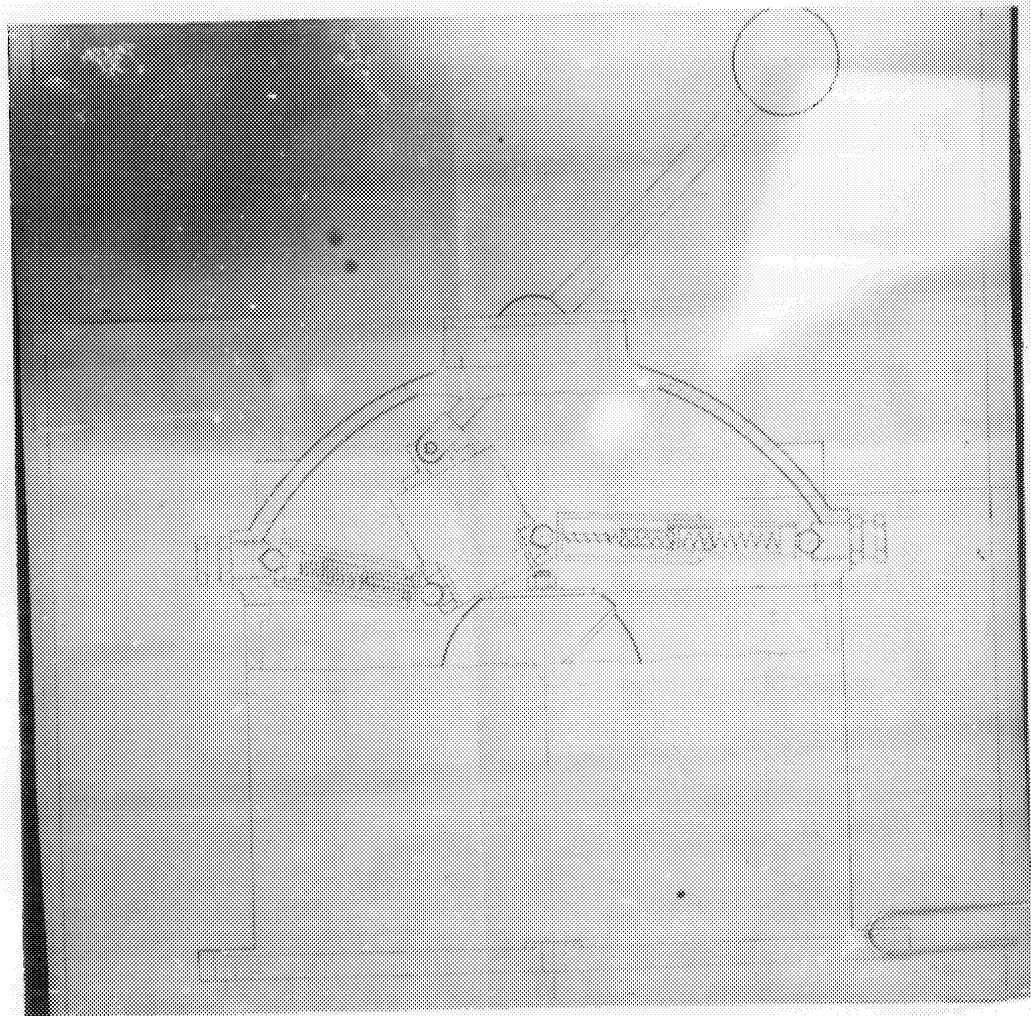




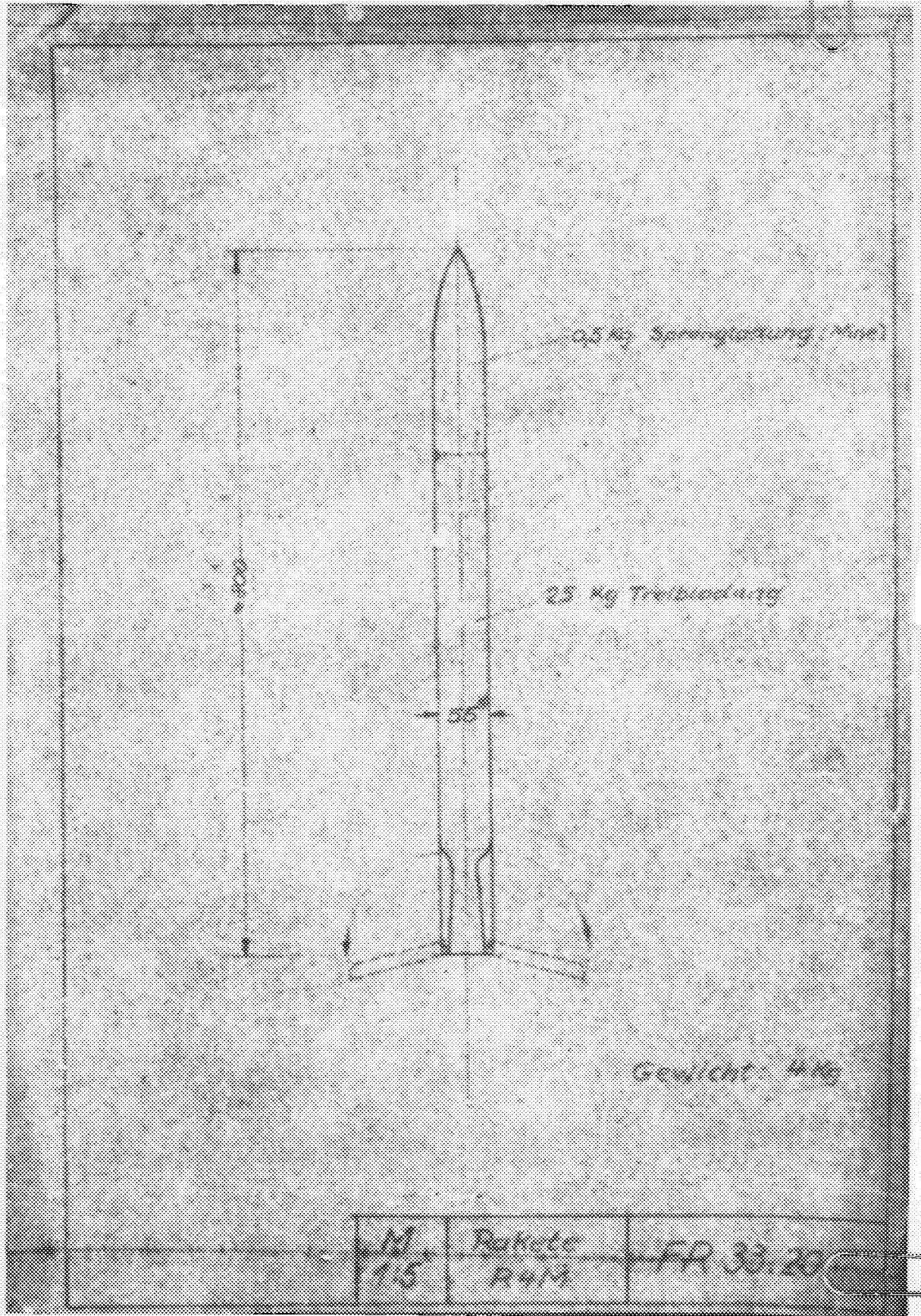




Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2012/02/07 : CIA-RDP83-00415R002900100002-6



Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2012/02/07 : CIA-RDP83-00415R002900100002-6



1.) Verechungszeit

Der Bodensender dient der Übermittlung der Kommandos für Horizontal- und Vertikalsteuerung des Geschosses auf Drahtloswege.

2.) Technische Eigenschaften

Frequenzbereich: 600...670 MHz (50...45 cm)

Sendeleistung

an 70 Ohm: ca. 10 Watt

Modulationsart: Amplitudenmoduliert

Ansteuerung: ca. 70%

Stufenzahl: zweistufig, beide Stufen in Gegentakt

Modulation: 2 Steuerfrequenzen für Ablenkung

horizontal: 18 und 23 kHz

vertikal: 30 " 38 "

1 Hilfsfrequenz: 50 kHz

Stromversorgung: 220 V \pm 10%, Einphasen-Wechselstrom
50 Hz \pm 5%

Leistungsaufnahme: ca. 450 VA

Antenne:

Frequenzbereich: 600-700 MHz

Eingangswiderstand: 70 Ohm

Welligkeit: 1,3

Halbwertsbreite: $\pm 6^\circ$, nicht entziffelt.

FR 33.07a

3.) Aufbau

(siehe Übersichtzeichnung)

Das Gestell ist in Einschubkonstruktion aufgebaut. Alle Geräte sind in Einschüben untergebracht, die zur leichtesten Kontrolle herausgezogen werden können und über Steckerleisten mit dem Gestell verbunden sind. Es sind jeweils die Aggregate in einem Einschub zusammengefaßt, die funktionsmäßig in sich abgeschlossen sind. Einschübe sind vorhanden für den Sender, das Modulationsgerät, den Kontrollempfänger, das Überwachungsgerät, den Nachstimmverstärker, den Topfkreis mit der Nachstimmautomatik, die Netzgeräte und das Schaltfeld.

Die Antenne ist in einem gesonderten Rahmen untergebracht.

4.) Arbeitsweise

(siehe Übersichtschaltbild)

In einem Gegentaktsender wird eine Grundfrequenz von 20-22,2 MHz erzeugt, die in einer zweiten Gegentaktstufe vervielfacht wird. Rückwirkungen der Antenne auf die Sendefrequenz werden so vermieden. Die zweite Stufe ist anodenmoduliert. Die hierzu notwendige Leistung liefert das Modulationsgerät. Die Sendeenergie wird über ein Hochfrequenzkabel an die Antenne abgegeben, die sie scharf gebündelt abstrahlt.

Im Modulationsgerät werden die Steuerfrequenzen für Horizontal- und Vertikalsteuerung sowie eine Hilfsfrequenz erzeugt, die für die Frequenzhaltung des Senders von Bedeutung ist, aber auch zu weiteren Kommandos benutzt werden kann.

Die Frequenzhaltung ist automatisiert. Ein kleiner Teil der Sendeenergie wird über einen Topfkreis gleichgerichtet, die hierbei auftretende Hilfsfrequenz mit der Spannung des Modulationsverstärkers verglichen und Abweichungen der Phase zur Nachsteuerung des Senders benutzt.

Zur Überwachung der Sendeleistung dient eine kleine Empfangsantenne im Sendeantennenrahmen, deren Spannung durch ein Instrument angezeigt wird. Die Funktion der Steuerimpulse wird durch zwei Braun'sche Röhren sichtbar gemacht, die ihre Spannung einerseits über eine Filterkette vom Modulationsverstärker, andererseits über einen Kontrollempfänger erhalten, so dass unmittelbar die Steuerimpulse vor und nach dem Sender überblickt werden können.

FR 33.074

Sender

Die Gegentaktsteuerstufe arbeitet in einer abgewandelten Dreipunktschaltung. Der Schwingkreis liegt zwischen den Anoden der beiden Röhren. Gitter und Kathoden sind durch Drosseln abgeriegelt. Ebenso wird die Kathodenaufheizung durch Unterdrückung eines Hochfrequenzstromes unterbunden. Die Anodenleistung (ca. 25 Watt) gelangt über eine Energieleitung an die Gitter der Röhren einer Verdreifachungsstufe. Die Gitter sind durch Tiefpässe abgeriegelt, die die Grundfrequenz durchlassen, die Frequenz der Verdreifachungsstufe dagegen abriegeln. Die Verdreifachung hat sich als notwendig erwiesen, da eine Verstärkung in diesem Frequenzgebiet nicht mehr möglich ist, und die Röhren bei Abtuning auf die Grundfrequenz in 3-er-Schwingungen geraten würden.

Die Röhren sind so angeordnet, dass sie nach vorn herausgezogen werden können. Die Schwingkreise, gebildet aus den Drehkondensatoren und den Zuleitungen von den Röhren zu diesen Kondensatoren, liegen auf der Rückseite der Fassungen. Die Kondensatoren werden im Gleichlauf durch einen Drehstromasynchronmotor angetrieben, der seine Spannung über die Nachstimmautomatik erhält. Bei Ausfall des Motors ist die Nachstimmung auch von Hand möglich. Die Kurbel wird von der Frontplatte aus bedient.

Die Energie wird über eine einstellbare Antenschleife ausgekoppelt, die so eingestellt wird, dass am Pegelinstrument der Antenne, das im Schaltkasten untergebracht ist, ein Maximumausschlag auftritt.

Beim Betrieb ist darauf zu achten, dass die Röhrenströme jeder Röhre gleich sind und ein Maximum nicht überschreiten.

Modulationsgerät

Das Modulationsgerät dient zur Erzeugung von vier Steuerfrequenzen, von denen je 2 einanderzugehörige zur Steuerung in der senkrechten und in der waagerechten Richtung benötigt werden; ferner ist eine Hilfsfrequenz zur Sendernachsteuerung erforderlich. Um das Entstehen von Kombinations- bzw. Störfrequenzen durch Übersprechen, Überwellen, sowie Quermodulation zu vermeiden, werden als Steuerfrequenzen die folgenden Werte vorgesehen:

18 kHz, 25 kHz für die waagerechte Steuerung
32 " , 38 " " " senkrechte Steuerung.

FR 33 076

-5-

Für diese Frequenzen liegt auch der Aufwand der Filter, besonders auf der Empfangsseite, in erträglichen Grenzen.

Die Erzeugung der Niederfrequenz erfolgt in einem Tongenerator in Leo-Schaltung (R5 1 und R5 2), wodurch eine ausserordentlich große Frequenzkonstanz erzielt und eine Rückwirkung durch Belastungsänderungen im Anodenkreis vermieden wird.

Die Untertastung der Frequenzen innerhalb der einzelnen Frequenzpaare erfolgt durch die Relais M 1 und M 2, die ihre Ansprechimpulse vom Steuergerät her erhalten.

Mit Rücksicht auf ein einwandfreies Arbeiten der Filter und damit der Steuerrelais ist eine hohe Frequenzkonstanz erforderlich. Daraus folgt, dass sowohl die Kapazität als auch die Schwingkreispule sehr konstant sein müssen. Besonders die letztere darf sich durch den wechselnden Kathodenstrom nicht ändern. Diese Bedingungen werden durch den oben angegebenen Spulenkern erfüllt, während als Kondensator solche mit Styroflexisolation verwendet wird.

Als höchste benötigte Anodenspannung wird etwa 350 V verwendet, die aus der Stromversorgung für den Sender zur Verfügung steht. Das Gerät umfasst 6 Röhren, und zwar die Röhren R5 1 bis R5 3 und R5 6 von der Type 6X 14 und die Röhren R5 4 bis R5 5 als Gegenaktleistungsstufe mit den Röhren 8L 12, wobei eine Wechselstromleistung von etwa 35 W erzielt werden kann. Die Umschaltung der einen Modulationsfrequenz auf die andere erfolgt durch Zu- und Abschalten von Schwingkreiskapazitäten. Die dabei auftretenden Anschwingvorgänge und dadurch verursachte Verzerrungen der Steuerimpulse sind so gering, dass sie ohne weiteres in Kauf genommen werden können. Die Verzerrungen liegen weit unter 1 Prozent. Als Ausgangsübertrager zur Überleitung der Modulationsfrequenz zum Sender dient ein Transformator aus fein lamelliertem Eisenblech von etwa 0,1 - 0,2 mm Blechstärke bei einem Luftspalt von 0,1 mm, der primärseitige Scheinwiderstand beträgt zwischen den beiden Wicklungsenden ca. 5000 Ohm, der sekundärseitige Ausgangswiderstand etwa 1000 Ohm bei einer Frequenz von 25 kHz.

Zur Stromversorgung des Modulationsgerätes ist noch zu sagen, daß 3 verschiedene Spannungen benötigt werden, und zwar 6,3 V Wechselstrom für die Heizung, 350 V Gleichspannung für die Anodenspannung und 24 V Gleichspannung für die Gittervorspannung der Leistungsröhren. Der Anodenstrom beträgt insgesamt etwa 120 mA.

Die prinzipielle Wirkungsweise des Gerätes ist folgende:

Die Röhren R5 1 und R5 2 dienen als Schwingungserzeuger für die

AR 33.07a

Frequenzpaare der Höhensteuerung und Seitensteuerung, die Röhre R5 6 für die Hilfsfrequenz. Die Entlastung innerhalb der Frequenzpaare erfolgt durch die Untertaktrelais # 1 und # 2. Die Spannungsteiler # 3 und # 14 wird die empfindliche Steuerung so eingestellt, dass für beide Frequenzpaare die gleiche Wechselstromleistung am Ausgang des Modulationsverstärkers zur Verfügung steht. Die Röhre R5 3 dient als Kopplungsglied zur Verstärkung zur Ankopplung der Gegentaktschaltung. Auf eine Verstärkerwirkung der Röhre R5 3 ist nicht zu rechnen, da die Steuerröhren R5 1 und R5 2 bereits eine genügend große Spannung zur Aussteuerung der Endstufe abgeben.

Die Endstufe ist eine Gegentaktschaltung, bei der die richtige Wittervorspannung für den vorgeschriebenen Anodenstrom durch die Spannungsteiler # 29 und # 34 eingestellt werden kann.

Kontrollempfänger

Der Kontrollempfänger dient zur Überwachung des Senders. Ein kleiner Anteil der Sendenergie wird über einen grob abgestimmten Schwingkreis eines Hochfrequenzgleichrichters zugeleitet. Die auftretende Niederfrequenz wird in einer Stufe verstärkt und in zwei Filterketten die zusammengehörigen Frequenzpaare für Horizontal- und Vertikalsteuerung ausgeleitet. Die niederohmigen Filter sind durch Transformatoren im Eingang und Ausgang angepasst.

Ein zweites, gleich aufgebautes Filterkettenpaar entnimmt seine Eingangsspannung ohne Vorverstärkung dem Ausgang des Modulationsverstärkers.

Überwachungsgerät

Das Überwachungsgerät dient zur Kontrolle der Steuerimpulse und der Modulation des Senders. Es enthält zwei Braun'sche Röhren für die Horizontal- und Vertikalsteuerung sowie die Bedienungorgane für Helligkeit- und Schärfeeinstellung der Röhren. Die vom Kontrollempfänger kommenden Niederfrequenzspannungen werden den Ablenkplatten der Braun'schen Röhren zugeführt, und zwar so, dass die vom Modulationsverstärker kommende Spannung die Horizontalablenkung, die vom Senderausgang kommende Spannung die Vertikalablenkung bewirkt. Bei Phasengleichheit der beiden Spannungen entsteht so auf der Braun'schen Röhre ein schräger Strich, dessen Steilheit durch das Verhältnis der beiden Spannungen gegeben ist. Bei Verzerrungen durch den Sender entstehen Verkrümmungen der Linie. Ausfall einer Impulsfrequenz zeigt sich durch Fehlen eines Teiles der Linie.

FR 83.026

-7-

Topfkreis

Er ist das frequenzbestimmende Glied des Senders. Durch seine mechanischen Abmessungen ist er auf die Sollfrequenz abgestimmt, die durch Änderung der kapazitiven Belastung innerhalb der vorgegebenen Grenzen geändert werden kann. Die Einstellung der Frequenz erfolgt von Hand über ein Getriebe. Die Ablesung erfolgt an einer Gradskala. Der Topfkreis ist lose an den Sender angekoppelt. Die auftretende Hochfrequenzspannung wird durch eine Gleichrichterröhre demoduliert. Die Niederfrequenzspannung wird dann dem Nachstimverstärker zugeleitet.

Weicht die Sendefrequenz von der Frequenz des Topfkreises ab, dann ist die Phase der Hochfrequenzspannung im Topfkreis vor- oder nachgehend gegenüber der Senderspannung. Bei der Demodulation der HF-Spannung geht die Phasenabweichung in die Niederfrequenzspannung ein, so dass die niederfrequente Phasenabweichung ein Mass für die Senderveratimmung bildet. Der Phasenvergleich nimmt der Nachstimverstärker vor.

Nachstimverstärker

Er besteht aus zwei Resonanzverstärkern, die auf die Hilfsfrequenz des Modulationsverstärkers abgestimmt sind. Der eine Verstärker ist zweistufig und verstärkt die vom Topfkreis kommende Spannung auf ca. 15 Volt. Der zweite, einstufige Verstärker entnimmt seine Eingangsspannung direkt dem Anodenkreis des Modulationsverstärkers. Die Ausgänge beider Verstärker sind nun so zusammenschaltet, dass sich die Spannungen einmal addieren, einmal subtrahieren. Die Summenspannungen werden gleichgerichtet und einem Differentialrelais zugeführt, das je nach Vorzeichen der Richtspannung einen positiven oder negativen Impuls an die Relaisautomatik weitergibt.

Nachstimautomatik

Sie ist räumlich im gleichen Nischenschub wie der Topfkreis untergebracht.

Die vom Nachstimverstärker gelieferten Impulse steuern das Relais I, das seinerseits wieder über das Relais II dem Motor für die Sendernachstimmung eine Wechselspannung und eine kapazitive Hilfsspannung gibt. Je nach Stellung des Relais wird die Drehrichtung des Motors geändert. Ist die Sollstellung des Senders erreicht, dann wird dem Ständer des Motors eine Gleichspannung aufgedrückt, die ihn zum sofortigen Stillstand bringt. Ein Schalter S I gestattet die Betätigung der Motorschaltung von Hand.

FR 33.07

-8-

Netzgerät

Es liefert die Anodenspannung von 350 Volt bei 300 mA für den Sender, die Anodenspannung von 350 Volt und 120 mA für den Hochspannungsverstärker, eine Anodenspannung von 250 Volt für den Mittelspannungsverstärker und den Nachspannungsverstärker sowie die Heizspannung für alle in Gerät verwendeten Röhren.

Netzgerät

Es versorgt das Überwachungsgerät mit der Anodenspannung von 1200 Volt und der Heizspannung von 12,6 Volt für die Braun'schen Röhren, die Relaisautomatik und die Erdschaltung mit einer Wechselspannung von 60 Volt und einer Gleichspannung von 60 Volt.

Antenne

Die Antenne soll die Senderenergie möglichst scharf gebündelt zum Empfänger strahlen. Sie ist durch eine Anordnung von 18 Halbwellendipolen, die elektrisch parallel geschaltet sind, scharf gebündelt. Die Strahlung nach rückwärts wird durch gespeiste Reflexionsdipole unterbunden. Ein kleiner Empfangsdipol absorbiert einen kleinen Teil der Energie, die von einem Gleichrichter demoduliert wird. Die Gleichspannung wird im Sendegerät angezeigt und dient als Mass für die abgestrahlte Leistung.

FR 33.076

Richtgerät nach Zeich. FR 33.17.
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Die Aufgabe des Richtgerätes ist, einerseits den Richtstrahl der Bodenantenne stets auf die fliegende Rakete auszurichten, andererseits den Impulsgeber zur Richtungsänderung der Geschossflugbahn zu betätigen. Diese Aufgaben können nur von zwei Bedienungsbedienten ausgeführt werden. Der eine Mann, der Steuerschütze, bedient den Impulsgeber und besteuert dadurch die Flugbahn des Geschosses. Dieses beobachtet er laufend durch ein Zielgerät. Das Anrichten dieses Zielgerätes an das Geschoss erledigt ein zweiter Mann, der dabei gleichzeitig den Richtstrahl der Bodenantenne auf das Geschoss lenkt. Da der Richtkegel der Bodenantenne nur etwa 5° beträgt, ist ein exaktes Richten der Antenne erforderlich. Hierzu wird die Antenne mittels Saug- und Huberichtgetriebes genau auf das fliegende Geschoss gewichtet, wobei der Richtschütze den Flug durch ein Fernrohr beobachtet. Für geringere Entfernungen bis etwa 3 km bedient er sich zweckmäßig das neben dem Fernrohr angeordnete Reflexvisier, das einen besseren Überblick gewährleistet, jedoch für größere Entfernungen nicht sehr geeignet ist. Der Steuerschütze beobachtet ebenfalls durch Fernrohr oder Reflexvisier, die fest mit der Antenne verbunden sind, die Flugbahn. Seine Aufgabe besteht darin, den Impulsgeber zu betätigen und damit das Geschoss auf das Ziel zu richten. Der Richtschütze korrigiert die Richtung des Strahls nach der von Steuerschütze verursachten Richtungsänderung des Geschosses.

Beschreibung.

Auf dem Sockel (1) ist das Richtgerät (2) um eine horizontale Achse schwenkbar gelagert. An diesem sind die beiden Sitze für den Richtschützen (3) und den Steuerschützen (4) an Analogern angebracht. In der Mitte ist der Antennenrahmen (5) (siehe Zeich. FR 33.18) um die horizontale Achse (6) drehbar gelagert. Der

- 2 -

Richtschüssel betätigt zum Seitenrichten das Handrad (7), das über die Kette (8) das mit dem Zahnkranz (9) der Sockele (1) im Eingriff stehende Ritzel (10) dreht. Zum Höhenrichten bedient er das Handrad (11), das über ein Zwischenrad (12) und das auf der Höhenrichtachse (6) befestigte Zahnsegment (13) die Schwenkung des Antennenrahmens (5) in der Höhe bewirkt. Auf dem Lagerbock (14), der am Antennenrahmen (5) befestigt ist, befinden sich Fernrohr (15) und Reflexvisier (16) in bequemer Lage für den Schützen. Auf der gegenüberliegenden Seite ist vor dem Sitz (4) das Steuerschützen der Impulsgeber (17)²⁾ angebracht. Am Antennenrahmen (5) sind in gleicher Weise wie für den Richtschützen Fernrohr (18) und Reflexvisier (19) auf dem Lagerbock (20) befestigt.

FR 33. 17a

²⁾ siehe Zeichnung FR 33. 19

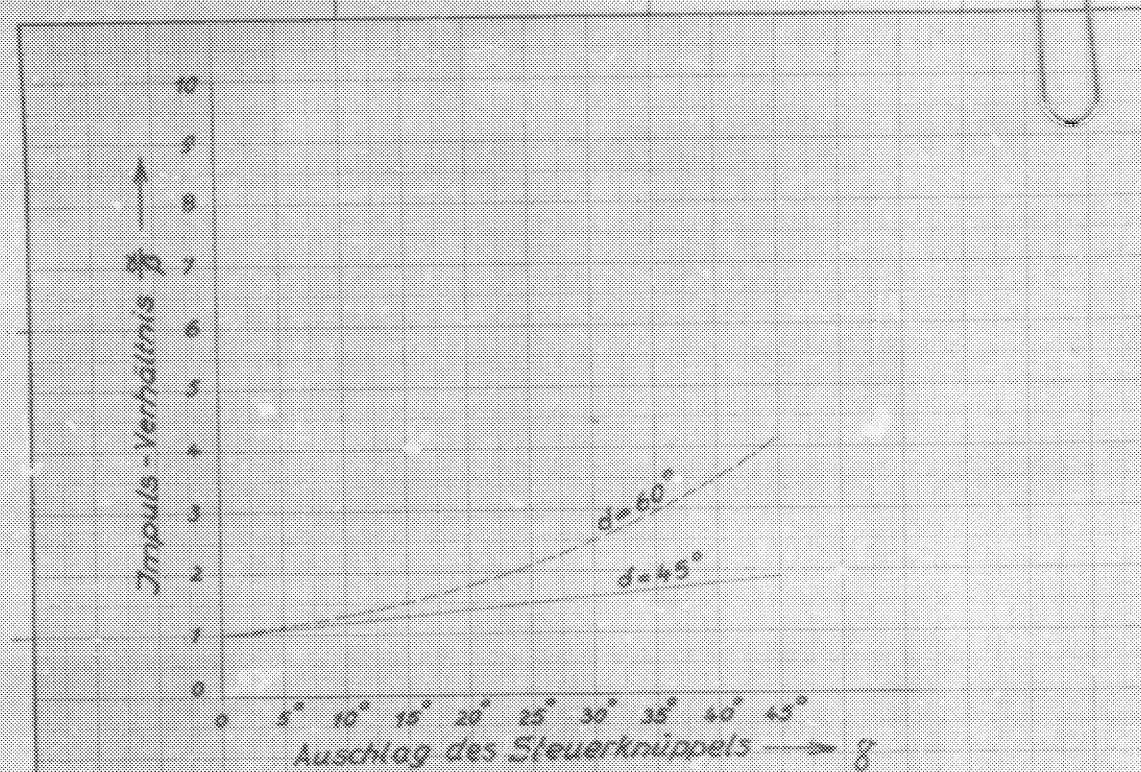


Diagramm 1

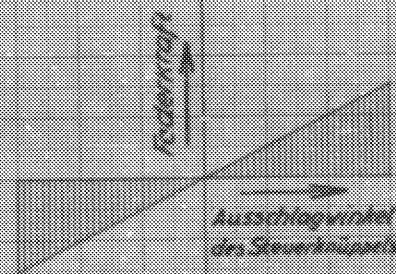


Diagramm 2



Diagramm 3

Diagramme
zum Impulsgeber

FR 33.19a

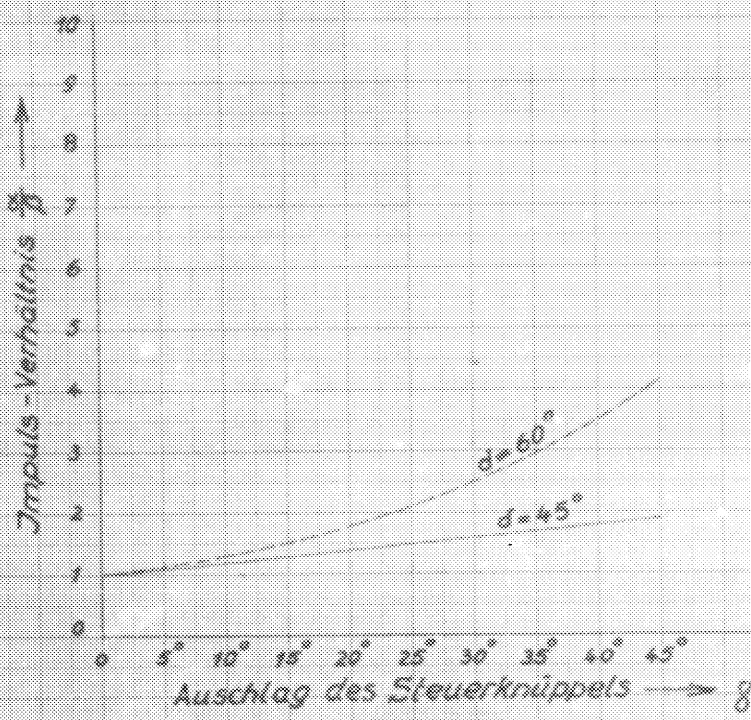


Diagramm 1

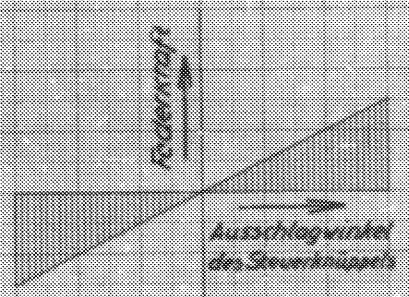


Diagramm 2

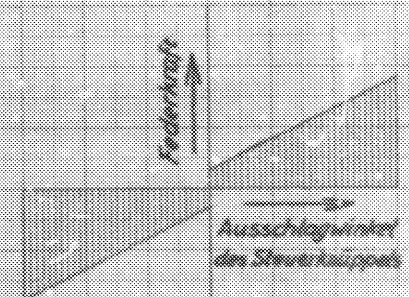


Diagramm 3

Diagramme
zum Impulsgeber

FR 33.19a

- 7 -

zweite, in der Federhülse untergebrachte, leichte Druckfeder dient lediglich dazu, um die beiden Kugeln an den Enden der Federhülse stets gegen die Kugelpfannen zu drücken.

An der Seitenwand des Gehäuses ist ein Mehrfachstecker angebracht, die Stromleitungen gehen von da aus an die Blattfedern mit den Kontakten.

Größter Ausschlag des Steuerknüppels aus der Mittelage in jeder beliebigen Richtung: 45°

Drehzahl der Kugel: 10 Umdr./sec.

Drehzahl des Antriebsmotors: 5000 Umdr./Min.

FR33.19b

- 5 -

äußere Kardanring sind so in Gehäuse gelagert, dass die beiden Kardanschenen durch die Kugelmitte gehen. In Richtung dieser Kardanschenen sind die 4 Fühlstifte im inneren Anker ring angeordnet, zwei der Fühlstifte gehen durch die Schwenkzapfen zwischen innerem und äußerem Kardanring. Jeder Fühlstift schließt sein Auflaufen auf die größere Kugelhälfte über eine Blattfeder einen Kontakt, der an einer zweiten Blattfeder justierbar angebracht ist. Auf der kleineren Kugelhälfte wird der Fühlstift und die Blattfeder durch eine Druckfeder an die Kugel gedrückt. An dem inneren Kardanring ist ein halbkreisförmiger Ring mit einer nach oben ragenden Hübe angeordnet, in der ein Gleitstück mit einem Kardan gelenk sich befindet. An dem Kardan gelenk greift der im Gehäusedeckel kugelig gelagerte Steuerknüppel an. Durch diese getrennte Lagerung von Steuerknüppel und Kardanring wird vermieden, dass unerwünschte, am Steuerknüppel auftretende Kräfte den Schaltmechanismus beschädigen vielmehr im Gehäusedeckel aufgefangen werden.

Der Kardanring und der Steuerknüppel werden durch eine Anordnung von 4 Druckfedern (Zeichnung Blatt 2) in der Mittelage gehalten. Mit Vergrößerung des Steueranschlages steigt die Federkraft. In den 4 Ecken des Gehäuses und an der Hübe am Kardanring sind je 4 Kugelpfeifen angeordnet, in die die Federhülsen mit den Druckfedern eingreifen. Um eine einwandfreie, von Reibungskräften und Lagerspiel unbeeinflusste Nullstellung des Kardanringes zu gewährleisten, ist die Anordnung so getroffen, dass die Steuerkraft nicht mit Null beginnt, wie in Diagramm 2 dargestellt, sondern mit einem geringen über Null liegenden Wert (Diagramm 3). Dies wird dadurch erreicht, dass die Druckfedern beim Schwenken aus der Nulllage mit einer bleibenden Vorspannung beginnen. Die

- 7 -

FR 33 196

- 5 -

Der Kardanring wird von einem kugelig gelagerten, allseitig beweglichen Steuerknüppel beliebig geschwenkt. Bei geneigten Kardanring gleitet der ober liegende Fühlstift auf einem über der Längsmitte liegenden Kreise ab, wie auf der Zeichnung Blatt 1 oben links strichpunktliert gekennzeichnet ist. Auf diesem Kreise ist der Einschaltwinkel größer als 180° . Bei dem gegenüber liegenden Fühlstift ist die Einschaltzeit um den selben Betrag kleiner als 180° . Mit zunehmender Neigung des Kardanringes wird also das Verhältnis der Einschaltzeiten und damit der Steuerimpulse vergrößert, wodurch eine Kursänderung in einem dem entsprechenden Fühlstiften zugeordneten Sinne erfolgt. Das Diagramm 1 gibt an, in welchem Verhältnis sich bei der vorliegenden Konstruktion die Impulsezeiten beim Schwenken des Steuerknüppels ändern. Die Werte gelten in gleicher Weise für den Seiten- wie für den Höhen-Impuls. Die Steilheit der Kurve kann in gewissen Grenzen beliebig geändert werden. Die ausgezogene Kurve entspricht der vorliegenden Konstruktion mit einer Neigung der Trennungskreise der größeren und der kleineren Halbkugel um 45° zur Drehachse. Legt man diesen Trennungskreis flacher, z.B. unter 60° zur Drehachse, so ergibt sich eine Steuercharakteristik, wie in Diagramm 1 die gestrichelte Kurve angibt.

Das gesamte Steuergetriebe ist in einem völlig geschlossenen, bestens gegen Verschmutzen und Witterungseinflüsse geschützten Gehäuse untergebracht. Auf dem Boden des Gehäuses ist der Antrieb für die Drehung der Kugel angeordnet. Auf der Antriebswelle ist eine durch das Gehäuse ragende Kupplung für den Anschluß an den Elektromotor vorgesehen. Auf der senkrechten Welle ist über dem Schneckentrieb die Schaltlagel gelagert. Der innere und der

- 6 -

FR33.19b

- 4 -

Die Kontakte schliessen oder öffnen einen Stromkreis, in dem sich ein Steuerrelais befindet, dessen Kontaktzustand sich somit je nach der Stellung des Kontaktes zur Plus- oder Minusbelegung der Kugel in Arbeits- oder Ruhestellung befindet. Das Impulsverhältnis ist also bestimmt durch das Verhältnis der Arbeitsteilung und der Ruhestellung des Relais. Das Relais selbst ist im Modulationsgerät untergebracht und steuert dort jeweils ein Frequenzpaar, sodass das Verhältnis der Dauer der beiden Frequenzen eines solchen Frequenzpaares dem Impulsverhältnis und damit der Stellung des Kontaktabgriffes an der Kugel entspricht.

In der praktischen Ausführung zeigt der Impulsgeber eine um eine senkrechte Achse rotierende Kugel, deren eine Hälfte einen um etwa 1,5 mm kleineren Durchmesser als die andere Hälfte aufweist. Diese Kugel wird von 4 gefederten Fühlstiften abgetastet. Der Trennungskreis der beiden verschiedenen grossen Kugelhälften ist zur Drehachse um 45° geneigt. Die 4 Fühlstifte sind an einem kardantisch gelagerten Ring angebracht und liegen in der Nullstellung des Kardanringes in einer zur Drehachse senkrechten, durch die Kugelmitte gehende Ebene. Die Fühlstifte betätigen über eine Blattfeder einen elektrischen Kontakt und schliessen beim Anheben, also beim Gleiten auf der grösseren Kugelhälfte einen Stromkreis, der zu den Steuerendern geht. Von den 4 Fühlstiften, die in einem symmetrischen Achsenkreuz angeordnet sind, sind je 2 gegenüberliegende für die Hoch- und Tief- bzw. Rechte- und Linke-Steuerung bestimmt. Bei Drehung der Kugel werden die Fühlstifte in der Nulllage des Kardanringes nacheinander während einer halben Kugelumdrehung angehoben, solange sie auf dem erhöhten Kugelteil gleiten, und ebenso gleiten sie während der anderen halben Kugelumdrehung auf der kleineren Kugelhälfte. In dieser Lage des Kardans wird also einachsige und damit die Stromstärke für alle 4 Steuerendern gleich und das Projektil fliegt geradesaus.

- 5 -

FR 33 101

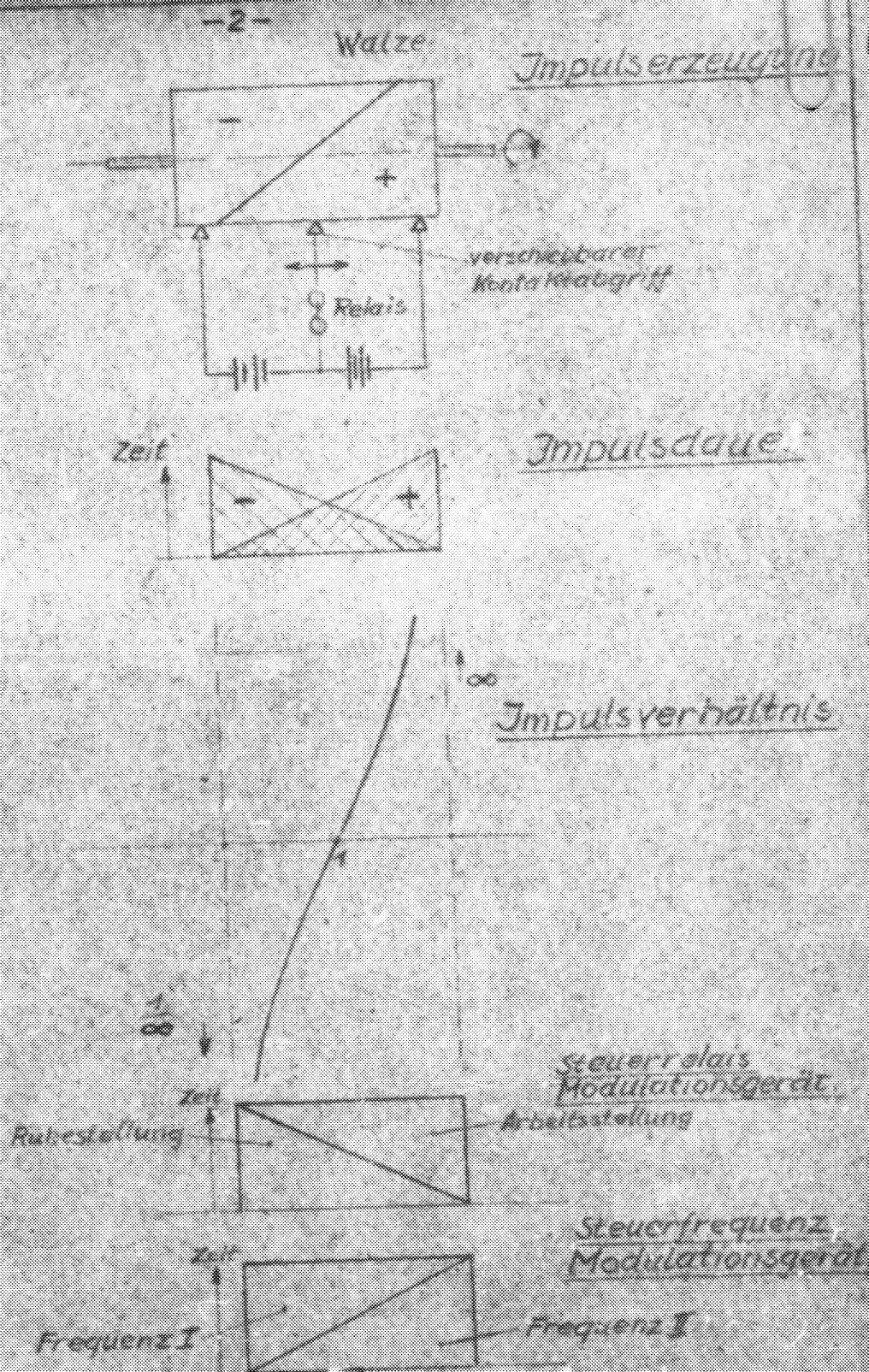
- 3 -

nach dem Verhältnis der Kontaktdecker zwischen der Plusbelegung und der Minusbelegung. Für die Mittelstellung ergibt sich ein Verhältnis von 1, sodass in diesem Falle die Impulsdauer in beiden Richtungen gleich ist. Durch die Zusammenfassung zweier Walzenpaare können die für die beiden Steuerrichtungen Höhe und Seite erforderlichen Impulsepaare erzeugt werden.

Da beide Steuerrichtungen durch denselben Steuerknüppel betätigt werden sollen, bietet die Verwendung von Walzen infolge der Hebelübertragungssysteme konstruktive Schwierigkeiten mit sich und erschwert die Fertigung eines solchen Systems unnötig. Für den vorliegenden Fall wurde daher anstelle der Walze eine Kugel verwendet, an die die Kontaktabgriffe kardantisch aufgehängt angebracht sind. Durch die kardantische Aufhängung ist es möglich, bei um 90° gegeneinander versetzten Kontakten beide Impulsepaare mit einer Kugel zu erzeugen, sodass der mechanische Aufbau des ganzen Impulsgebers auf diese Weise ausserordentlich vereinfacht wird. Für die vorliegende Konstruktion wird ausserdem nicht mit elektrischen Kontakten zwischen Walze, bzw. Kugel und Kontaktabgriff gearbeitet, sondern die Kugel selbst trägt statt der Plus- und Minusbelegungen ein entsprechendes Profil und betätigt damit über Fühlstifte Kontakte, die an der kardantischen Aufhängung angebracht sind. Auf diese Weise wird erreicht, dass die Kontakte selbst mechanisch betätigt sind und nicht als Gleitkontakte zu elektrischen Störungen Anlass geben können. Ausserdem besteht die Möglichkeit, die einzelnen Kontakte elektrisch voneinander zu trennen, eine Möglichkeit, für die im vorliegenden Falle allerdings kein Bedürfnis vorliegt.

- 4 -

PA 33/196



FR 38-196

Impulsgeber.

Die Aufgabe des Impulsgebers ist es, die für die Steuerung (Höhe und Seite) erforderlichen Steuerimpulse zu erzeugen. Wie sich aus dem Verfahren ergibt, werden sowohl zur Höhensteuerung wie auch zur Seitensteuerung je ein Impulsproduzent benötigt, wobei durch den einzelnen Impuls jeweils das zugehörige Steuerrelais im Empfänger auf dem Wege über den Sender und Empfänger betätigt wird. Für die Steuerwirkung muß eine Impulsdauer eines Impulsproduktes gleich lang, während für eine mehr oder weniger große Steuerwirkung das Verhältnis der Impulsdauer beider Impulse eines solchen Impulsproduktes einen von 1 abweichenden Wert zeigt. Ist das Impulsverhältnis größer als 1, so erfolgt eine Steuerwirkung bei der Seitensteuerung, z.B. nach rechts, während bei einem Impulsverhältnis kleiner als 1 eine Steuerwirkung nach links auftritt. Für die Höhensteuerung gilt das Gleiche, d.h. für ein Verhältnis größer als 1 wird Höhensteuerung gegeben, während für ein Verhältnis kleiner als 1 Tiefensteuerung gegeben wird.

Das Impulsverhältnis kann auf folgende Weise geändert werden: Eine zylindrische Walze enthält 2 Belagungen, deren Trennungslinie in der Abweichung diagonal verläuft, wie es die Skizze auf Seite 2 zeigt. Wenn die Walze rotiert, steht ein in der Längsrichtung verschiebbarer Kontaktabgriff in Berührung entweder mit der mit plus bezeichneten Belagung oder mit der mit minus bezeichneten Belagung. Wird jetzt über diese Belagungen und dem Kontaktabgriff ein Strom geschickt, so wird ein im Stromkreis befindliches polarisiertes Relais bald nach links und bald nach rechts ausschlagen. Die Dauer des Ausschlages nach der einen oder nach der anderen Richtung richtet sich nach der Stellung des Kontaktabgriffes zur Walze und damit

Lfd. Nr.	Stückzahl	Benennung	Such-Nr.	Bemerkungen
R ₁		Schichtwiderstand	3 kOhm - 0,25 W	
R ₂		"	50 " - "	
R ₃		"	50 " - "	
R ₄		"	3 " - "	
R ₅		"	50 " - "	
R ₆		"	50 " - "	
R ₇		"	50 " - "	
R ₈		"	3 " - "	
R ₉		"	50 " - "	
R ₁₀		"	50 " - "	
R ₁₁		"	50 " - "	
R ₁₂		"	3 " - "	
R ₁₃		"	50 " - "	
R ₁₄		"	50 " - "	
R ₁₅		"	1 kOhm - "	
R ₁₆		"	40 kOhm - "	
R ₁₇		"	20 " - "	
R ₁₈		"	100 " - "	
R ₁₉		"	20 " - "	
R ₂₀		"	500 Ohm - "	
R ₂₁		"	5 kOhm - 0,5 W	
R ₂₂		"	1 kOhm - 0,25 W	
R ₂₃		"	500 Ohm - "	
R ₂₄		"	2 kOhm - "	

Anz. Einheiten Anz. Stück Anz. Paare		Tag Monat Jahr		Anz. Einheiten Tag Monat Jahr		Anz. Einheiten Tag Monat Jahr		Anz. Einheiten Tag Monat Jahr	
Hierzu TL				FR 53.03a				Stück Anzahl aus 6 Stk	
127-10000-00				127-10000-00				Stück Nr.	
				Steuerempfänger					

UPE Nr	Werkstoff	Bezeichnung	Werte	Bezeichnung
C ₁		Keram.Kondensator	5 pF ± 10%	
C ₂		Trimmer-Kondensator	1 - 5 pF	
C ₃		Papier-Kondensator	10 nF ± 20%	
C ₄		Keram.Kondensator	60 pF ± 2%	
C ₅		" "	40 pF ± 2%	
C ₆		Papier-Kondensator	1000 pF ± 20%	
C ₇		" "	10 nF ± 20%	
C ₈		Keram.Kondensator	40 pF ± 2%	
C ₉		" "	40 pF ± 2%	
C ₁₀		Papier-Kondensator	1000 pF ± 20%	
C ₁₁		" "	10 nF ± 20%	
C ₁₂		Keram.Kondensator	40 pF ± 2%	
C ₁₃		" "	40 pF ± 2%	
C ₁₄		Papier-Kondensator	1000 pF ± 20%	
C ₁₅		" "	10 nF ± 20%	
C ₁₆		Keram.Kondensator	50 pF ± 2%	
C ₁₇		" "	100 pF ± 10%	
C ₁₈		" "	60 pF ± 2%	
C ₁₉		Papier-Kondensator	10 nF ± 20%	
C ₂₀		" "	10 nF ± 20%	
C ₂₁		Keram.Kondensator	50 pF ± 20%	
C ₂₂		Papier-Kondensator	50 nF ± 20%	
C ₂₃		Keram.Kondensator	50 pF ± 20%	
C ₂₄		Papier-Kondensator	1000 pF ± 20%	

Hierzu TL		FR 33.03 d	
Abfertigung Nr.		Steuerempfänger	

1/2 Nr	Werk- zahl	Bezeichnung	Wert-Nr	Abweichung
025		Papier-Kondensator	0,5 μ F \pm 20%	
026		Keram.Kondensator	10 pF \pm 10%	
027		" "	100 pF \pm 10%	
028		Papier-Kondensator	0,1 μ F \pm 20%	
029		Styroflex-Kondensator	4,425 nF \pm 2%	
030		" "	4,425 nF \pm 2%	
031		" "	35,4 nF \pm 2%	
032		" "	3,46 nF \pm 2%	
033		" "	3,46 nF \pm 2%	
034		" "	27,9 nF \pm 2%	
035		" "	2,49 nF \pm 2%	
036		" "	2,49 nF \pm 2%	
037		" "	19,9 nF \pm 2%	
038		" "	2,095 nF \pm 2%	
039		" "	2,095 nF \pm 2%	
040		" "	16,3 nF \pm 2%	
041		Trimmer-Kondensator	1 - 5 pF	
042		Papier-Kondensator	0,1 μ F \pm 20%	

Lieferant: Hierza IL		FR 33.030	
Hersteller-Nr. Bauart-Nr. Baujahr	Tag Monat Jahr	Erzeug-Nr.	Lieferant max. / gr. Blatt Nr. 3
Steuerempfänger			

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Wert-Nr.	Bemerkungen
PI ₁	Bandfilter - Rundfunkdestruktion Induktivität jeder Spule L = 10,4 µH Gegeninduktivität M = 0,43 µH		
PI ₂	wie PI ₁		
PI ₃	wie PI ₁		
PI ₄	Bandfilter L = 10,8 µH; M = 0,5 µH		
L ₁	Rundfunksekerenspule	100 µH ± 5%	
L ₂	Häsekerenspule	17,7 mH ± 1%	
L ₃	"	17,7 mH ± 1%	
L ₄	"	2,21 mH ± 1%	
L ₅	"	Anzapfung bei 23,3 µH ± 1%	
L ₆	"	13,83 mH ± 1%	
L ₇	"	13,83 mH ± 1%	
L ₈	"	1,73 mH ± 1%	
L ₉	"	Anzapfung bei 16,7 µH ± 1%	
L ₁₀	"	9,95 mH ± 1%	
L ₁₁	"	9,95 mH ± 1%	
L ₁₂	"	1,845 mH ± 1%	
L ₁₃	"	Anzapfung bei 13,0 µH ± 1%	
L ₁₄	"	8,38 mH ± 1%	
L ₁₅	"	8,38 mH ± 1%	
L ₁₆	"	1,05 mH ± 1%	
L ₁₇	"	Anzapfung bei 10,67 µH ± 1%	

Abg. Nr.	Abg. Hdt-Nr.	Tag	Name	Abg. Nr.	Abg. Hdt-Nr.	Tag	Name	Abg. Nr.	Abg. Hdt-Nr.	Tag	Name	Abg. Nr.	Abg. Hdt-Nr.	Tag	Name
Verpackung, Papp Nr.		Hierzu		Tag		Name		FR 3303c							
Abfertigung Nr.		TL		Tag		Name		Folien Nr.		Licht Nr.		Blatt Nr.			
								Ersatz Nr.		Blatt Nr.					
								Stückliste Nr.							

UK-Nr	Best-Nr	Beschreibung	Such-Nr	Bemerkungen
UK ₁		Desimeterinjektivität nach Konstruktion		
UK ₂		"	"	"
D ₁		Stördrossel	10 Wdg. - d=8 mm - l = 15 mm	
D ₂		"	"	"
D ₃		"	"	"
D ₄		"	"	"
D ₅		"	"	"
D		Ausgangsübertrager Primärinduktivität L _p = 0,1 H bei 0,5 mm Luftspalt Sisenquerschnitt q _s = 2 cm ²	l = 7	
II 10		Ornetz-Gleichrichter	4x1 Zelle R ₀ = 100 Ohm	
II 2		"	"	"
II 3		"	"	"
II 30		"	"	"
tel 10		Welaic	R=100 Ohm; Ansprechzeit bei 10 mV	
tel 2		"	"	"
tel 3		"	"	"
tel 30		"	"	"
M 10		nicht im Steuerempfänger, im Steuersystem untergebracht		
M 2				
M 3				
M 30				

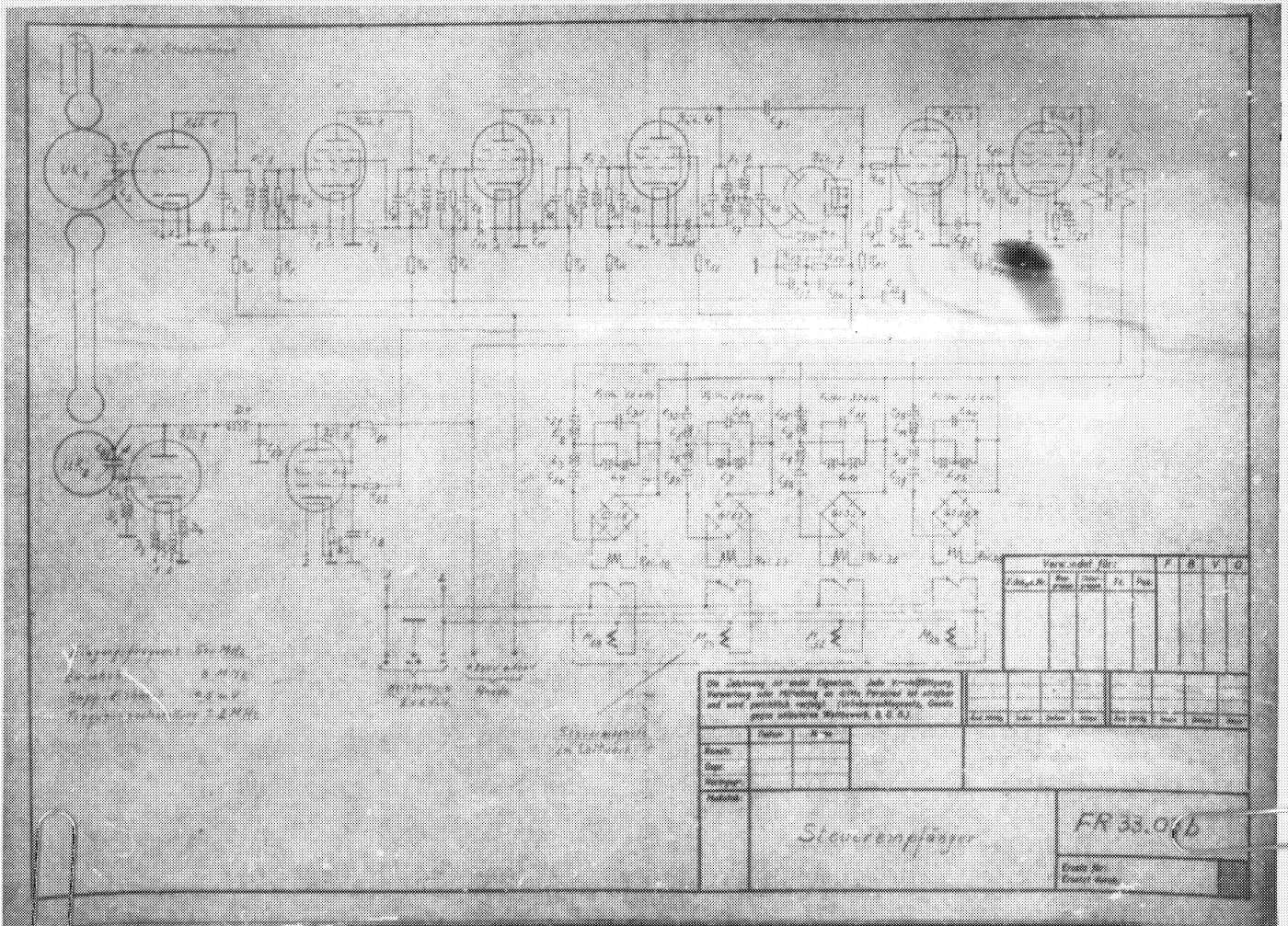
Artz Artz-Mitt-Nr Tag Monat Artz Artz-Mitt-Nr Tag Monat Artz Artz-Mitt-Nr Tag Monat Artz Artz-Mitt-Nr Tag Monat	Hierzu ZL	FR 38.03 c	Stückzahl 5
		Steuerempfänger	

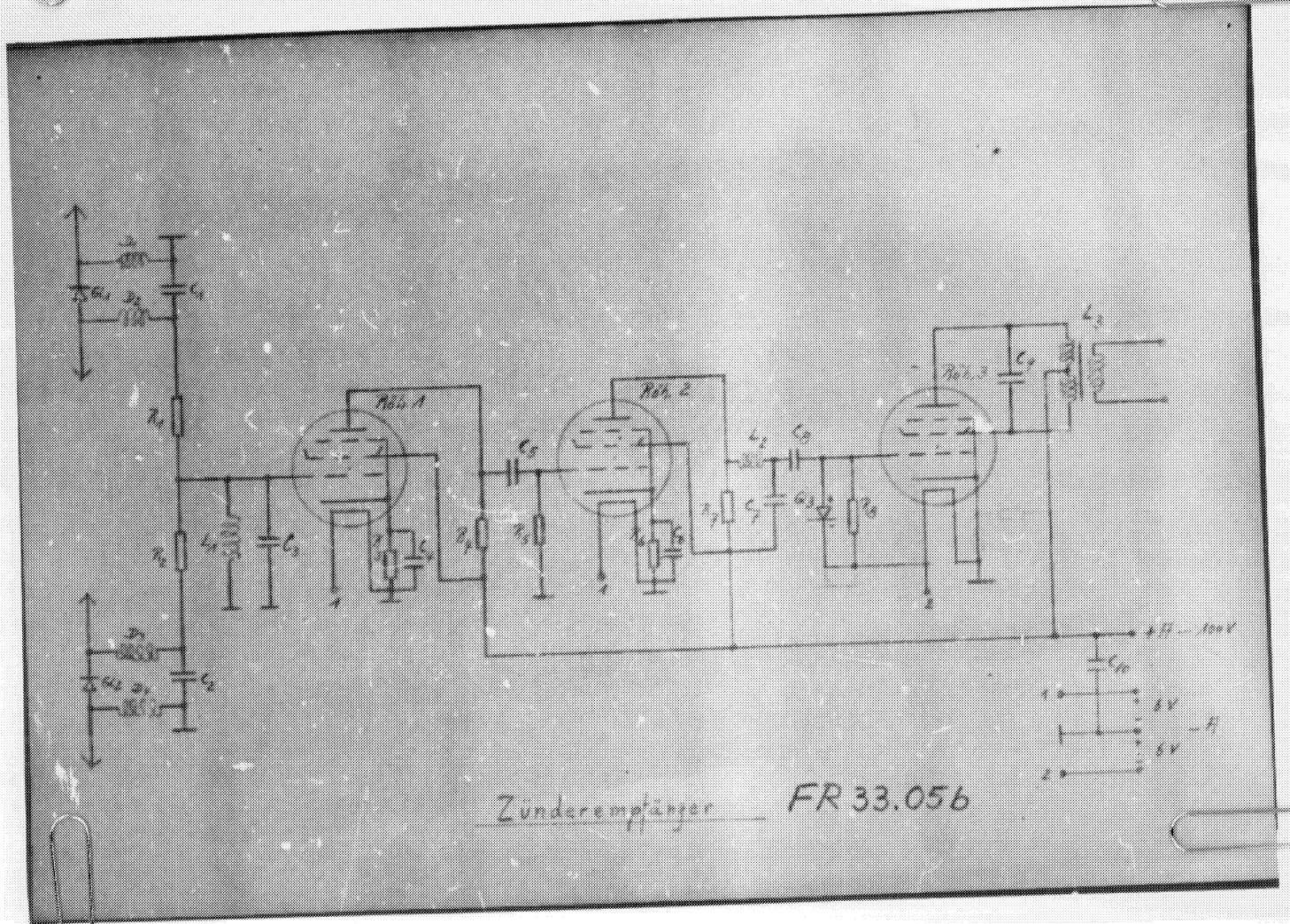
1	2	3	4	5
Lfd. Nr	Stückzahl	Benennung	Sach-Nr	Bezeichnet
Röh 1		UKV-Triode	1D ₁	
Röh 2		Regelpentode	5F ₁₁	
Röh 3		"	7F ₁₁	
Röh 4		"	5F ₁₁	
Röh 5		" - Gleichrichterdiode	5BF ₁₁	
Röh 6		Pentode in Triodeschaltung	5F ₁₄	
Röh 7		Duodiode	5B ₁₁	
Röh 8		Pentode in Triodeschaltung	5F ₁₄	
Röh 9		UKV-Triode	1D ₁	

FR 33.03c

Hierzu
TL

Stückliste zu
Steuereempfänger





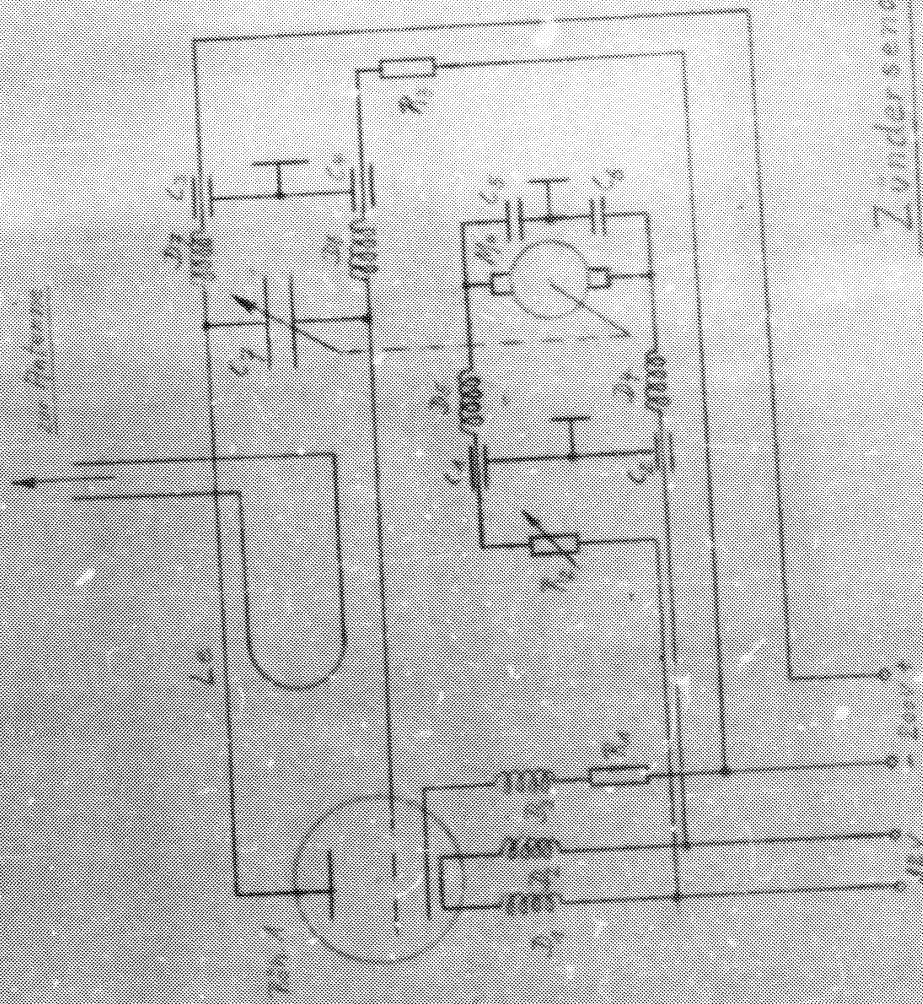
Zunderempfänger FR 33.056

Urk- Nr	Stück- zahl	Benennung	Sech-Nr	Bemerkungen
1				
1 ₁		Leichtmetallferstaud	20 kOhm ± 20%	
1 ₂		"	20 " ± 20%	
1 ₃		"	500 Ohm ± 10%	
1 ₄		"	15 kOhm ± 20%	
1 ₅		"	500 " ± 20%	
1 ₆		"	500 Ohm ± 10%	
1 ₇		"	15 kOhm ± 20%	
1 ₈		"	500 kOhm ± 20%	
2 ₁		Keram.Kondensator	100 pF ± 20%	
2 ₂		" "	100 pF ± 20%	
3 ₁		Papier-Kondensator	5000 pF ± 5%	
3 ₂		" "	150 nF ± 20%	
3 ₃		" "	5000 pF ± 20%	
3 ₄		" "	150 nF ± 20%	
3 ₅		" "	700 pF ± 5%	
3 ₆		" "	10 nF ± 20%	
3 ₇		" "	400 pF ± 20%	
3 ₈		" "	0,2 uF ± 20%	
3 ₉		" "		
3 ₁₀		" "		
4 ₁		Schutzdrossel	10 Wdg. d=3 mm, l=15 mm	
4 ₂		"	"	
4 ₃		"	"	
4 ₄		"	"	
5 ₁		Resonanzspule 21,2 mH ± 5% - Güte = 8,5 für 15 kHz		
5 ₂		Verzerrerspule 159 mH ± 5% - Güte = 1,4 für 15 kHz		
5 ₃		Resonanzspule 7 mH ± 5% - Güte = 25 für 100 kHz d = 1,1:50		

Aug- 1951	Aug-1951-Nr	Tag	Blatt	Aug- 1951	Aug-1951-Nr	Tag	Blatt	Aug- 1951	Aug-1951-Nr	Tag	Blatt	Aug- 1951	Aug-1951-Nr	Tag	Blatt
Hierzu IL								FR 36.05c							
												Licht protokol max 2 Bl			
												Blatt Nr			
												Zünderspünger			

Lot-Nr	Stückzahl	Benennung	Stück-Nr	Bemerkungen
G11		GE3-Detektor		
G12		"		
G13		MF-Gleichrichter	10 Volt - 0,25 mA	
R6b 1		Pentode	6F 12	
R6b 2		"	6F 12	
R6b 3		"	6F 12	

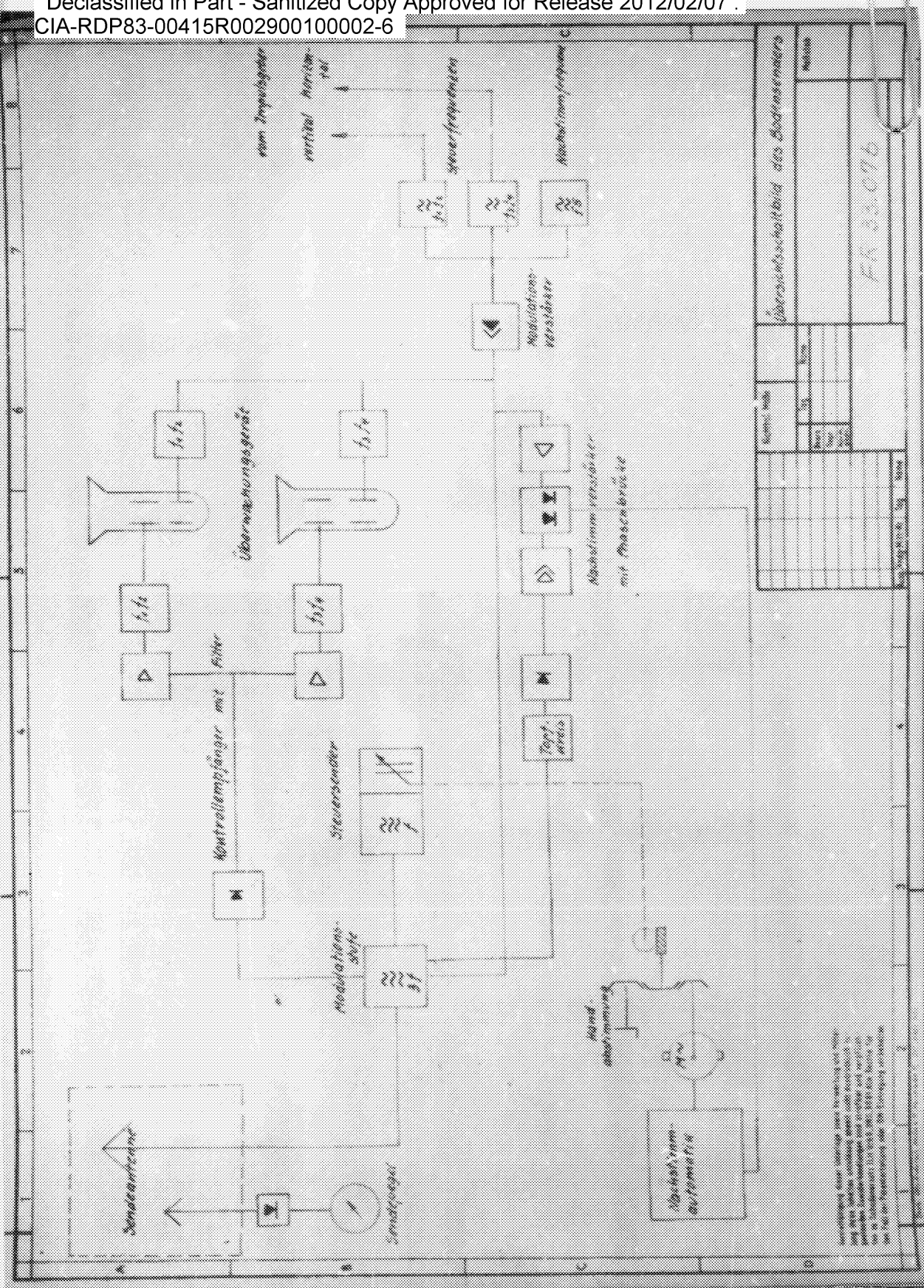
Vorrichtung, Name etc. Hierzu TL		Tag Monat		Tag Monat		Tag Monat		Tag Monat		Tag Monat		Tag Monat		Tag Monat	
Arbeitsweise etc. FR 33.05c		Bauart Lager Menge Preis		Bauart Lager Menge Preis		Bauart Lager Menge Preis		Bauart Lager Menge Preis		Bauart Lager Menge Preis		Bauart Lager Menge Preis		Bauart Lager Menge Preis	
Hersteller etc. Zünderempfänger															

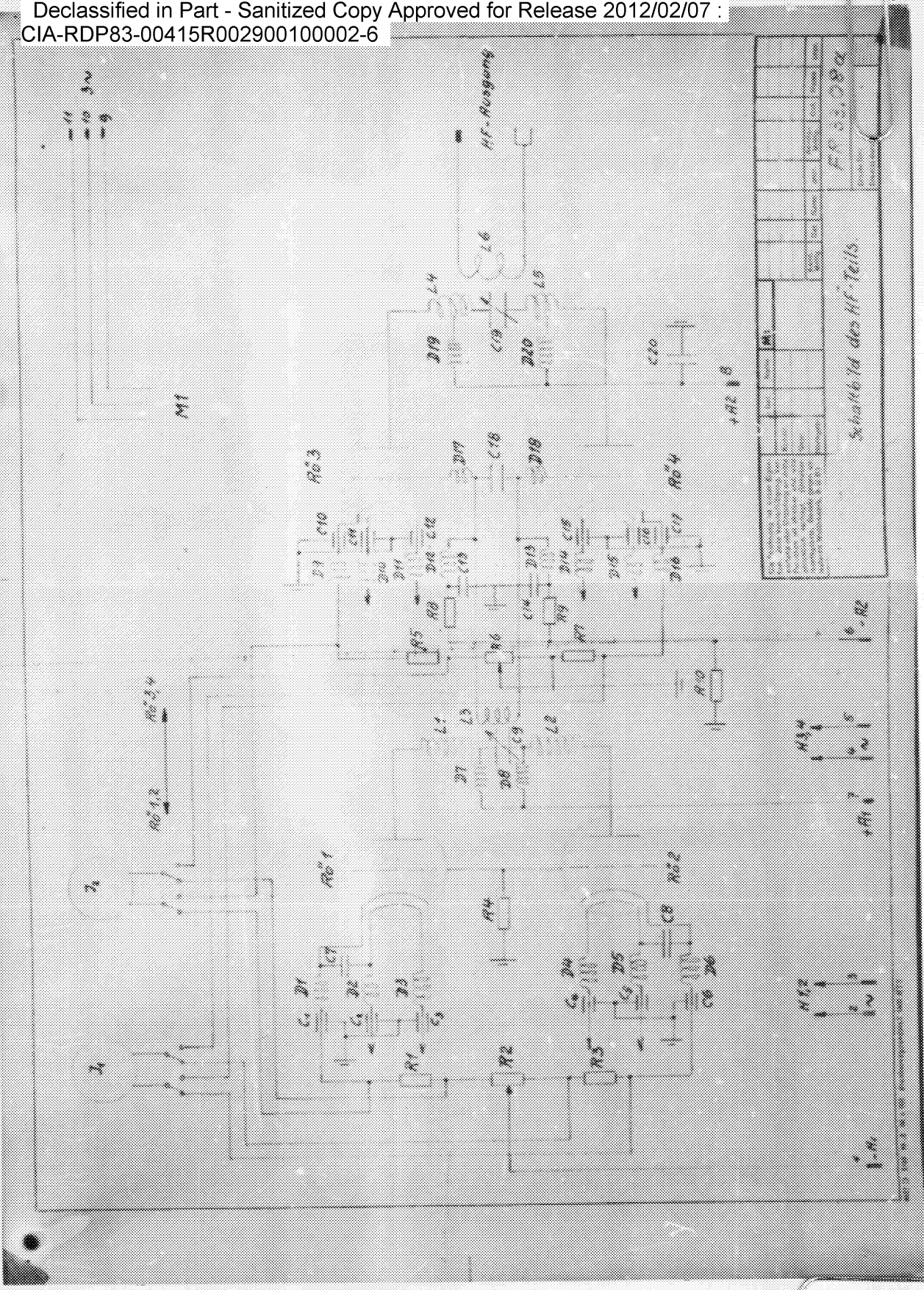


Zündsender
FR 33.05 d

Best-Nr	Bezeichnung	Such-Nr	Bemerkungen
K ₁	Schichtwiderstand	200 Ohm ± 10% 0,5 W	
R ₂	Drahtwiderstand, regelbar	5 Ohm ± 20% 0,5 W	
R ₃	Schichtwiderstand	600 Ohm ± 10% 0,5 W	
C ₁	Keram.Durchfuhrungs-kondensator	100 pF ± 10%	
C ₂	"	100 pF ± 10%	
C ₃	"	100 pF ± 10%	
C ₄	"	100 pF ± 10%	
C ₅	Papierkondensator	5000 pF ± 20%	
C ₆	"	5000 pF ± 10%	
C ₇	Foelkelkondensator nach Konstruktion		
D ₁	Drosselspule	10 Mg, d=5 mm, l=15 mm	
D ₂	"	"	
D ₃	"	"	
D ₄	"	"	
D ₅	"	"	
D ₆	"	"	
D ₇	"	"	
L _e	Leiterleitung nach Konstruktion		
Mo	Elastomotor - 4 W - 12 V - 1500 U/min		
Ch	Chk-Schraube	2x1	

Lieferant Liefer-Nr. Nr. Menge Datum Unterschrift	Hierzu TL	Die Name	Die Name	Die Name	Die Name	Die Name	Die Name	Die Name	Die Name	Die Name	Die Name	Die Name	Die Name	Die Name	Die Name	Die Name
		FR 33.05e														
					Zindersoder											





Bezeichnung	Sech-Nr	spez. Werte u. Bemerkungen
C1		
C2 } Durchführungskond.	3 x 150 pF	Condensa C
C3 }		
C4 }		
C5 } Durchführungskond.	3 x 150 pF	Condensa C
C6 }		
C7 Keramikkondensator	150 pF 4φ, 10%	Calit
C8 Keramikkondensator	160 pF 4 DIN 41348	
C9 Abstimmkondensator	8 pF	durch Konstr. festgelegt
C10		
C11 Durchführungskond.	3 x 150 pF	Condensa C
C12		
C13 Keramikkondensator	160 pF 4 DIN 41348	
C14 Keramikkondensator	160 pF 4 DIN 41348	
C15		
C16 } Durchführungskond.	3 x 150 pF	Condensa C
C17 }		
C18 Luftkondensator	ca 2 pF	durch Konstruktion geg.
C19 Abstimmkondensator	2,2 pF	durch Konstr. festgelegt
C20 Keramikkondensator	1000 pF 8 DIN 41348	
D1 HF-Drossel	15 Wdg 8φ, 96 Ccl	
D2 HF-Drossel	15 Wdg 8φ, 96 Ccl	
D3 HF-Drossel	15 Wdg 8φ, 96 Ccl	
D4 HF-Drossel	15 Wdg 8φ, 96 Ccl	
D5 HF-Drossel	15 Wdg 8φ, 96 Ccl	

Name: Tag: Name: Tag:		Name: Tag: Name: Tag:		Name: Tag: Name: Tag:		Name: Tag: Name: Tag:	
Hierzu: Tag: Name:		Hierzu: Tag: Name:		Hierzu: Tag: Name:		Hierzu: Tag: Name:	
FR 33.086				Sender HF-Teil			

Kenn- zei- chen	Benennung	Sach-Nr	elektr Werte u. Bemerkungen
D6	HF-Drossel	15 Wdg 8 ^φ , 0,6 CuL	
D7	HF-Drossel	15 Wdg 8 ^φ , 0,6 CuL	
D8	HF-Drossel	15 Wdg 8 ^φ , 0,6 CuL	
D9	HF-Drossel	8 Wdg 5 ^φ , 0,5 CuL	
D10	HF-Drossel	8 Wdg 5 ^φ , 0,5 CuL	
D11	HF-Drossel	8 Wdg 5 ^φ , 0,5 CuL	
D12	HF-Drossel	15 Wdg 8 ^φ , 0,6 CuL	
D13	HF-Drossel	15 Wdg 8 ^φ , 0,6 CuL	
D14	HF-Drossel	8 Wdg 5 ^φ , 0,5 CuL	
D15	HF-Drossel	8 Wdg 5 ^φ , 0,5 CuL	
D16	HF-Drossel	8 Wdg 5 ^φ , 0,5 CuL	
D17	HF-Drossel	6 Wdg 5 ^φ , 0,5 CuL	
D18	HF-Drossel	6 Wdg 5 ^φ , 0,5 CuL	
D19	HF-Drossel	8 Wdg 5 ^φ , 0,5 CuL	
D20	HF-Drossel	8 Wdg 5 ^φ , 0,5 CuL	
J1	mA-meter	0,5 mA, 1000 Ohm	
J2	mA-meter	0,5 mA, 1000 Ohm	
L1	Abstimmspule	} Durch Konstruktion festgelegt	
L2	Abstimmspule		
L3	Koppelspule		
L4	Abstimmspule		
L5	Abstimmspule		
L6	Ant.kopplungsspule		
M1	Abstimmmotor	Drehstromasynchr. motor 750 U/min, 4 Watt	
R1	Karbowidwiderstand	1/2 W Grösse je nach Instr.	

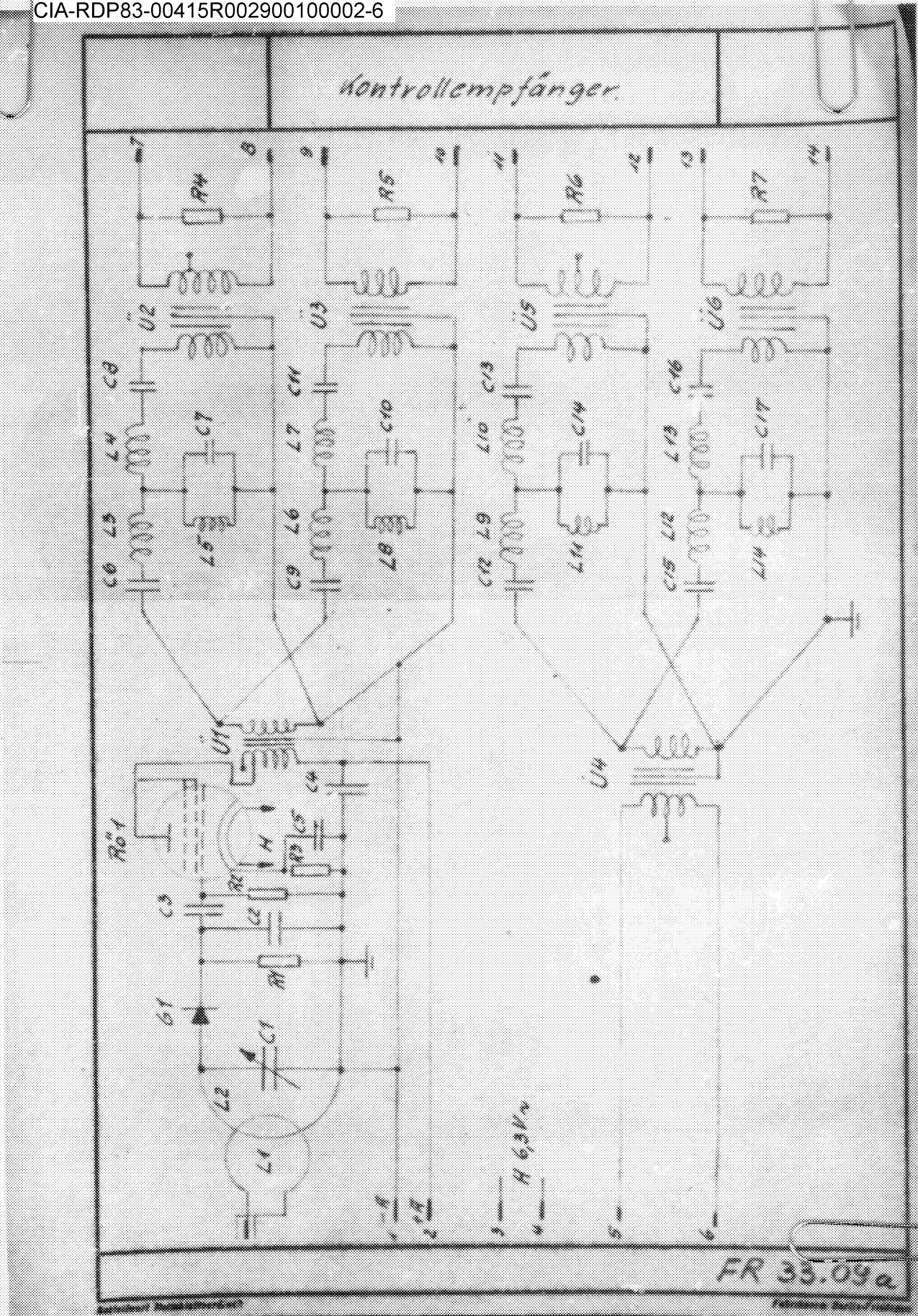
WFDunk 235/241 200 B 2

Tag	Aug	Mon	Tag	Name	Tag	Aug	Mon	Tag	Name	Tag	Aug	Mon	Tag	Name
Name: <u>Merzu</u> Abteilungs-Nr.: <u>72</u>										F.R 33.08 b				
Dienst: _____ Platz: _____ Unterschrift: _____										Liste besetzt von <u>3</u> Bl. Blatt Nr. <u>2</u>				
Sender HF-Teil														

So. 43 DIN

Kombi- num- mer	Benennung	Sach-Nr	elektr. Werte u. Bemerkungen
R2	Drahtpotentiometer	500 Ohm, 5 Watt	
R3	Karbowidwiderstand	1/2 W, Grösse je nach Instr.	
R4	Karbowidwiderstand	2 W, 3k Ohm	
R5	Karbowidwiderstand	1/2 W, Grösse je nach Instr.	
R6	Drahtpotentiometer	500 Ohm, 5 Watt	
R7	Karbowidwiderstand	1/2 W, Grösse je nach Instr.	
R8	Karbowidwiderstand	3 W, 1,5k Ohm	
R9	Karbowidwiderstand	3 W, 1,5k Ohm	
R10	Karbowidwiderstand	3 W, 500 Ohm	
R01	Senderöhre	LD5	
R02	Senderöhre	LD5	
R03	Senderöhre	LD5	
R04	Senderöhre	LD5	

Best-Nr. / Tag Name		Best-Nr. / Tag Name		Best-Nr. / Tag Name		Best-Nr. / Tag Name	
Herzv. TL		Tag Name		Tag Name		Tag Name	
FR 33.086				Lade Strom max 3 A			
Sender HF-Teil				Strom 3			

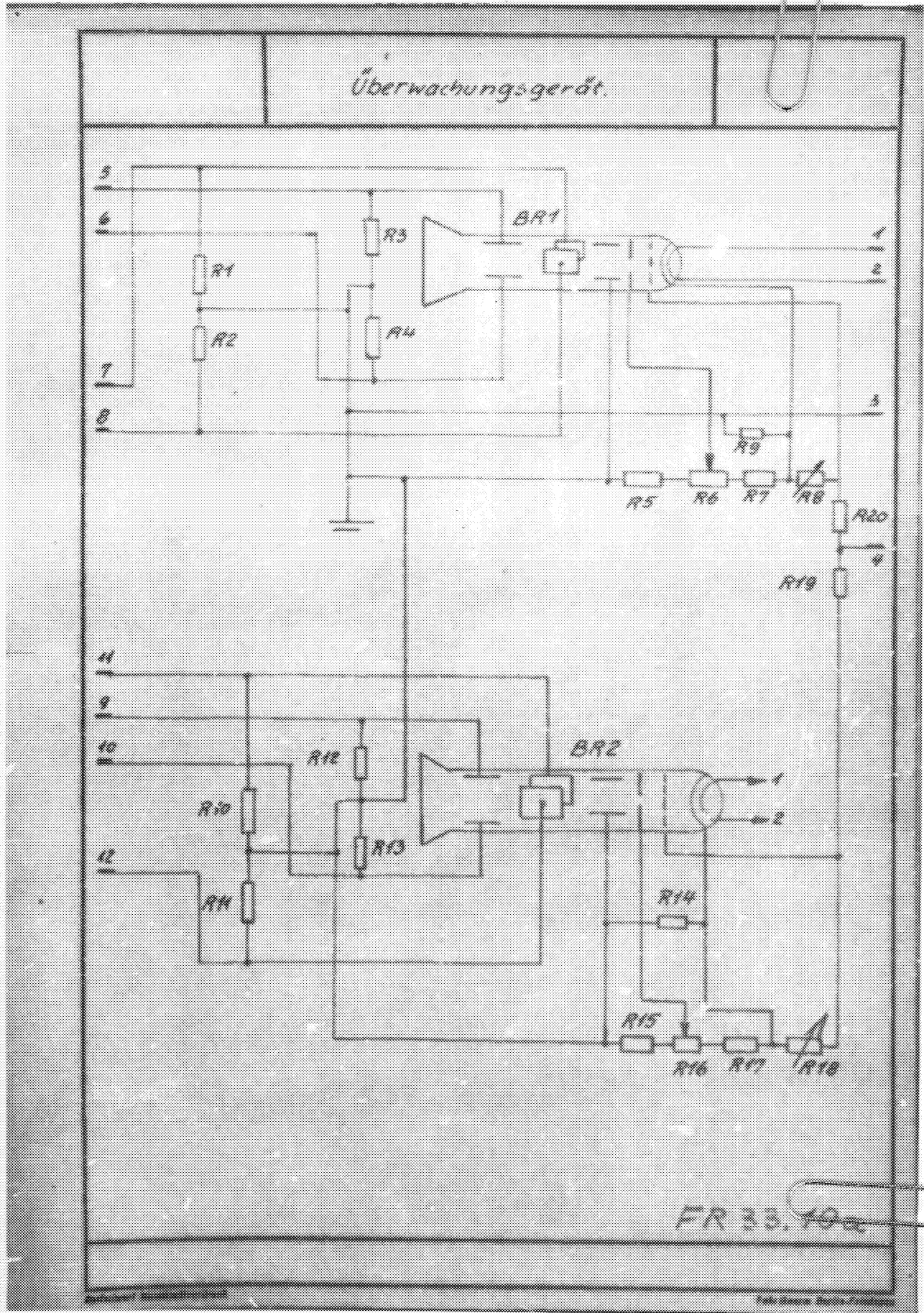


Ufd. Nr.	Stückzahl	Benennung	Such-Nr.	Bemerkung
C 1		Abstimmkondensator	5 pF Lufttrimmer	
C 2		Keramikkondensator	20 pF ± 10%	
C 3		Rollkondensator	1000 pF ± 20%	
C 4		"	0,1 µF ± 20% 500/1500 V	
C 5		"	0,1 µF ± 20% 160/500	
C 6		Styroflexkondensator	3440 pF ± 0,5%	
C 7		"	35400 pF ± 0,5%	
C 8		"	3440 pF ± 0,5%	
C 9		"	2010 pF ± 0,5%	
C 10		"	20800 pF ± 0,5%	
C 11		"	2010 pF ± 0,5%	
C 12		"	3440 pF ± 0,5%	
C 13		"	3440 pF ± 0,5%	
C 14		"	35400 pF ± 0,5%	
C 15		"	2010 pF ± 0,5%	
C 16		"	2010 pF ± 0,5%	
C 17		"	20800 pF ± 0,5%	
G 1		Hochfrequenzgleichrichter	Kristalldetektor	
L 1		Leiterankopplung		} durch Konstruktion festgelegt
L 2		Abstimmachleife		
L 3		Massekernspule	17,4 mH ± 0,5%	
L 4		"	17,4 mH ± 0,5%	
L 5		"	1,72 mH ± 0,5%	
L 6		"	10,4 mH ± 0,5%	
L 7		"	10,4 mH ± 0,5%	

Artz. Nr. / Auftr.-Nr. / Tag / Name Hierzu TL		Artz. Nr. / Auftr.-Nr. / Tag / Name FR 33.09 b	
Arbeitsweise Nr.		Eintr. Nr.	
Zeichnungs-Nr.		Eintr. Nr.	
Besondere Anm.		Eintr. Nr.	
Kontrollempfänger			

Lfd. Nr.	Best.-nr.	Bezeichnung	Such-Nr.	Bemerkungen
L 8		Basskernspule	1,005 mHy ± 0,5%	
L 9		"	17,4 mHy ± 0,5%	
L 10		"	17,4 mHy ± 0,5%	
L 11		"	1,72 mHy ± 0,5%	
L 12		"	10,4 mHy ± 0,5%	
L 13		"	10,4 mHy ± 0,5%	
L 14		"	1,005 mHy ± 0,5%	
R 1		Karbowid-Filistorstand	10 kOhm ± 10% 0,5 W	
R 2		"	50 kOhm ± 10% 0,25	
R 3		"	250 Ohm ± 5% 0,5 W	
R 4		"	50 kOhm ± 5% 0,5 W	
R 5		"	50 kOhm ± 5% 0,5 W	
R 6		"	50 kOhm ± 5% 0,5 W	
R 7		"	50 kOhm ± 5% 0,5 W	
R 8		Verstärkeröhre	2F 14	
U 1		Übertrager		
U 2		"	50000/5000/1000 Ohm	
U 3		"	1200/382/170 Ohm	
U 4		"	1000 Ohm = 22 mHy	
U 5		"		
U 6		"		

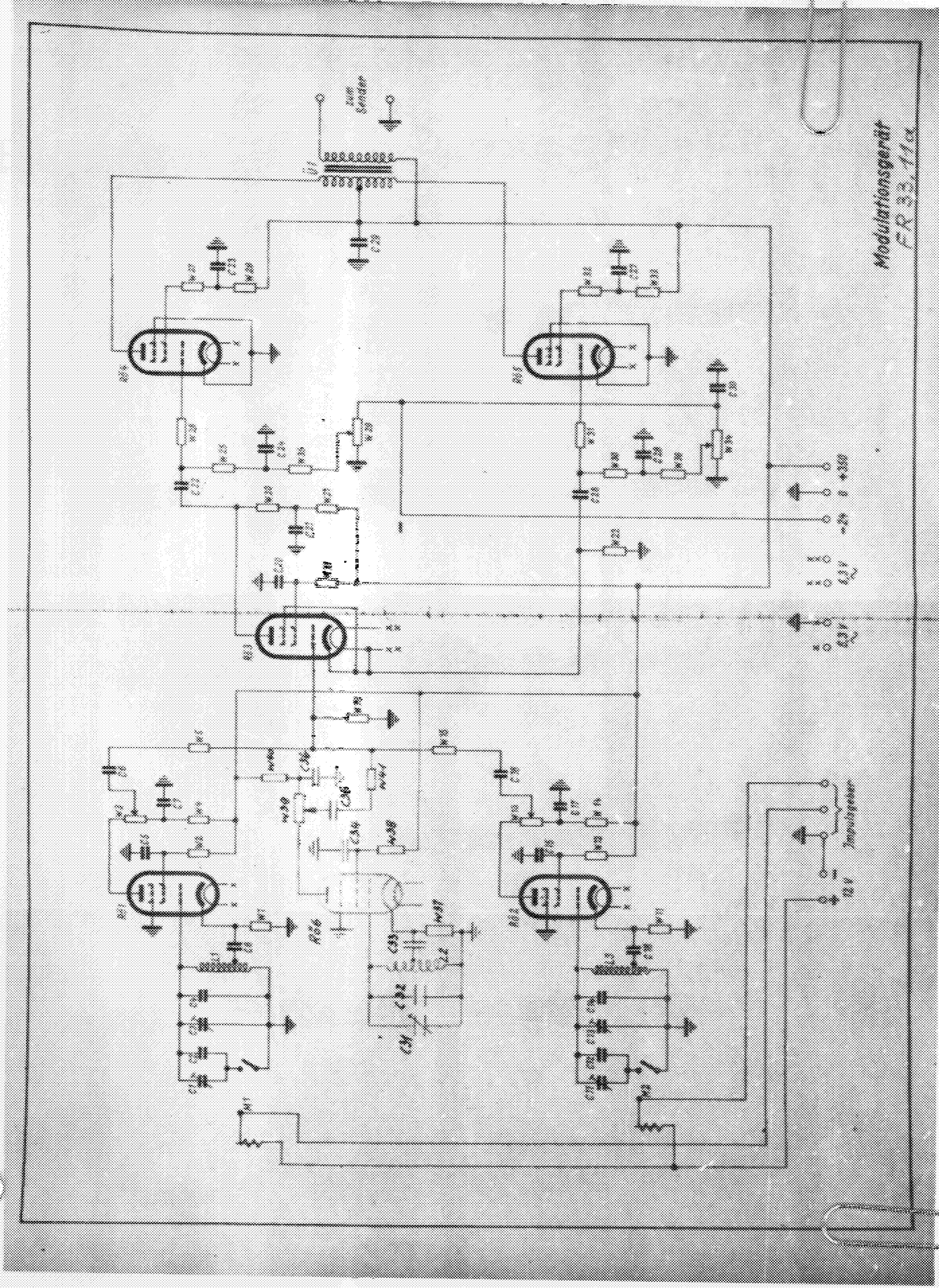
Auftr.-Nr. Auftr.-Mitt.-Nr. Vertriebsl. Preis Nr. Arbeitslohn Nr.	Hierzu IL	Tag Name Abteil. Insp. Nach- Insp.	Tag Name	FR 33.096	Liste Anzahl von 2 Blatt Nr.
				Unters. für Stichtagszweck	
				Kontrollempfänger	



FR 33. 10

Lfd. Nr.	Stückzahl	Benennung	Stück-Nr.	Bemerkungen
BR 1		Braunsche Röhre	LB 8	
BR 2		"	LB 8	
R 1		Karbowid-Widerstand	1 MOhm 1/2 W	
R 2		"	1 MOhm 1/2 W	
R 3		"	1 MOhm 1/2 W	
R 4		"	1 MOhm 1/2 W	
R 5		"		
R 6		Schichtpotentiometer		
R 7		Karbowid-Widerstand		
R 8		Schichtpotentiometer		
R 9		Karbowid-Widerstand		
R 10		"		
R 11		"		
R 12		"		
R 13		"		
R 14		"		
R 15		"		
R 16		Schichtpotentiometer		
R 17		Karbowid-Widerstand		
R 18		Schichtpotentiometer		
R 19		"		
R 20		"		

Anzahl	Anzahl Stück	Tag	Name	Anzahl	Anzahl Stück	Tag	Name	Anzahl	Anzahl Stück	Tag	Name	Anzahl	Anzahl Stück	Tag	Name
Verwendet. Piece No.		Hierzu ZL				FR 33.106						Lichte Messer			
Arbeitsplan No.						Stückliste No.						Stück No.			
Überwachungsgerät															



Modulationsgerät
FR 33.11a

Stk.- Anzahl	Benennung	Stück-Nr	Stk. Nr.	elektr. Werte & Bemerkungen
0 1	Keramikkondensator	10-100 pF		
0 2	Wickelkondensator	10000 pF ± 1% 500 V		
0 3	Keramikkondensator	10-100 pF		
0 4	Wickelkondensator	6100 pF ± 1% 500 V		
0 5	"	0,1 µF ± 20% 250 V		
0 6	"	1000 pF ± 20% 500 V		
0 7	"	0,1 µF ± 20% 250 V		
0 8	"	0,05 µF ± 20% 500 V		
C11	Scheibestritmer	15-90 pF		
C12	Keramikblock	1000 pF ± 1%		
C13	Scheibestritmer	15-90 pF		
C14	Keramikblock	709 pF ± 1%		
C15	Wickelkondensator	0,1 µF ± 20% 250 V		
C16	"	1000 pF ± 20% 500 V		
C17	"	0,1 µF ± 20% 250 V		
C18	"	0,05 " " 500 V		
C20	"	0,1 " " 250 V		
C21	"	0,1 " " 250 V		
C22	"	1000 pF " 500 V		
C23	Blockkondensator	0,1 µF " 500 V		
C24	"	2 " " 160 V		
C26	Wickelkondensator	1000 pF " 500 V		
C27	Blockkondensator	0,1 µF " 500 V		
C28	"	2 " " 160 V		
C29	"	0,1 " " 500 V		

Verantwortlich für die Fertigung sind die Fertigungsstellen, die die Bauteile gefertigt haben. Die Fertigungsstellen sind für die Einhaltung der Fertigungsbedingungen und die Einhaltung der Fertigungszeit zu sorgen. Die Fertigungsstellen sind für die Einhaltung der Fertigungsbedingungen und die Einhaltung der Fertigungszeit zu sorgen.

Fertigungsbereich: HURZE Teil: 7L		Tag: FR 33.116	
Zeichnungs-Nr.:		Liste Anzahl:	
/mm		Stück Nr.:	
/mm		Schweißkarte 2x	
/mm		Modulationagerät	

Pos.- nr.	Benennung	Sach-Nr.	St. Nr.	elektr. Werte & Bemerkungen
030	Blockkondensator	1 μ r \pm 20% 160 V		
1	Schichtwiderstand	1 kOhm \pm 10% 0,25 W		
2	"	50 " " "		
3	Drehwiderstand	0,1 kOhm log. 0,5 W		
4	Schichtwiderstand	30 kOhm \pm 10% 0,25 W		
5	"	0,5 kOhm " "		
11	"	1 kOhm " "		
12	"	50 " " "		
13	Drehwiderstand	0,1 kOhm log. 0,5 W		
14	Schichtwiderstand	30 kOhm \pm 10% 0,25 W		
15	"	0,5 kOhm " "		
18	"	0,7 " " "		
19	"	0,1 " " "		
20	"	50 kOhm " "		
21	"	30 " " "		
22	"	50 " " "		
25	"	0,7 kOhm " "		
26	"	2 kOhm " "		
27	"	500 Ohm " 1W		
28	"	1500 " " 2 W		
29	Drahtwiderstand	500 " " 5 W		
30	Schichtwiderstand	0,7 kOhm " 0,25 W		
31	"	2 kOhm " "		
32	"	500 Ohm " 1 W		
33	"	1500 " " 2 W		

Die in dieser Tabelle angegebenen Werte sind die Nennwerte der Bauteile. Die tatsächlichen Werte können durch Toleranzen und Alterungserscheinungen abweichen. Die Angaben sind ohne Gewähr.

Angebot		Angebot-Nr.		Tag		Monat		Jahr		Angebot-Nr.		Tag		Monat		Jahr	
Firma		Hierzu		Tag		Monat		Jahr		FR 33.11b		Tag		Monat		Jahr	
Zu		Zu		Tag		Monat		Jahr		Firma		Schriftliche zu		Litho Bezahl		Statt Nr.	
Anschreiben Nr.		Firma		Schriftliche zu		Modulationsgerät											

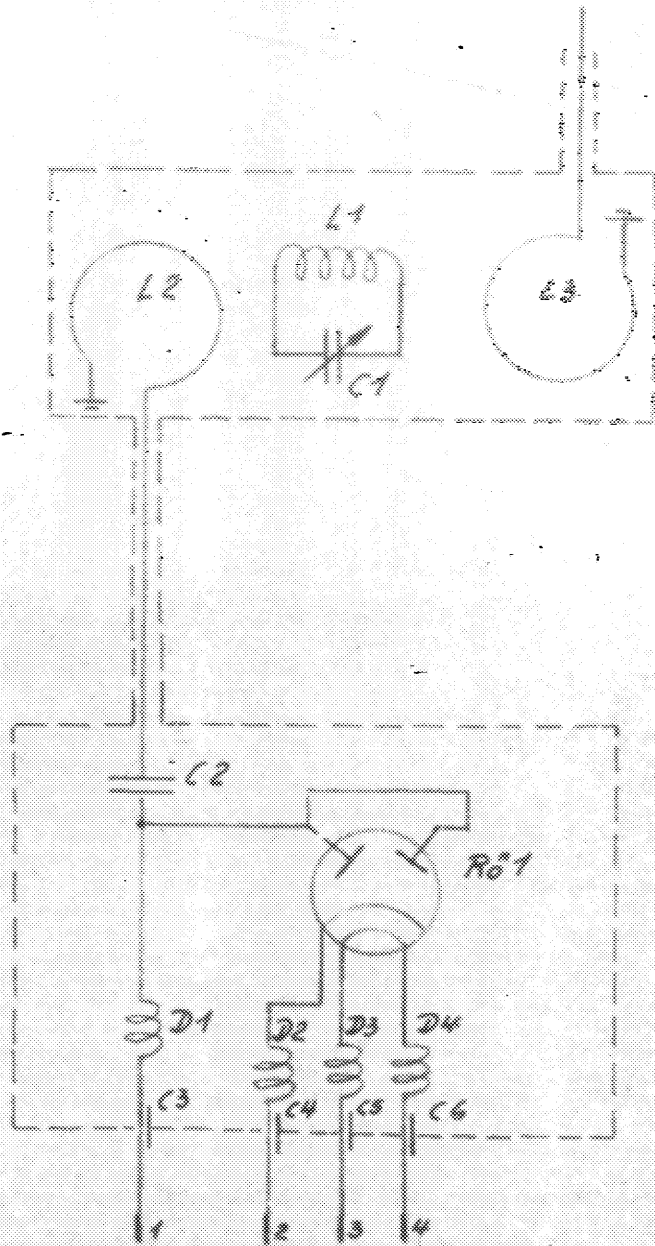
Rohr-Nr	Benennung	Sach-Nr	St. Nr.	elektr. Werte u. Bemerkungen
434	Druckwiderstand	500 Ohm ± 10% 5 W		
435	Schichtwiderstand	0,1 MOhm " 0,25		
436	"	0,1 " " "		
437	"	1 MOhm " "		
438	"	50 " " "		
439	Drehwiderstand	0,1 MOhm log. 0,5		
440	Schichtwiderstand	30 MOhm ± 10% 0,25 W		
441	"	0,5 MOhm " 0,25 W		
L 1	Johannis			
L 2	"			
B 1	Röhre	6X 14		
B 2	"	6X 14		
B 3	"	6X 14		
B 4	"	6L 12		
B 5	"	6L 12		
B 6	"	6P 14		
U 1	Anfangsüberträger			
L 1	Kasserkernspule	$7,84 \cdot 10^{-3} \text{ H} \pm 1\%$		
L 2	"			
L 3	"	$2,475 \cdot 10^{-3} \pm 1\%$		

Anmerkungen: Diese Tabelle ist eine Kopie der Original-Liste. Die originalen Dokumente sind im Archiv zu finden. Diese Kopie ist nur für die Identifizierung der Teile zu verwenden.

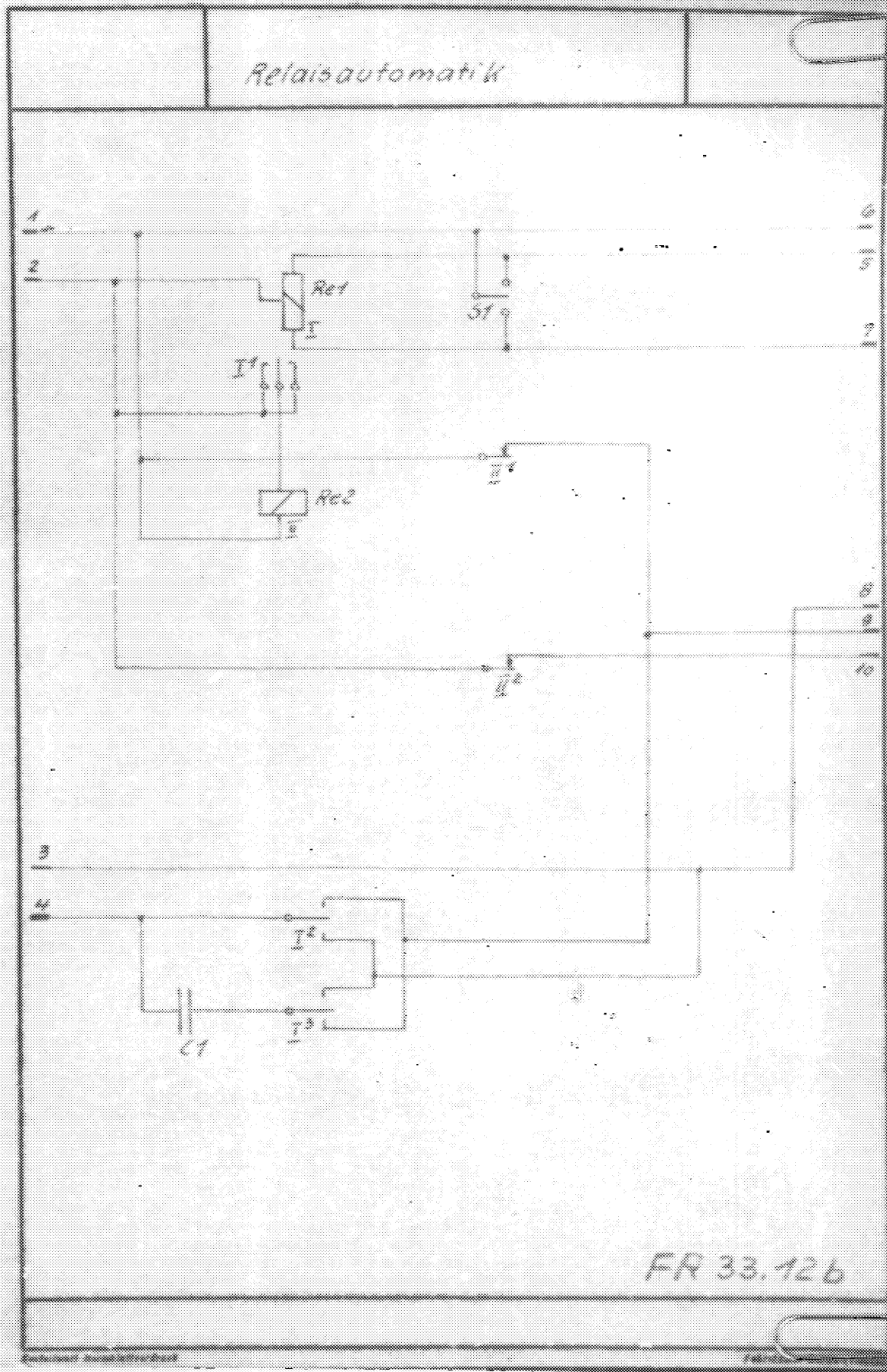
Antw. <small>Antw. vom</small>	Antw. vom	Tag	Monat	Antw. vom	Antw. vom	Tag	Monat	Antw. vom	Antw. vom	Tag	Monat	Antw. vom	Antw. vom	Tag	Monat
Vorname/Name		<i>Hierzu</i>				Tag									
		7L										FR 33-71b			
Arbeitgeber		Firma		Firma		Firma		Firma		Firma		Firma		Firma	
Schalttafel zu												Isolationsgerät			

WV 5422+2897.24 4000 9.42

Topfkreis.



FR 33 (12a)



Uz. Nr.	Stückzahl	Bezeichnung	Stück-Nr.	Bemerkung
C 1		Papierkondensator	100 μ F 60 V~	
Re 1		Relais	Differentialrelais 60	
Re 2		Relais	ungepoltes Relais	
S 1		Schalter	Handumschalter mit Nullstellung 250 V, 2 A	

Lieferant		Lieferungs-Nr.		Tag	Monat	Anzahl		Lieferungs-Nr.		Tag	Monat	Anzahl		Lieferungs-Nr.		Tag	Monat
Vorgeschalt. Adresse		Hierzu						FR 83.12d									
Abteilungs-Nr.		71															

Lfd. Nr.	Stückzahl	Bezeichnung	Sack-Nr.	Bemerkungen
C 1		Abstimmkondensator		durch Konstruktion festgelegt
C 2		Keramikkondensator		
C 3		Durchführungskondensat.		
C 4		"	4 x 60 pF Keramik	
C 5		"		
C 6		"		
D 1		HZ-Drossel	8 Wdg. 0,6 Ohm, 5 W	
D 2		"	"	
D 3		"	"	
D 4		"	"	
L 1		Abstiminduktivität	durch Konstruktion festgelegt.	
L 2		Koppellinduktivität		
L 3		Hto.		
RS. 1		Ulsienrichterröhre	UG 1	

Anz.	Lfd.-Nr.	Tag	Werk	Anz.	Lfd.-Nr.	Tag	Werk	Anz.	Lfd.-Nr.	Tag	Werk	Anz.	Lfd.-Nr.	Tag	Werk
Verwendete Bauteile		Hierzu				FR 33.12 d									
Anfertigung Nr.		ZL								Ecke beschriftet mit 21					
						Stückliste zu				Topfpreis					

Urt.-Nr.	Werkstoff	Bezeichnung	Wert-Nr.	Bemerkungen
C 1		Rollkondensator	4000 pF ± 1% 550 V-	
C 2		"	5000 pF "	
C 3		"	50000 pF "	
C 4		"	50000 pF "	
C 5		Styroflexkondensator	4000 pF ± 1% "	
C 6		Rollkondensator	50000 pF "	
C 7		"	5000 pF "	
C 8		"	50000 pF "	
C 9		"	50000 pF "	
C 10		"	50000 pF "	
C 11		Styroflexkondensator	4000 pF ± 1% "	
C 12		"	4000 pF "	
C 13		Rollkondensator	5000 pF "	
C 14		"	50000 pF "	
C 15		"	50000 pF "	
C 16		Styroflexkondensator	4000 pF ± 1% "	
C 17		Rollkondensator	50000 pF "	
G 1		HF-Gleichrichter	3-polig 5 mA	
G 2		"	3- " 300	
L 1		Abstimmspindel	2,5 MHz 0-250	
R 1		Karbowiderstand	500 kOhm 0,25 W	
R 2		"	800 Ohm 0,5 W	
R 3		"	50 kOhm 0,5 W	
R 4		"	10 kOhm 1 "	
R 5		"	500 kOhm 0,25 W	

Anfertiger: Nierzu Zeichner: ZL		FR 33.13 D	
Abnehmer: ZL		Fertiger: Stückliste / Nachbaurückverarbeiter	

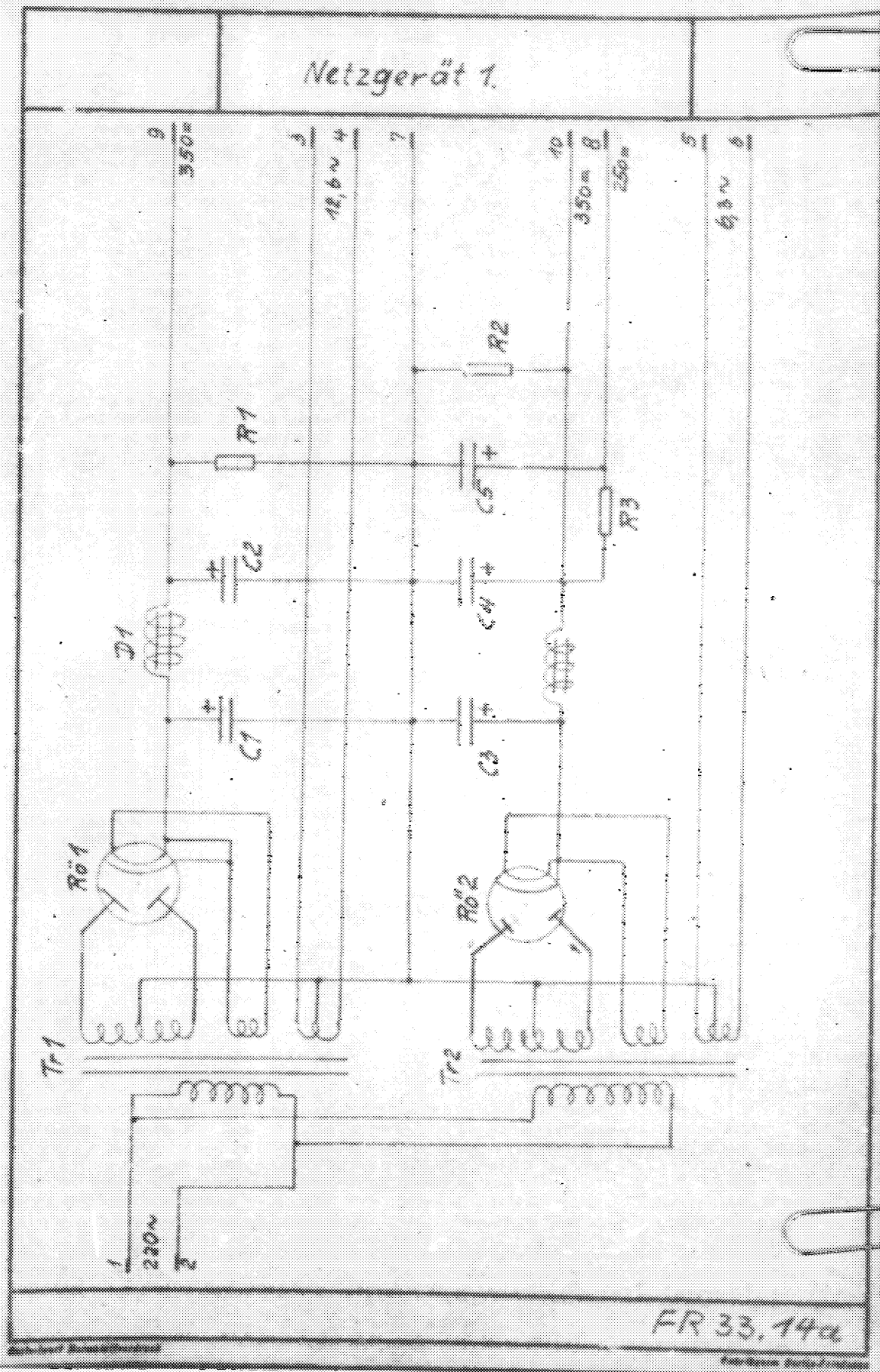
Lfd. Nr.	Menge	Benennung	Maß-Nr.	Bemerkungen
R 6		Karbowid-Widerstand	800 Ohm 0,5 W	
R 7		"	50 kOhm 0,5 W	
R 9		"	500 kOhm 0,25 W	
R10		"	800 Ohm 0,5 W	
R11		"	50 kOhm 0,5 W	
R13		"	10 kOhm 1 W	
R14		"	5 kOhm 1 W	
R15		"	5 kOhm 1 W	
R16		"	10 kOhm 1 W	
Be 1		Differentialrelais	5 kOhm, 0,5 mA	
BB 1		Verstärkeröhre	2P 12	
BB 2		"	2P 12	
BB 3		"	2P 12	
U 1		HF-Übertreiber	0,3/2,5 mly	
U 2		"	2,5/2,5 mly	
U 3		"	4,0/2,5 mly	
U 4		"	2,5/2,5 mly	

Anzahl				Anzahl				Anzahl				Anzahl			
Anzahl				Anzahl				Anzahl				Anzahl			
Anzahl				Anzahl				Anzahl				Anzahl			
Anzahl				Anzahl				Anzahl				Anzahl			
Anzahl				Anzahl				Anzahl				Anzahl			
Anzahl				Anzahl				Anzahl				Anzahl			
Anzahl				Anzahl				Anzahl				Anzahl			
Anzahl				Anzahl				Anzahl				Anzahl			
Anzahl				Anzahl				Anzahl				Anzahl			
Anzahl				Anzahl				Anzahl				Anzahl			
Anzahl				Anzahl				Anzahl				Anzahl			
Anzahl				Anzahl				Anzahl				Anzahl			

FR 33.136

Bezeichnung

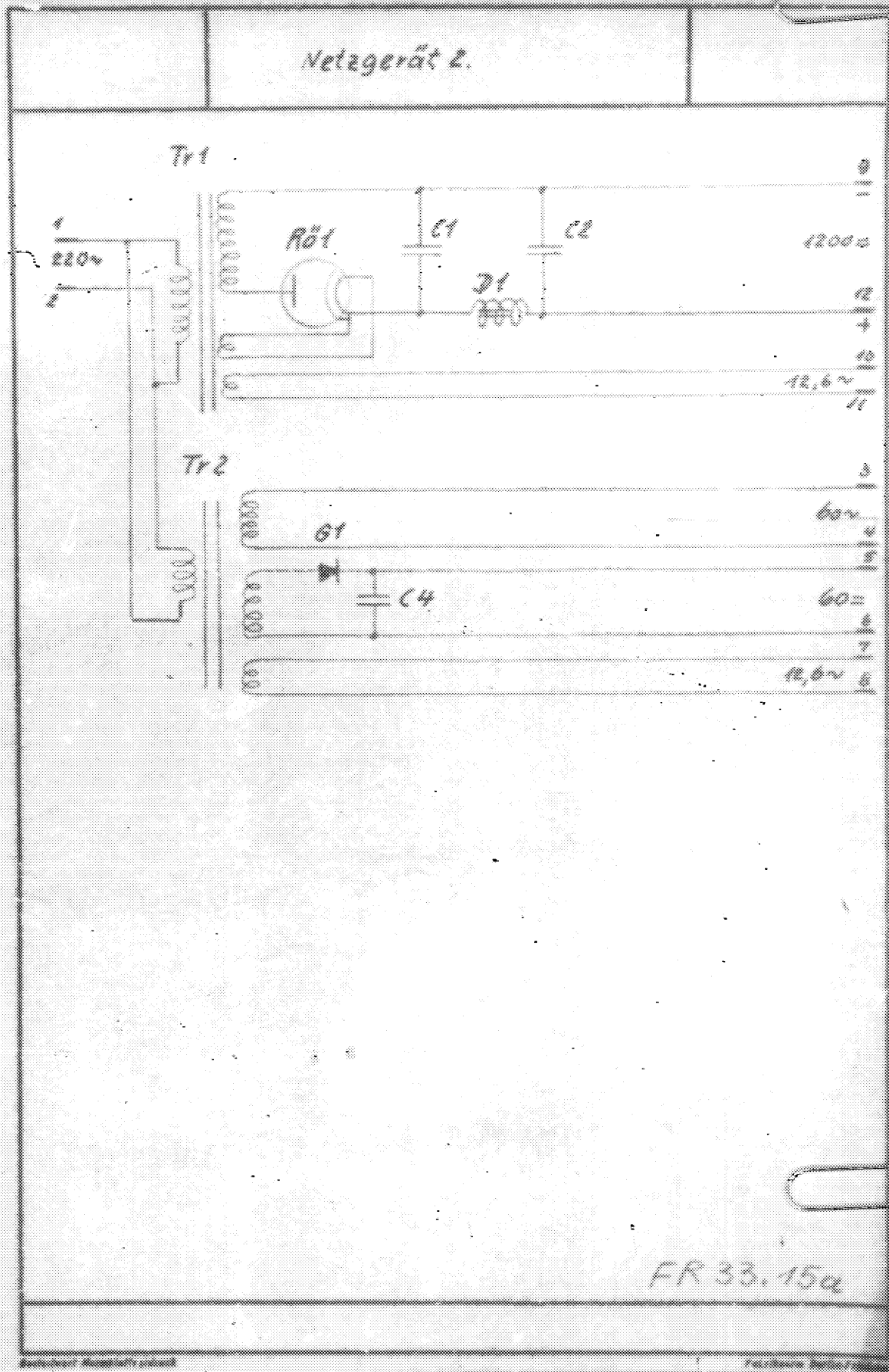
Nachteilverl. bürker



FR 33.14a

Lfd. Nr.	Stückzahl	Bezeichnung	Stück-Nr.	Bemerkungen
C 1		Elektrolytkondensator	50 µF 400/450 V	45 St, 100 lg
C 2		"	50 µF 400/450 V	
C 3		"		
C 4		"		
C 5		"	16 µF 400/450 V	
D 1		Gleichdrossel	10 H, 300 mA	
D 2		"	10 H, 300 mA	
R 1		Arbeitswiderstand	15 kOhm 3 Watt	
R 2		"	15 " 5 "	
R 3		"	20 " 3 "	
SS 1		Gleichrichterzöhre	10 12 2x400 V, 300 mA	
SS 2		"	10 12 2x400 V, 300 mA	
Tr 1		Netztransformator	180 VA; Wickl. 1x220 V prim. sec. 2x350 V	
Tr 2		"	180 VA; Prim. 1x220 V sec. 2x320 V, 1x12,6 V, 1x6,3 V	

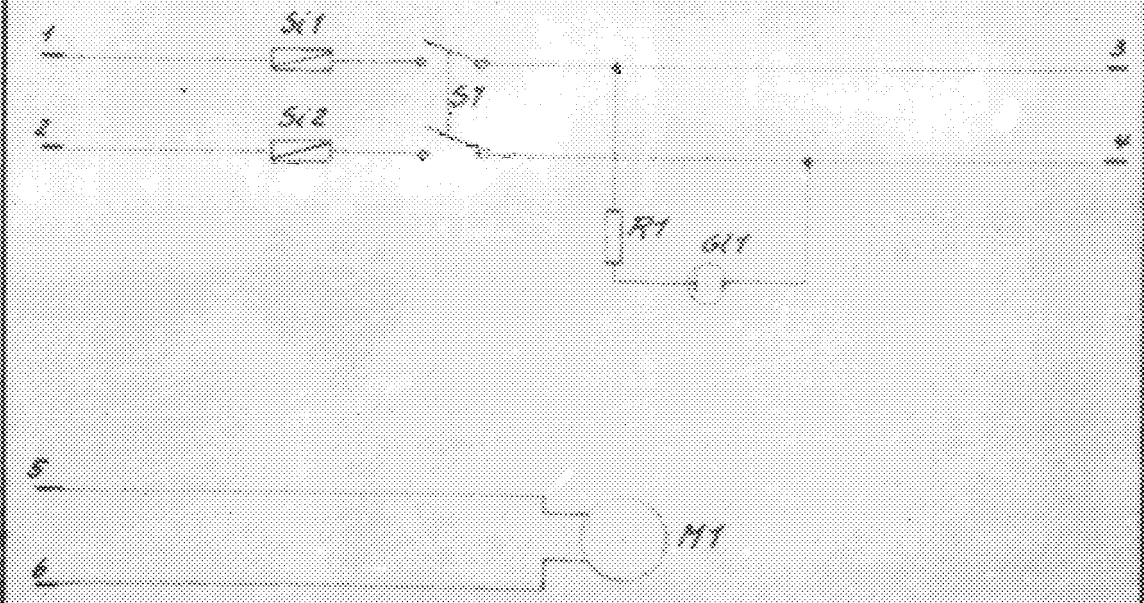
Anz. v. Stk. Anz. v. Stk. Nr. Anz. v. Stk. Nr.	Tag Name Tag Name	Anz. v. Stk. Anz. v. Stk. Nr. Anz. v. Stk. Nr.	Tag Name Tag Name	Anz. v. Stk. Anz. v. Stk. Nr. Anz. v. Stk. Nr.	Tag Name Tag Name	Anz. v. Stk. Anz. v. Stk. Nr. Anz. v. Stk. Nr.	Tag Name Tag Name
Hierzu 7L				FR 33.146			
Anz. v. Stk. Nr.		Anz. v. Stk. Nr.		Anz. v. Stk. Nr.		Anz. v. Stk. Nr.	
				Originalität zu			
Netzgerät I							



Lfd. Nr.	Stückzahl	Benennung	Stück-Nr.	Bemerkungen
C 1		Elektrolytkondensator	0,1 μ F 2000/6000 V	
C 2		"	0,1 μ F 2000/6000 V	
C 4		Elektrolytkondensator	1000 μ F, 60 V	
D 1		Stromdrossel	50 Ω , 5 mA	
G 1		Trockengleichrichter	60 V, 1 A	
SS 1		Gleichrichterröhre	2000 V, 5 mA	
Tr 1		Netztransformator	70 VA, 1x2000 V, 1x12,6 V, 1x12,6 V	
Tr 2		"	120 VA, 1x60 V, 1x60 V, 1x12,6 V	

Auftraggeber		Auftrags-Nr.		Tag		Monat		Auftrags-Nr.		Tag		Monat		Auftrags-Nr.		Tag		Monat	
Mitarbeiter				Name				FR 33.156				Stichtag							
Abteilung				Stelle				Erstellt von				Stichtag							
Netzgerät II																			

Schaltfeld

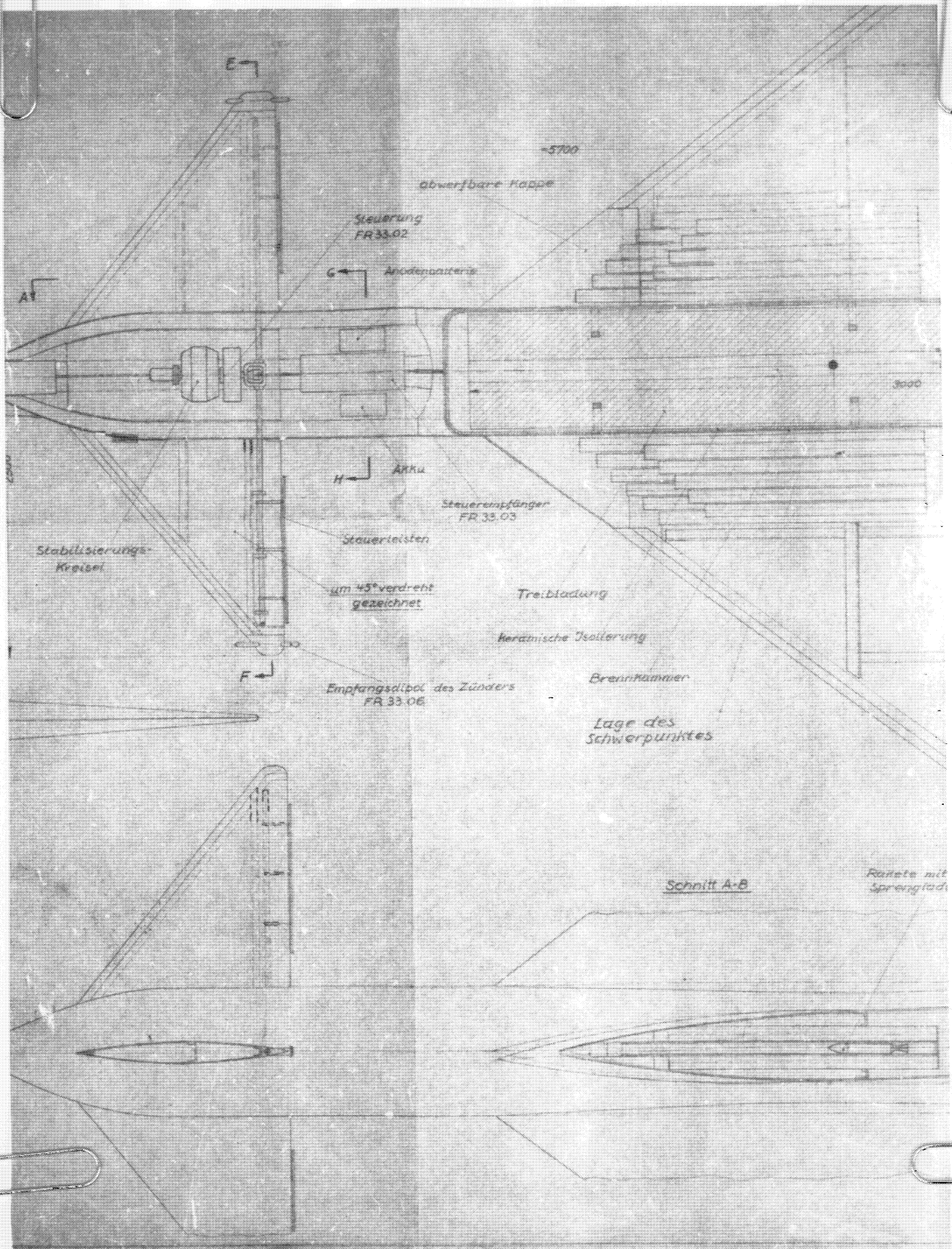


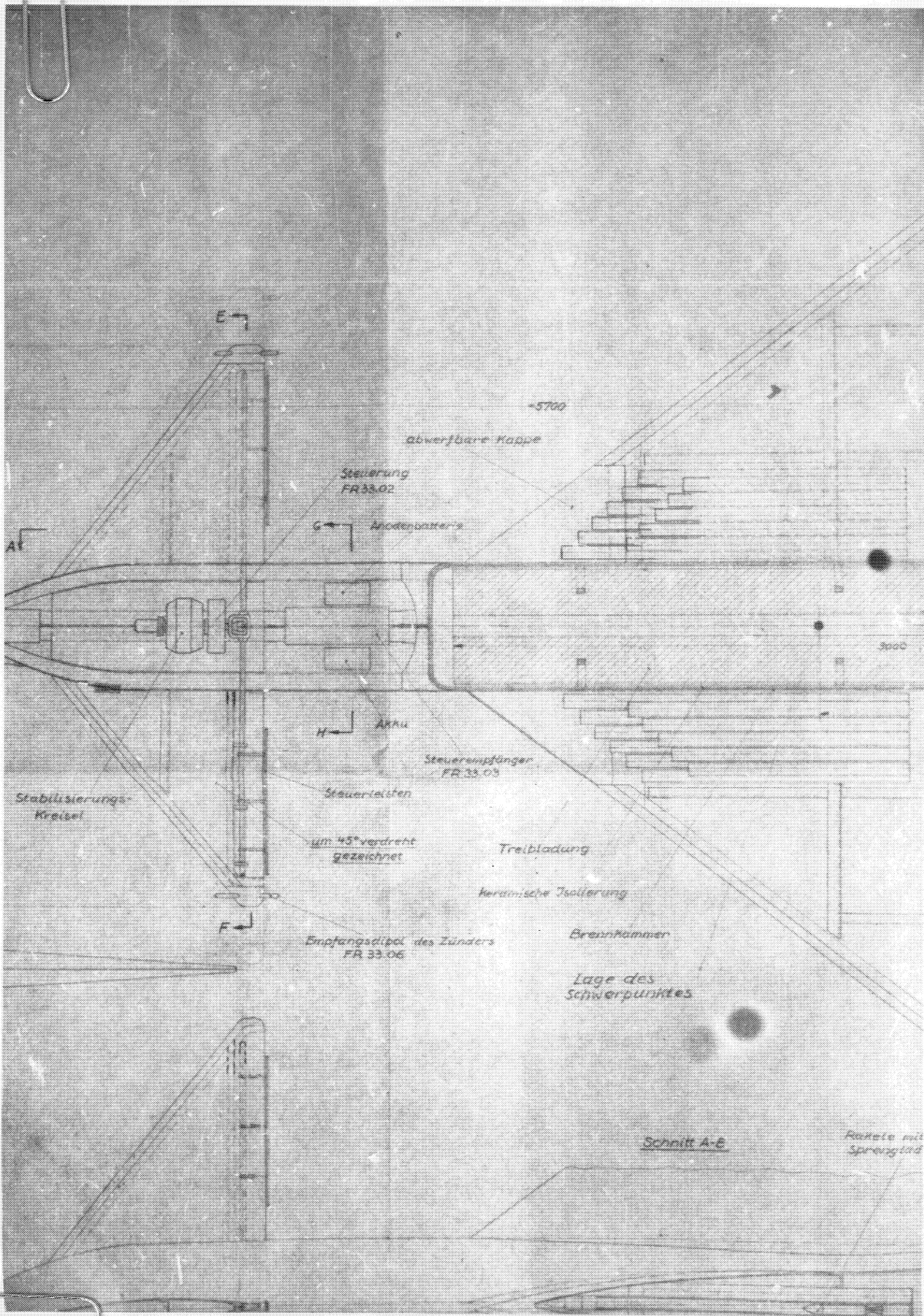
FR 33.16a

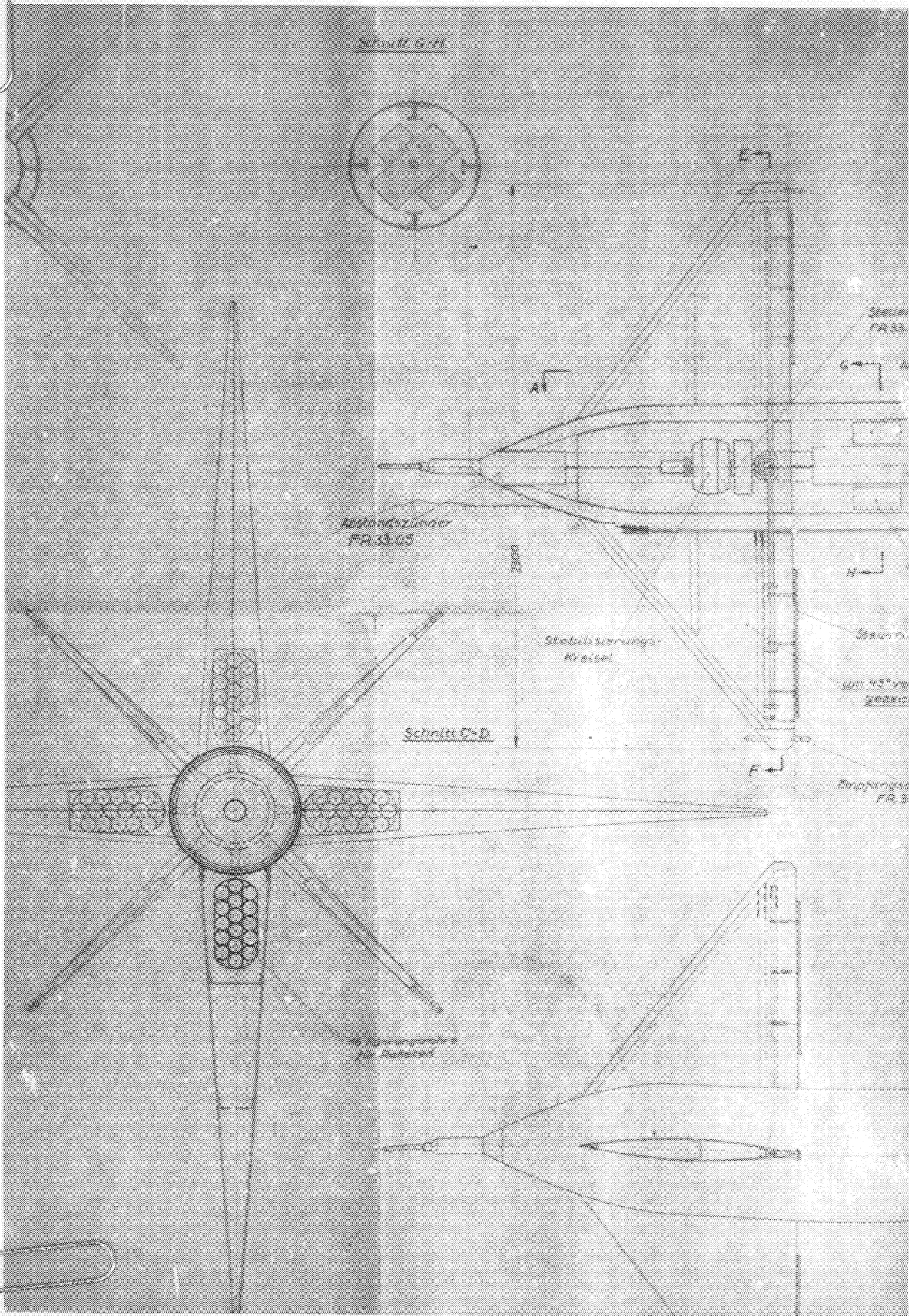
Uz Nr	Bezeichnung	Spezif. Nr	Bemerkungen
01	Glimmlampe	0,5 A, 220 V	Anzeigelampe
2 1	Milliamperemeter	0,5 mA, 3000 Uhm	
3 1	Varbowiderstand	250 kOhm; 0,5 W	
5 1	Paddenschalter	10 A; 250 V	Kennschalter
8 1	Einberührungsaussch.	4 A, versögert	Lebensschutzaus-
12 2	Ein.		

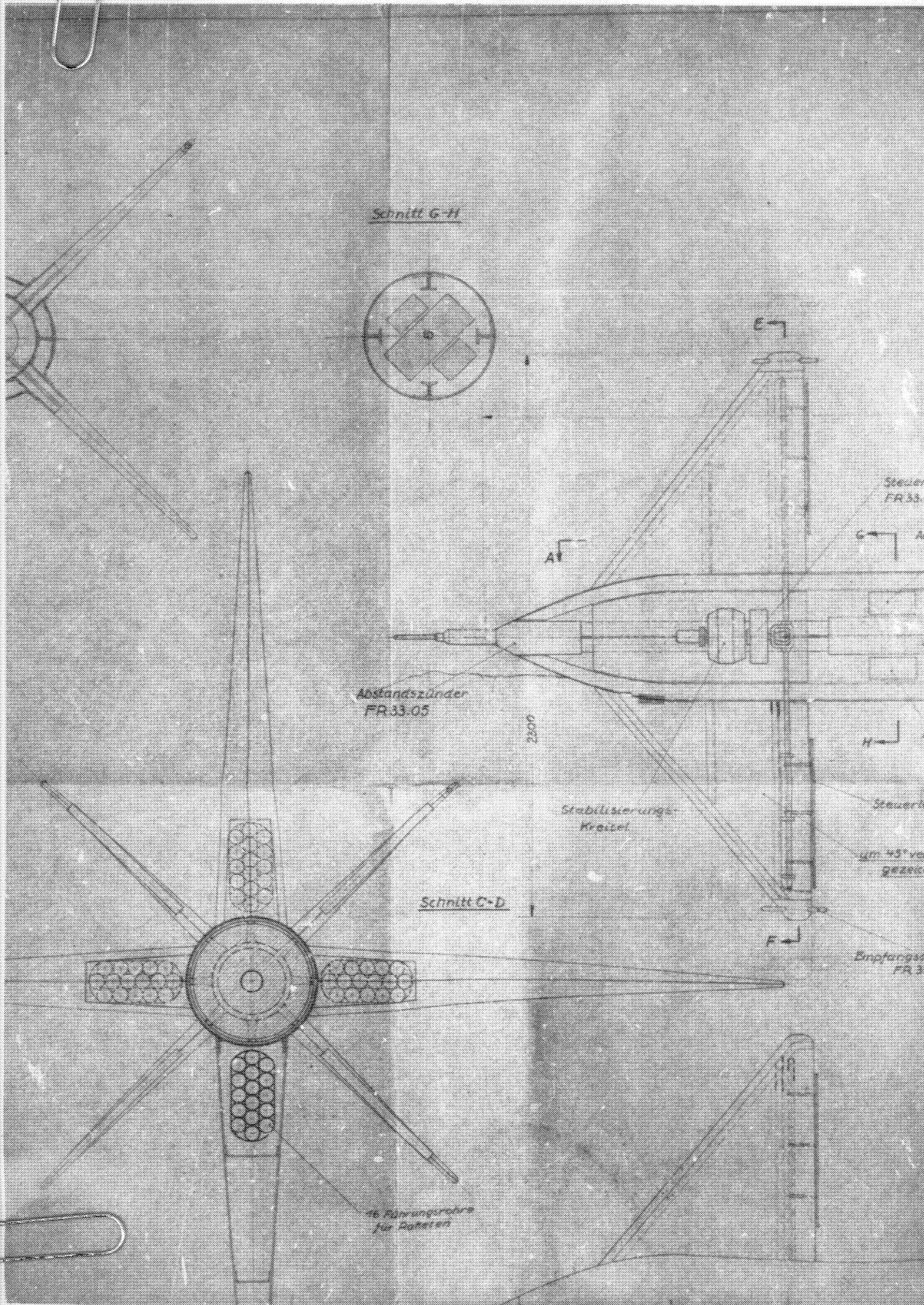
Datum: _____ Unterschrift: _____ Stempel: _____	Nr. _____ FR 33.466 Ort: _____ Datum: _____	Nr. _____ Datum: _____
---	--	---------------------------

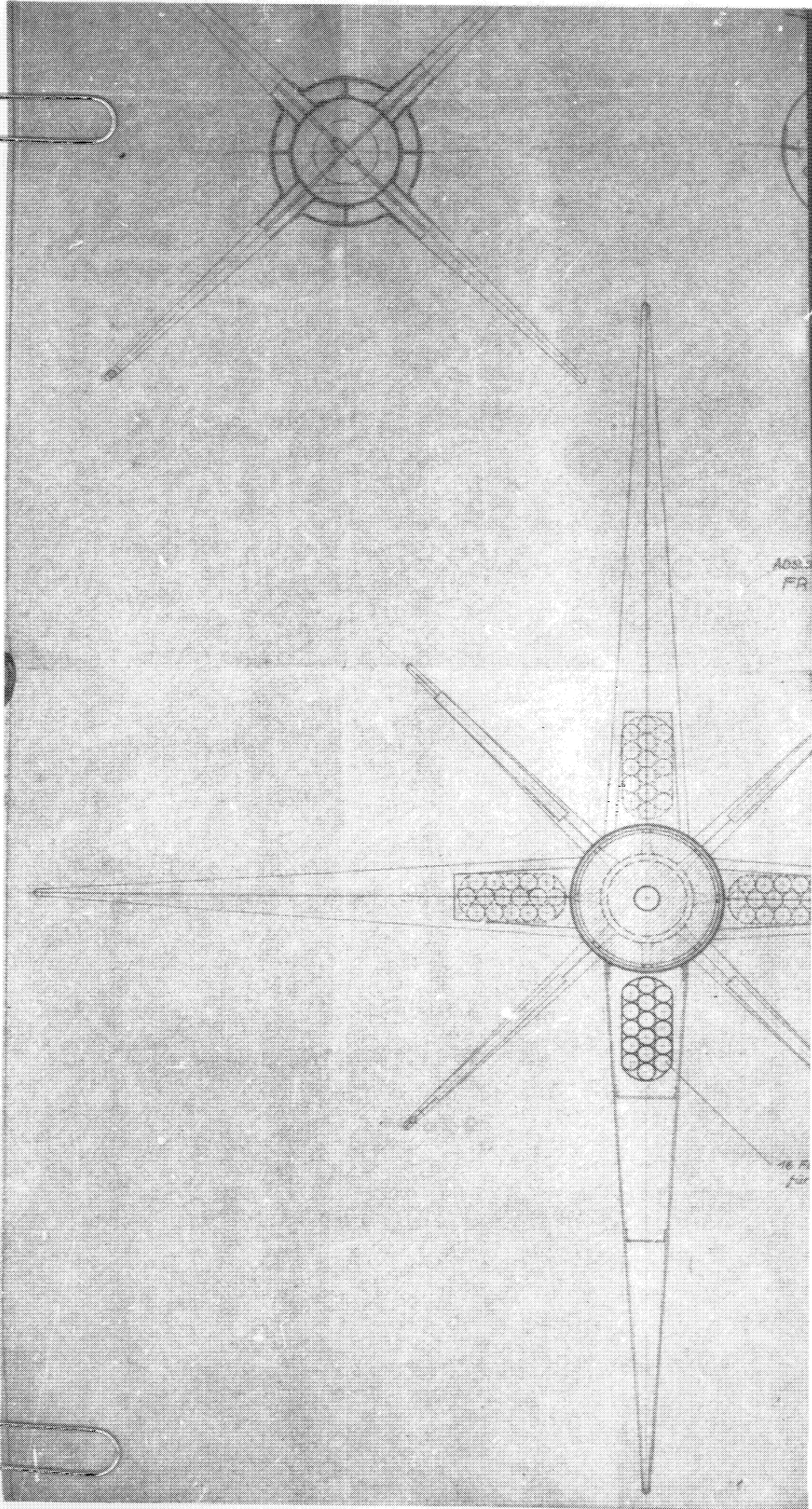
Ortsfeld

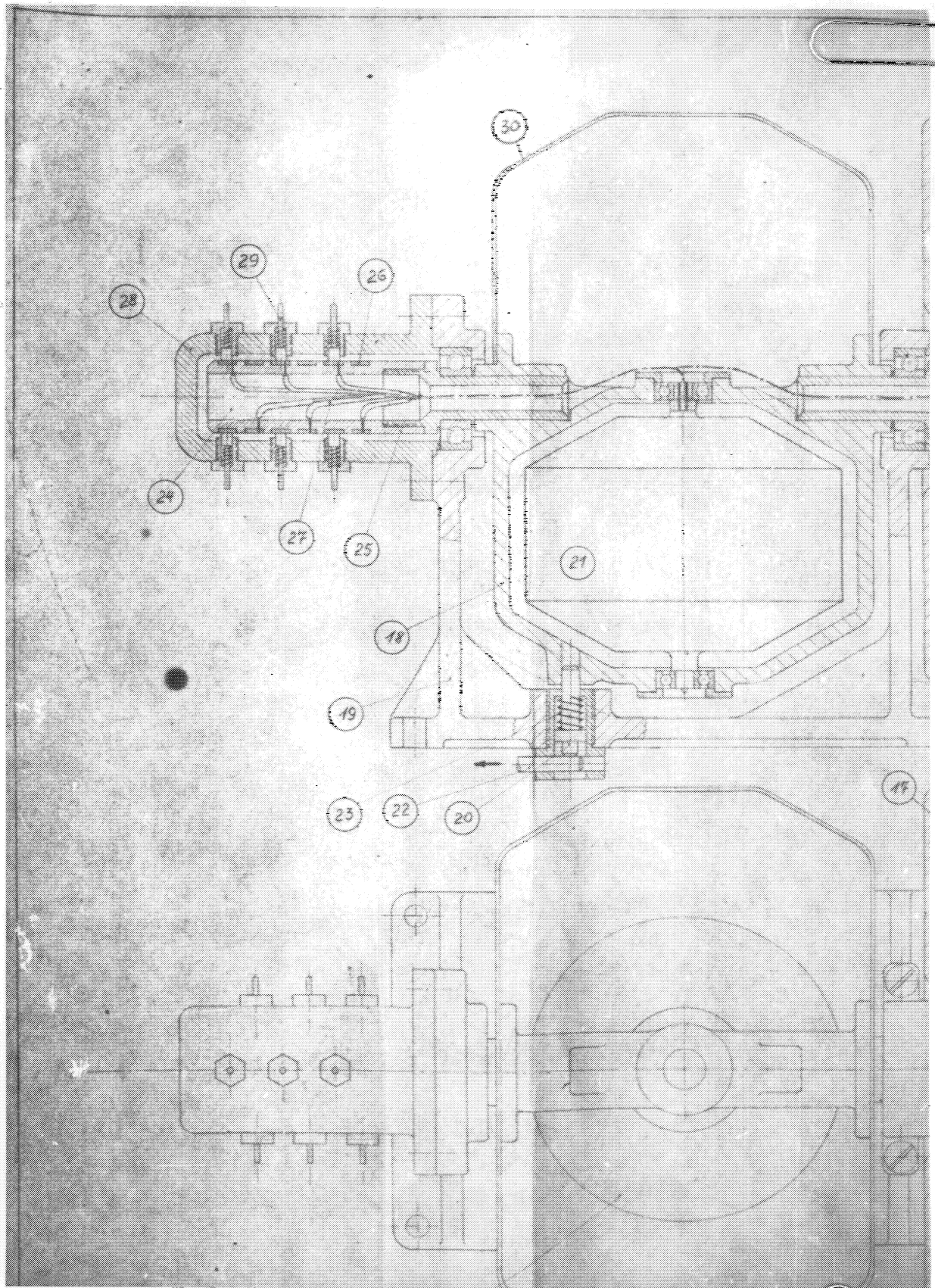


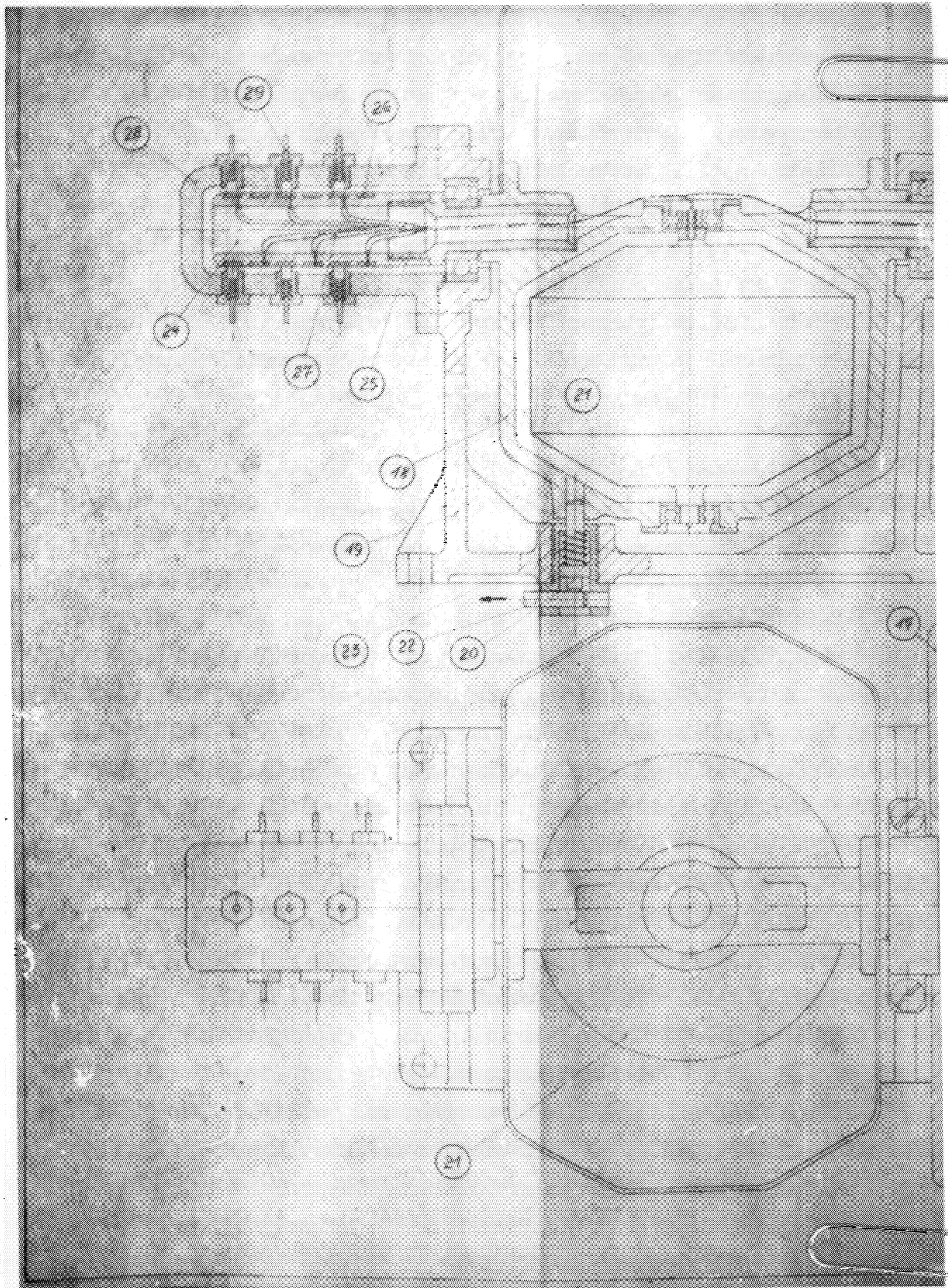


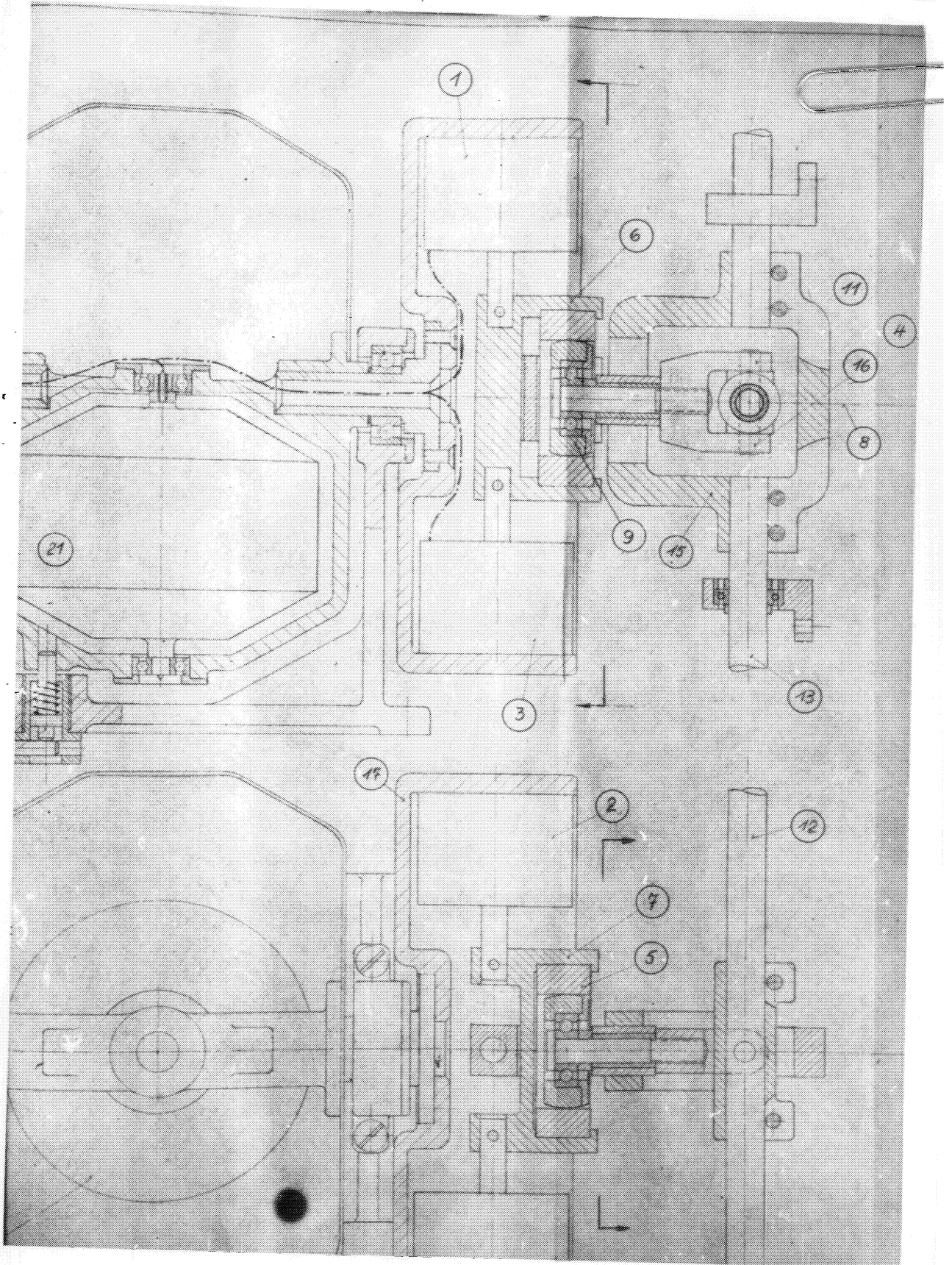


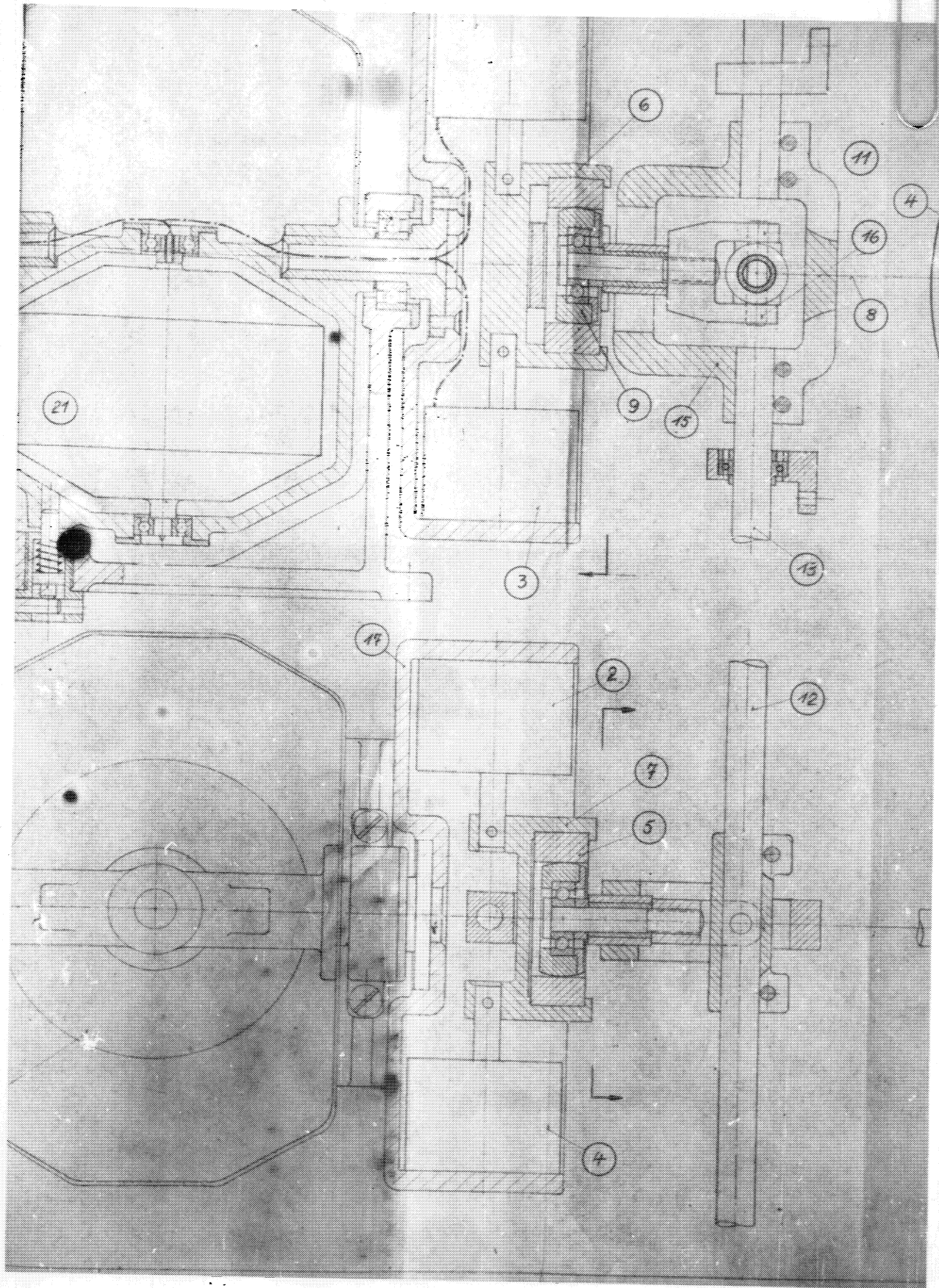


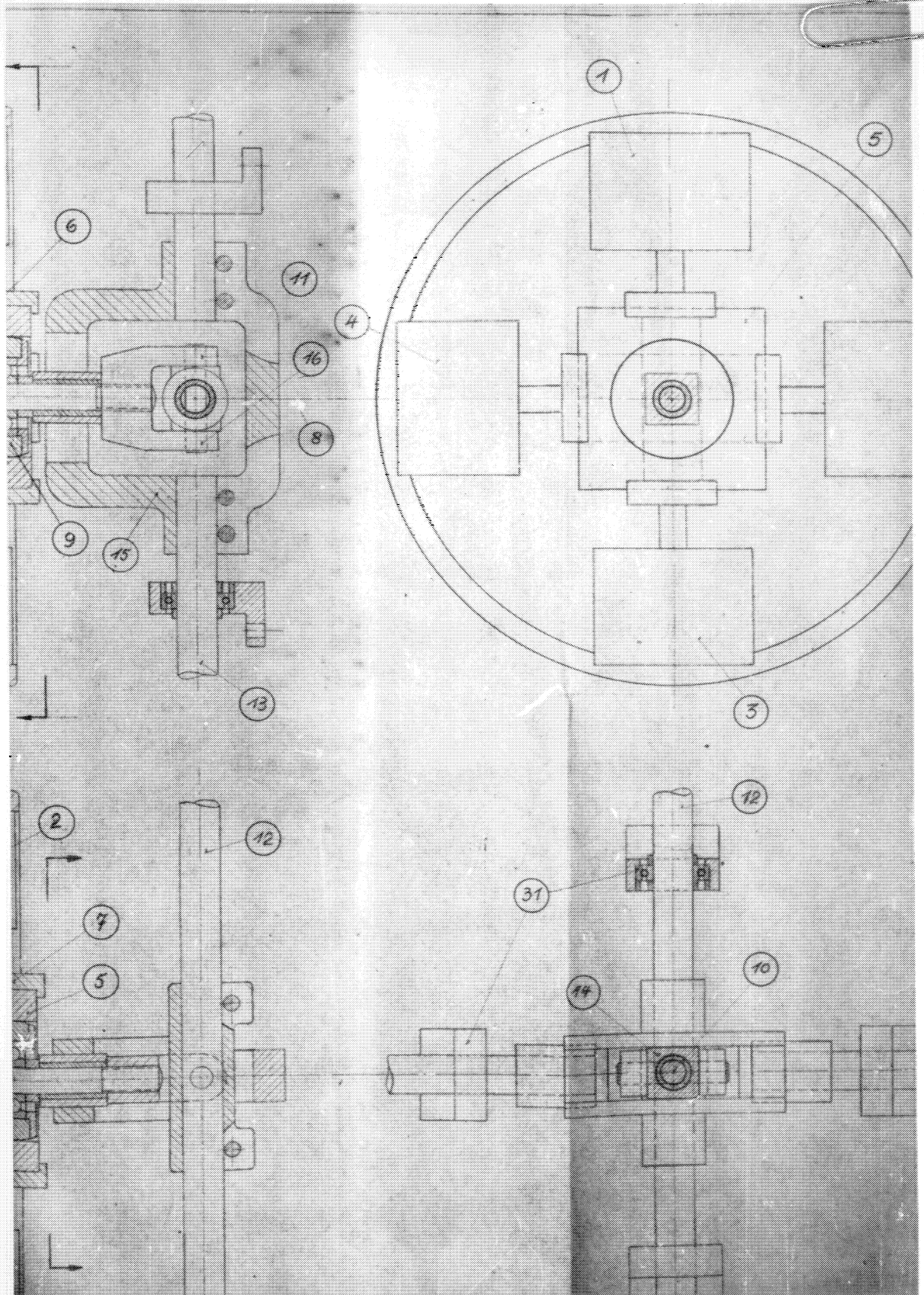


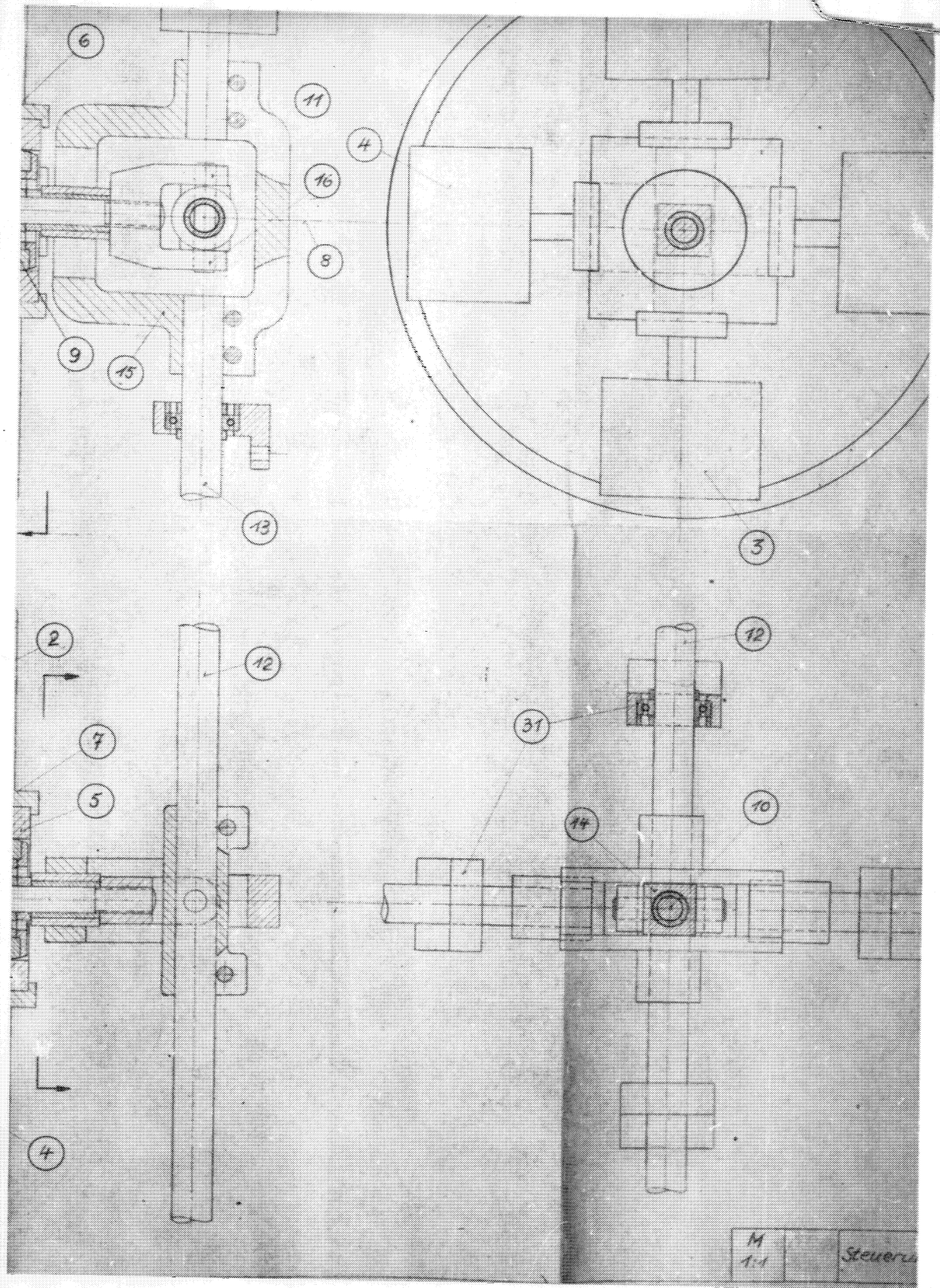


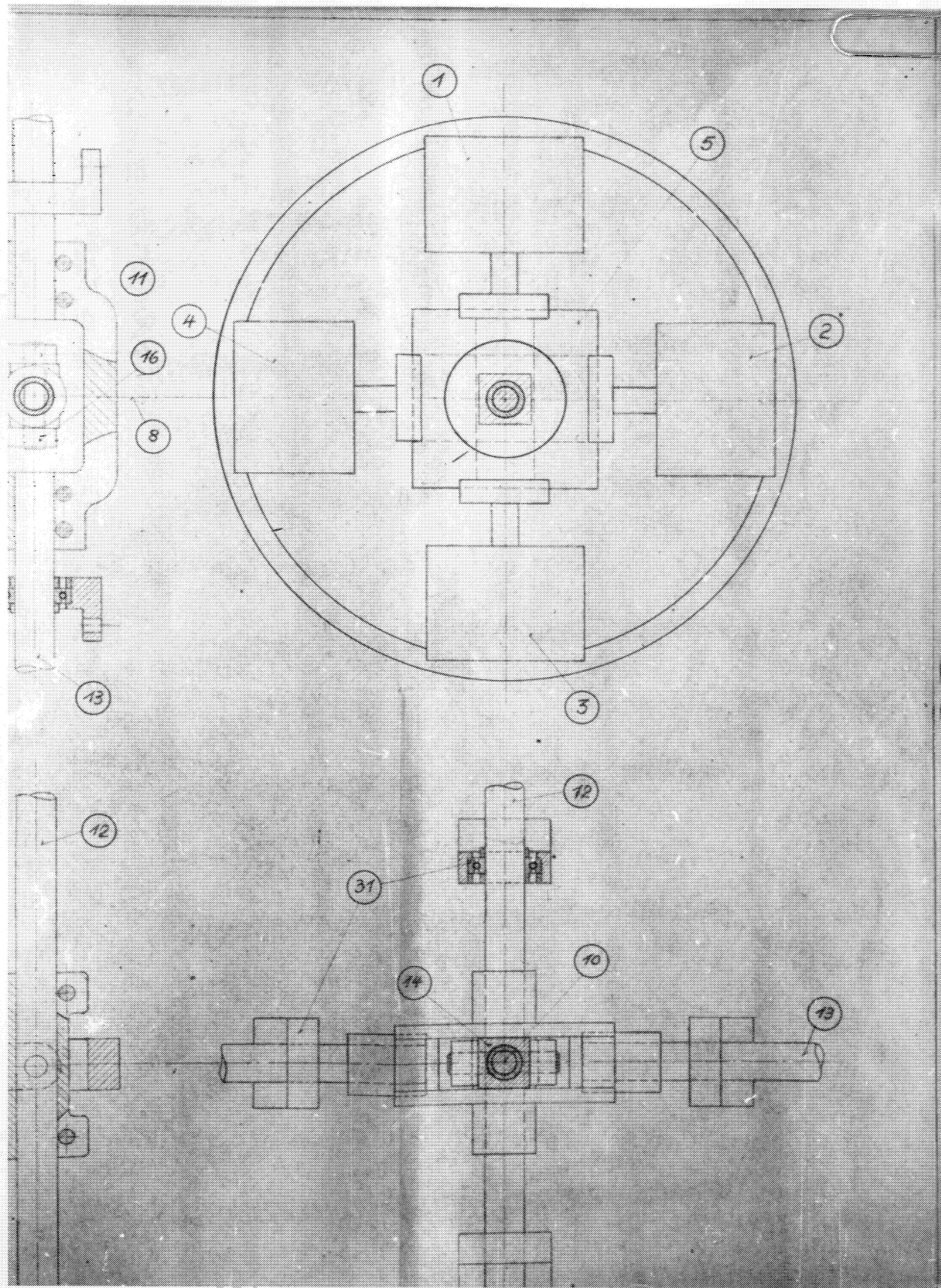


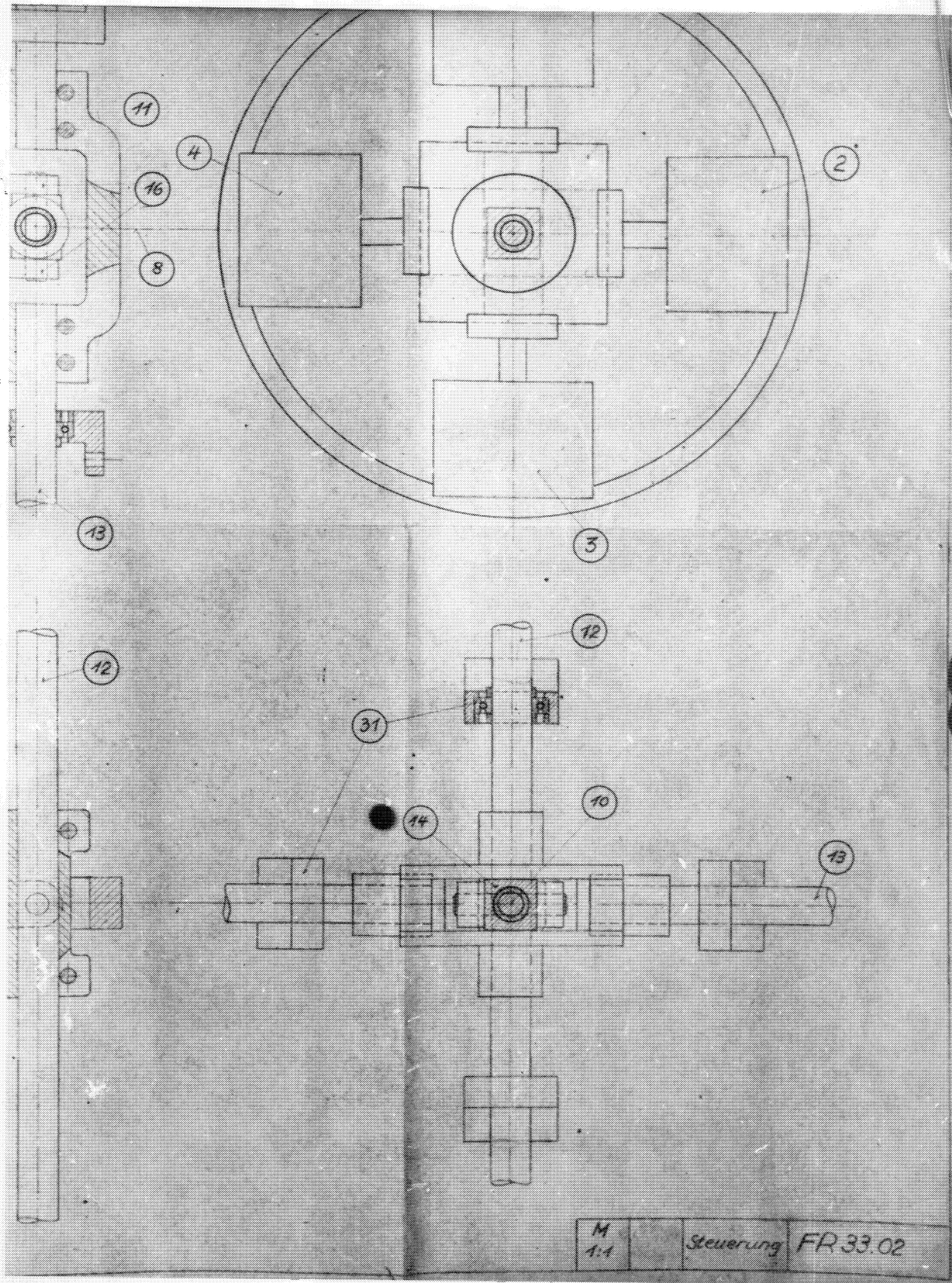


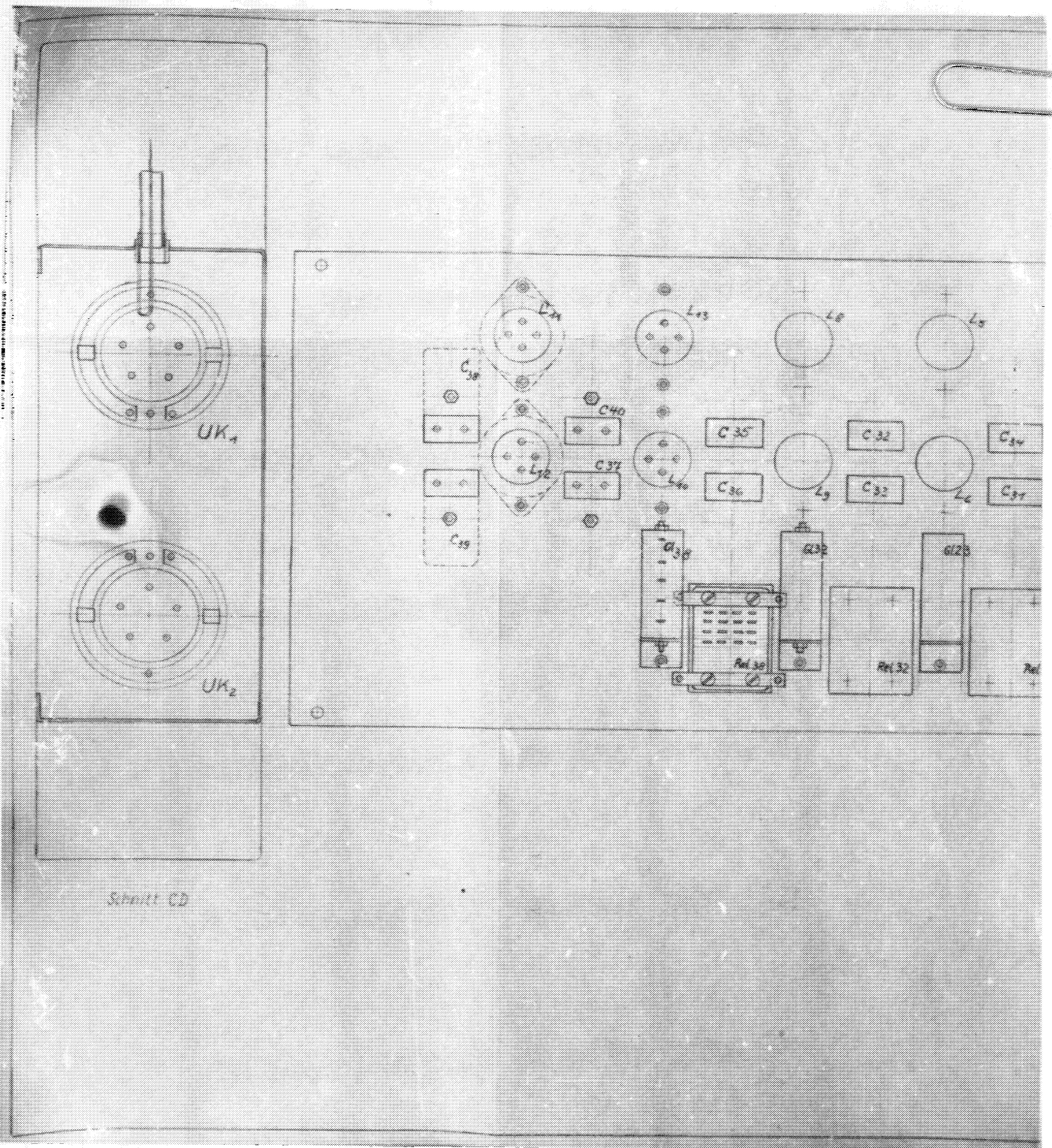


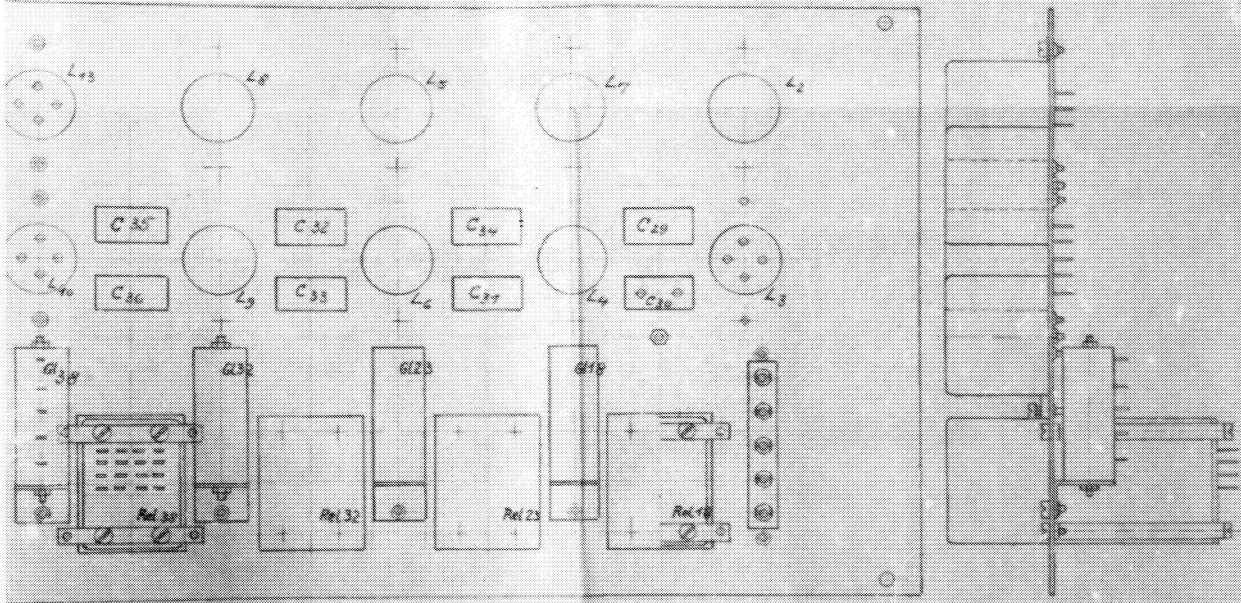




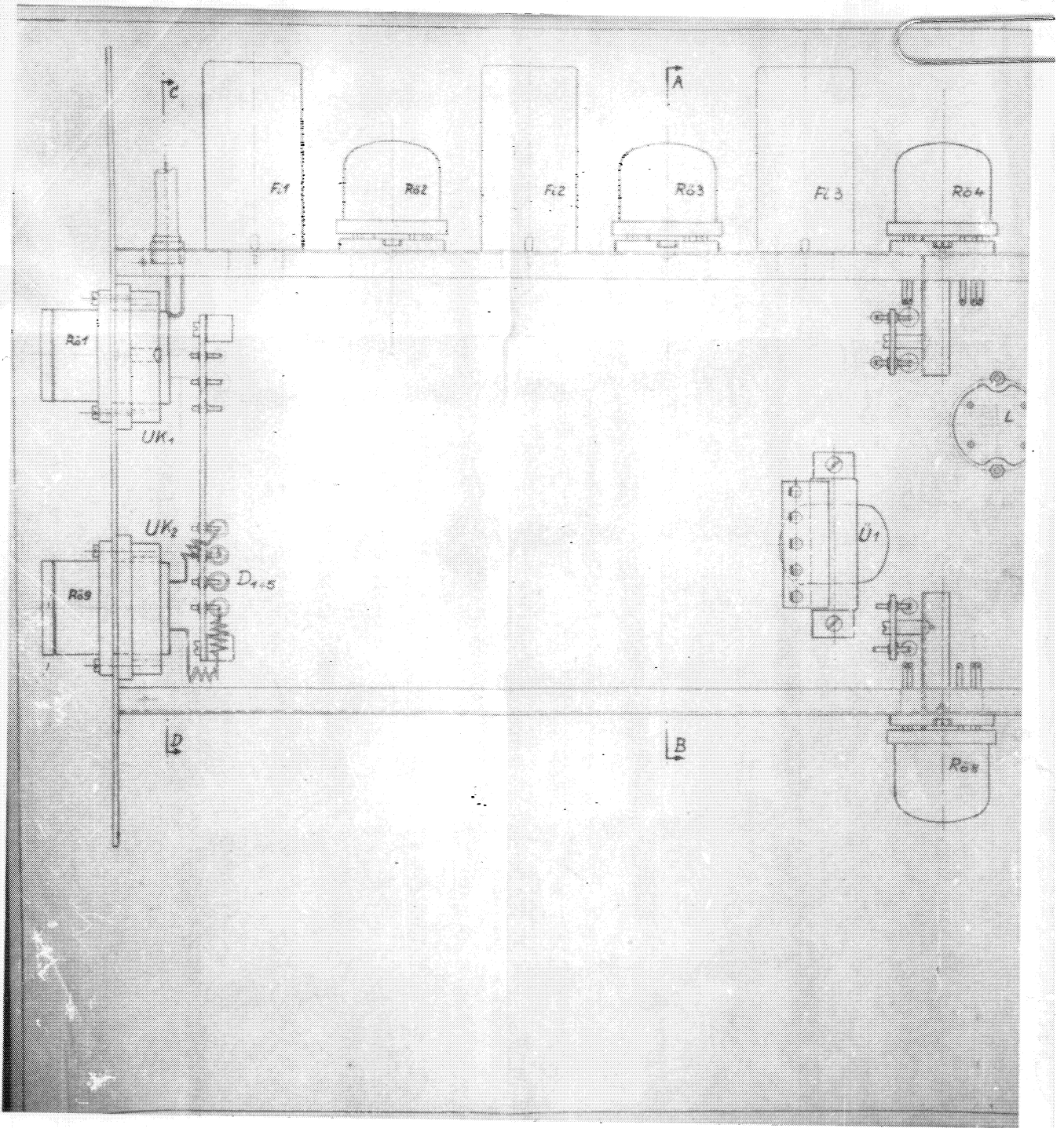


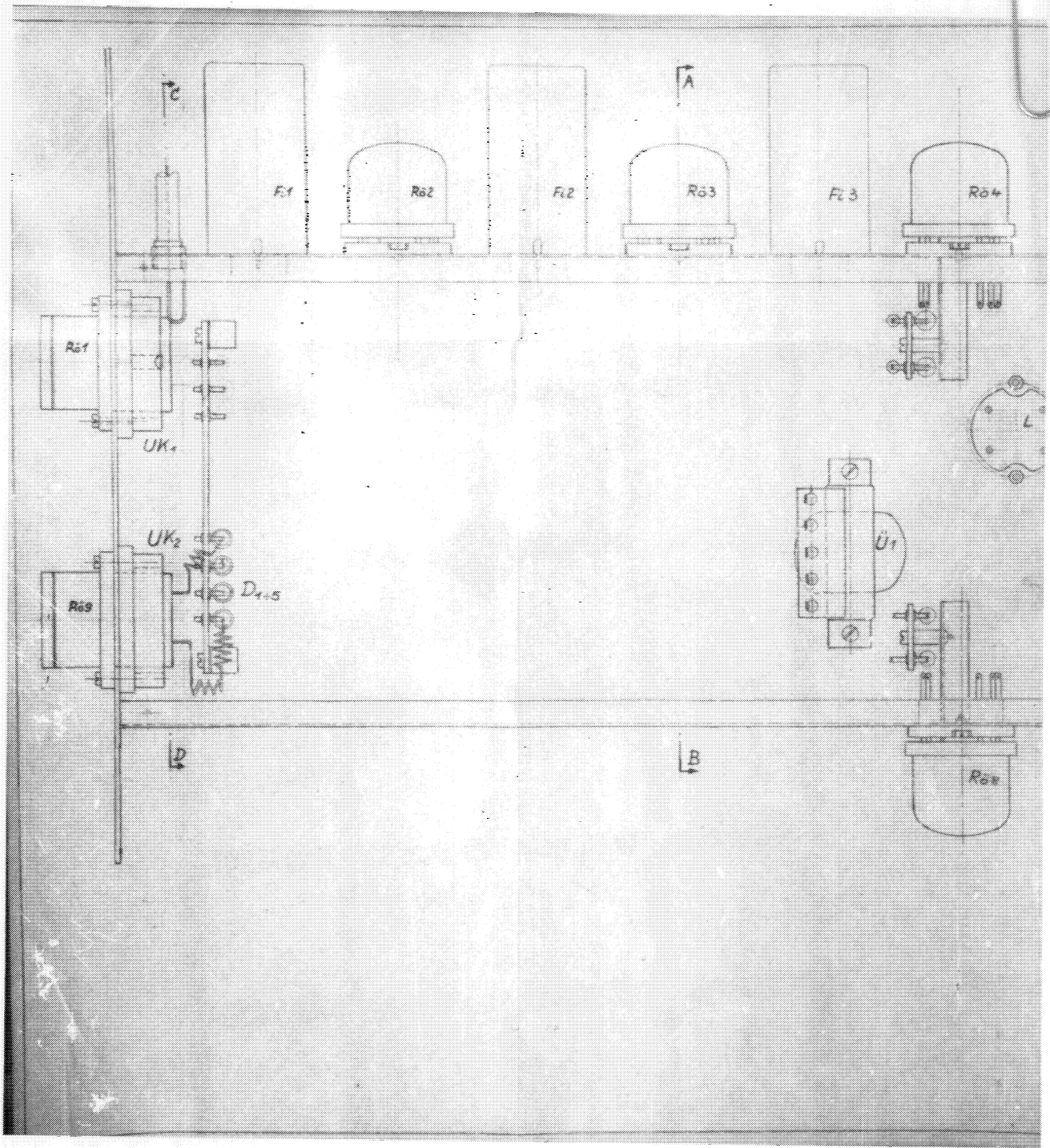




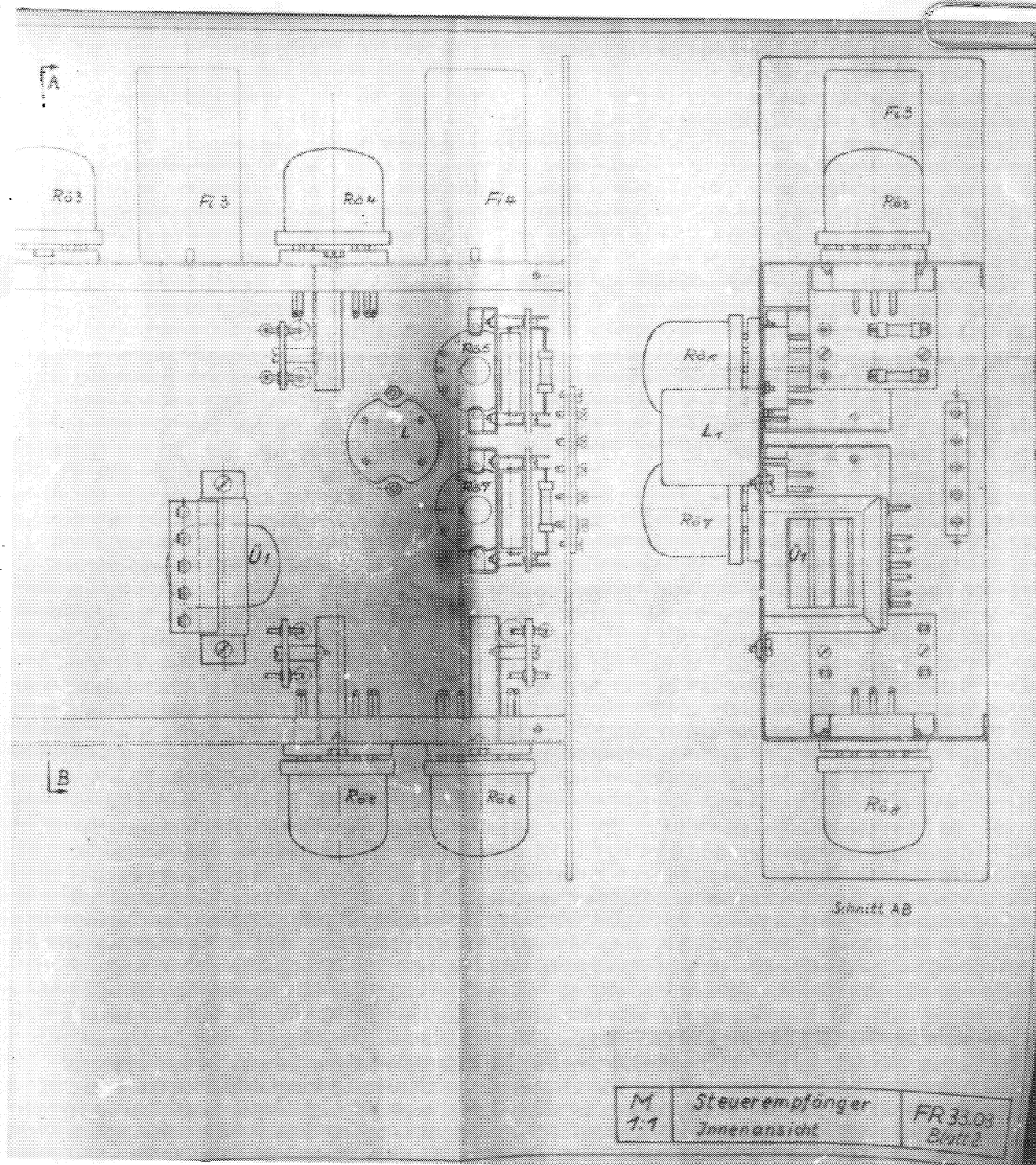


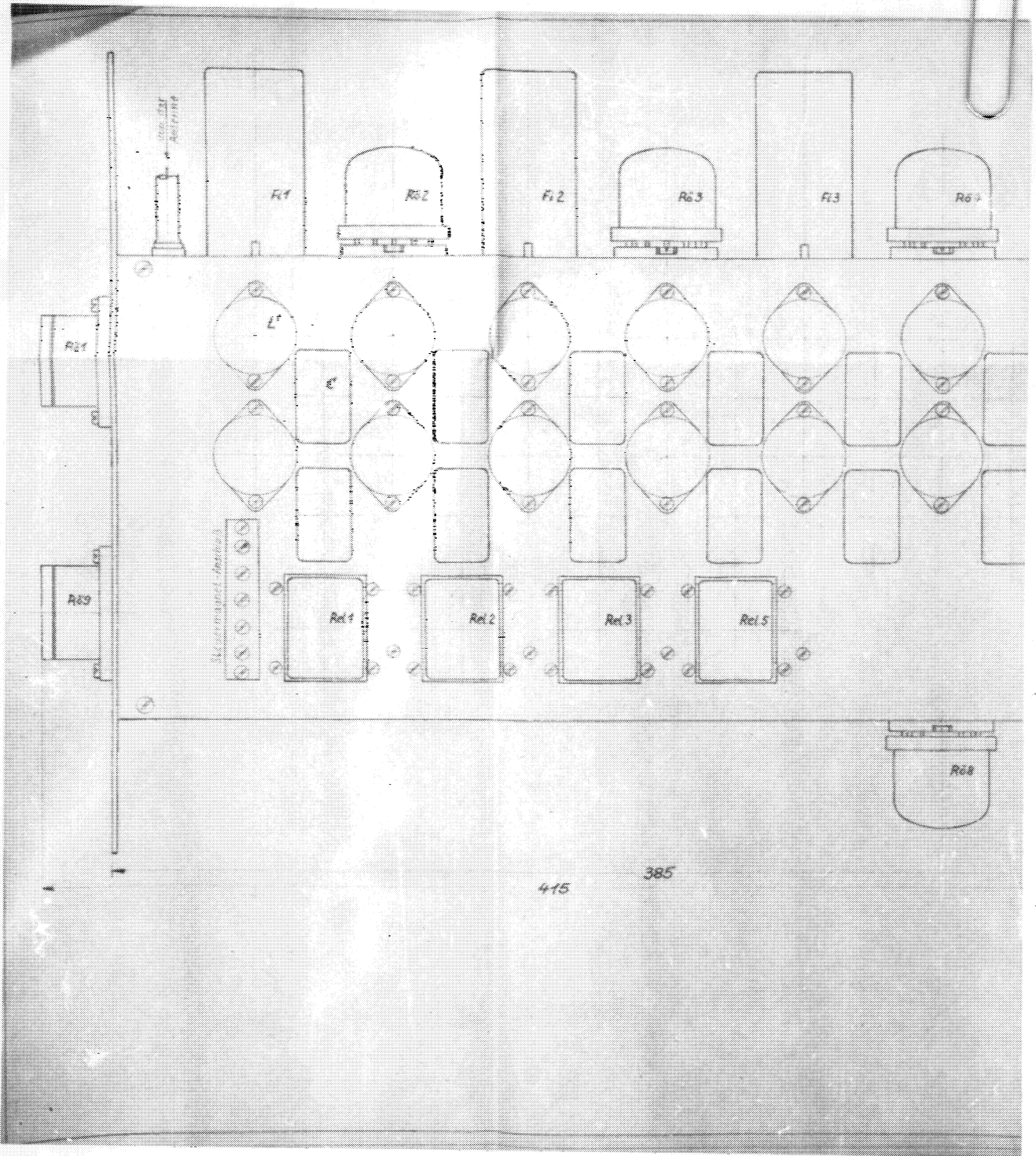
M	Steuerempfänger	FR 33.03
1-1	Rückseite Aufschaltgerät und Schnitt CD	Blatt 1

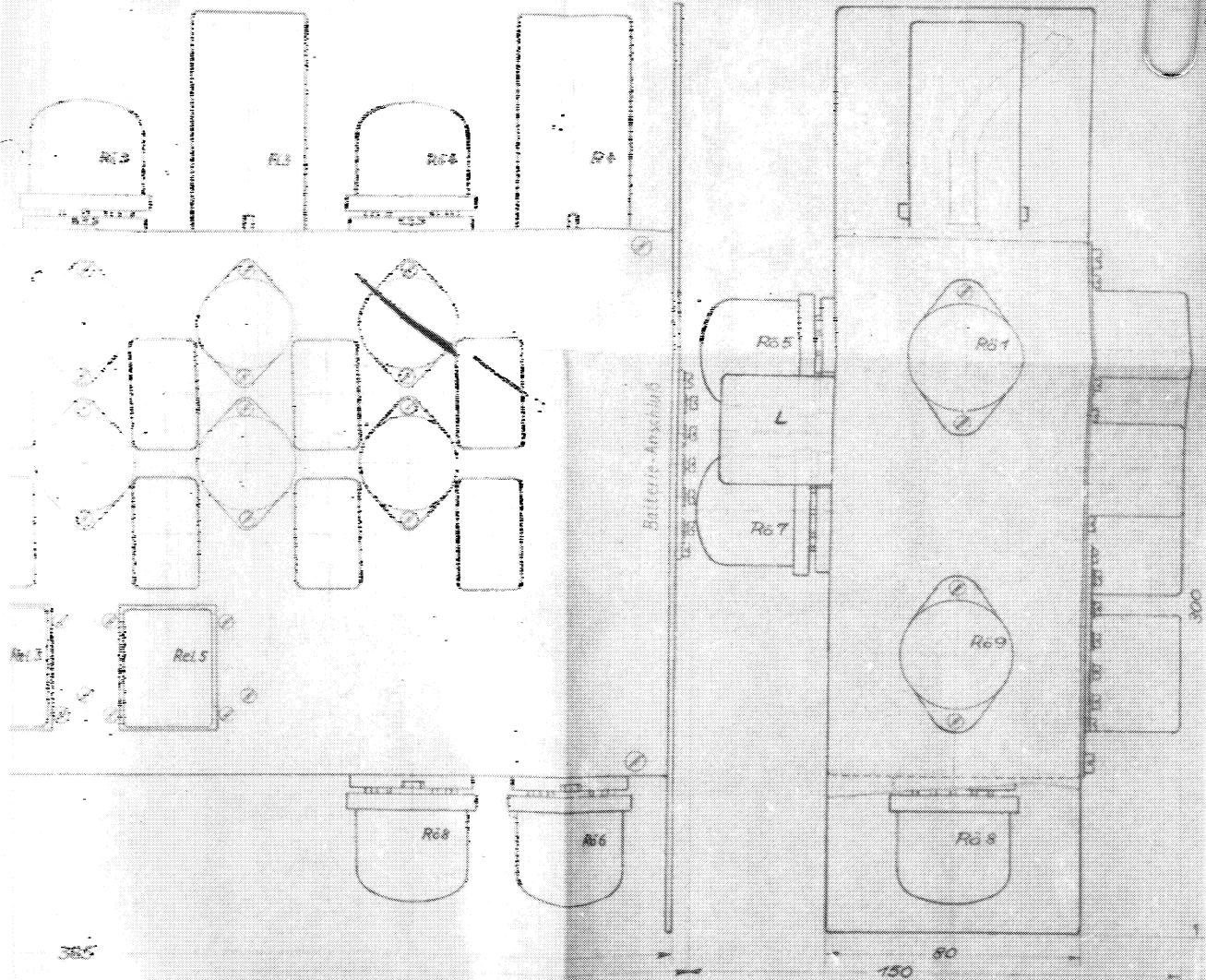




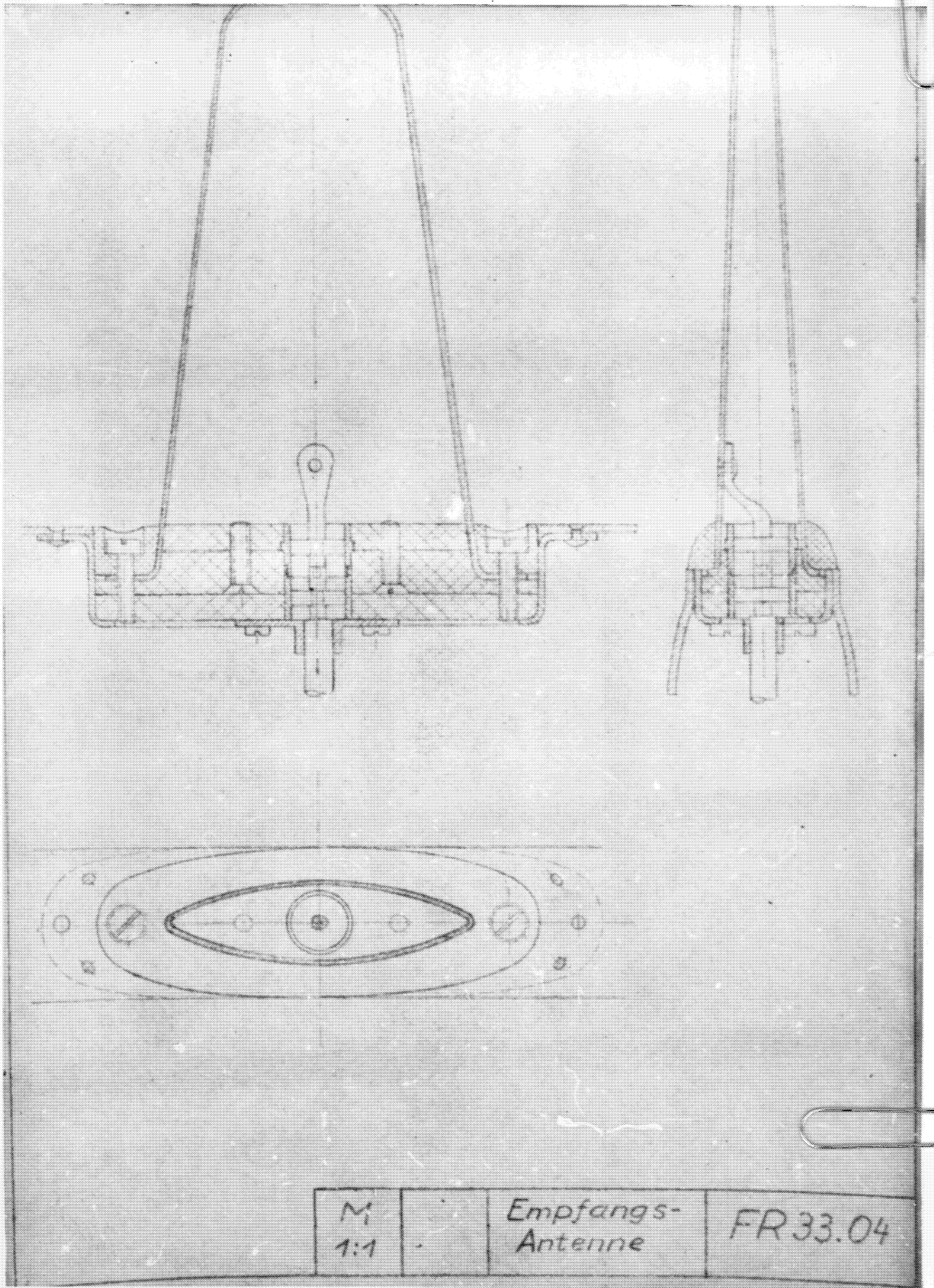
SECRET



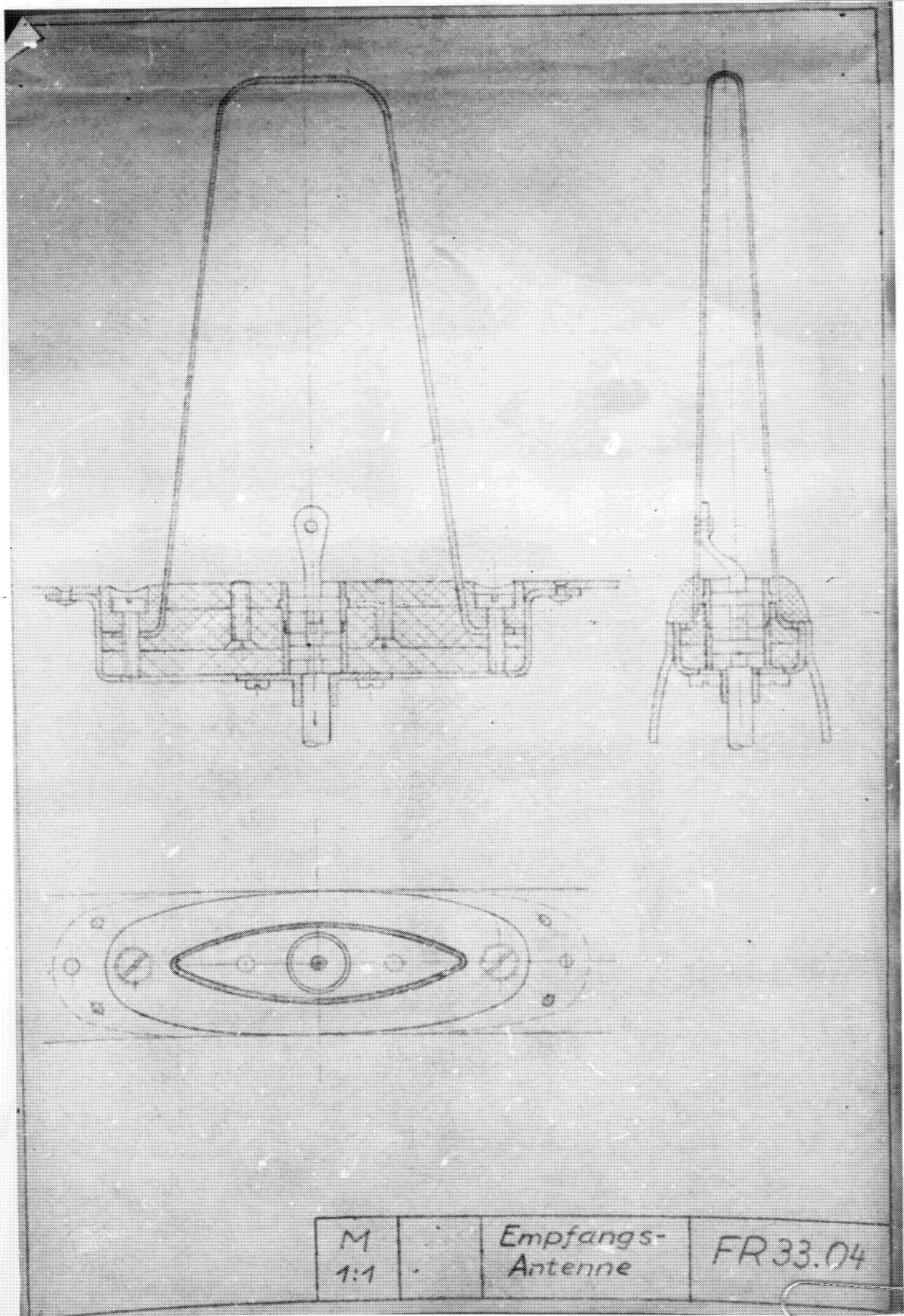


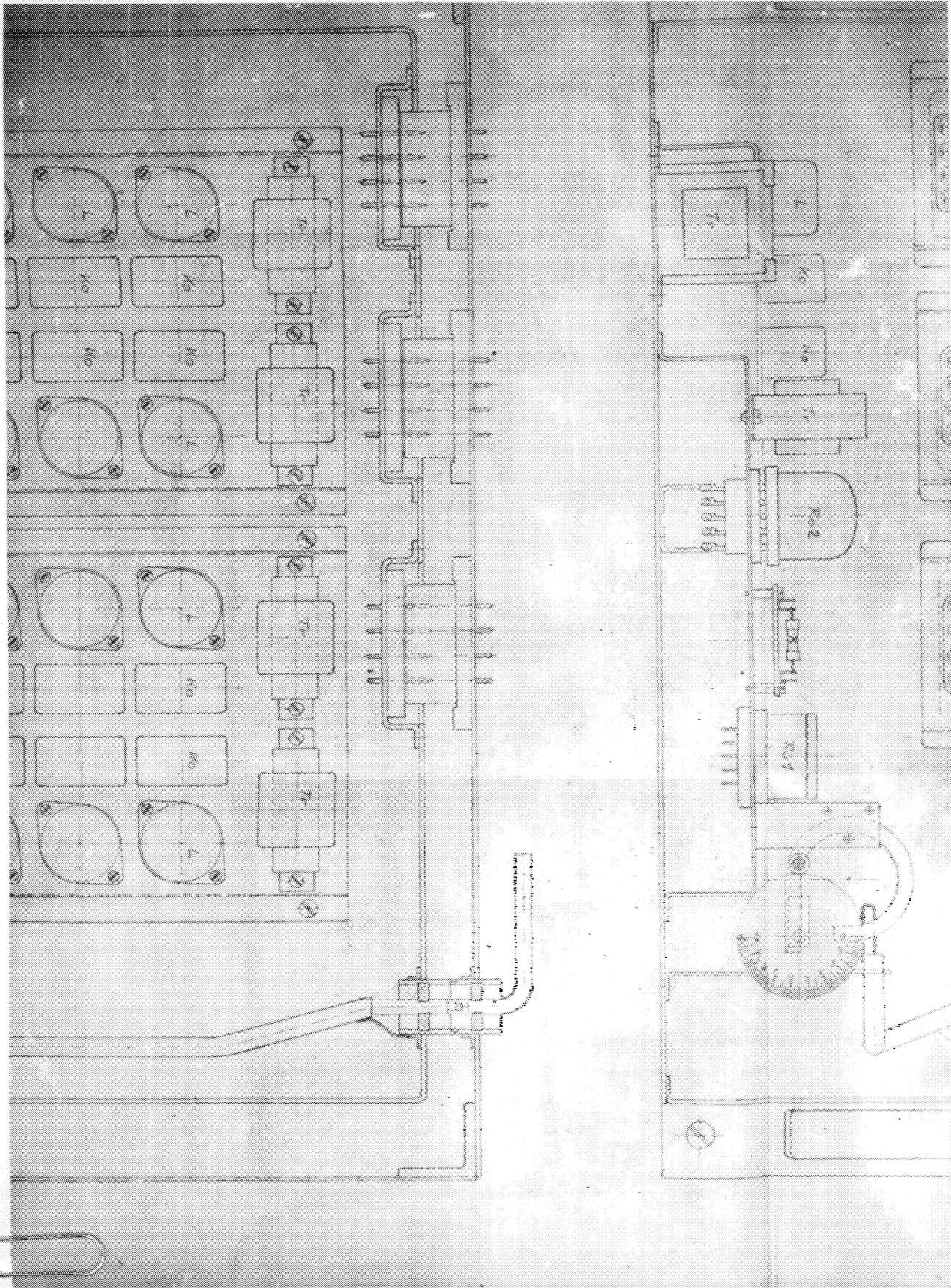


M 1:1	Steuerempfänger Gesamtansicht	FR33.03 Blatt 3
----------	----------------------------------	--------------------



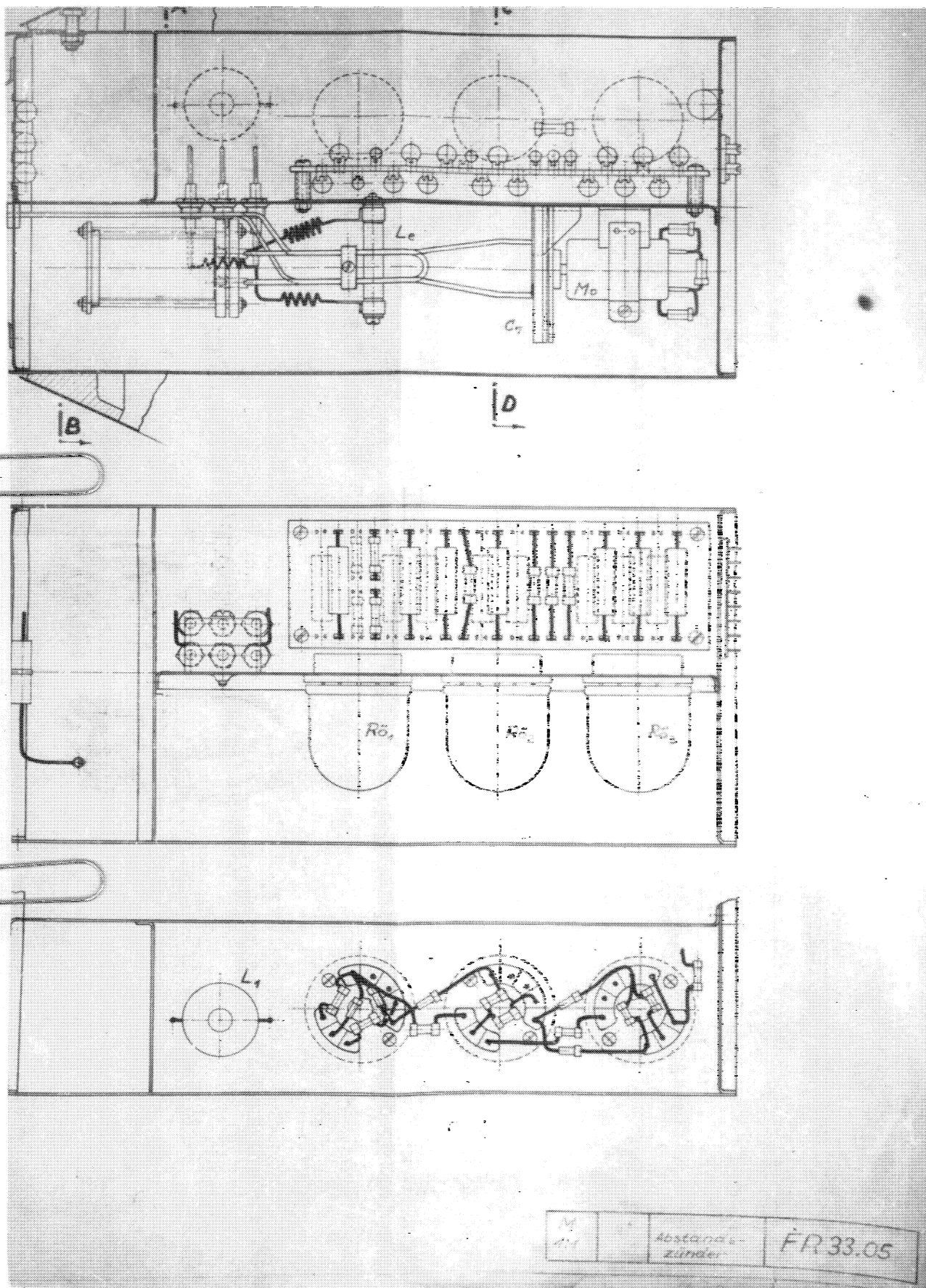
M ₁	.	Empfangs-	FR 33.04
1:1	.	Antenne	

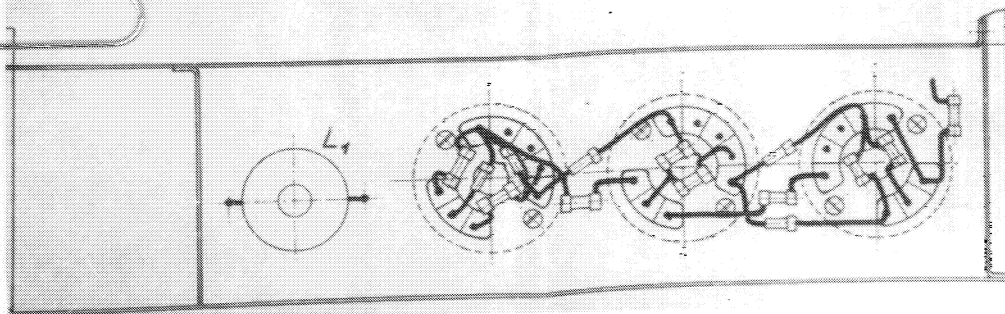
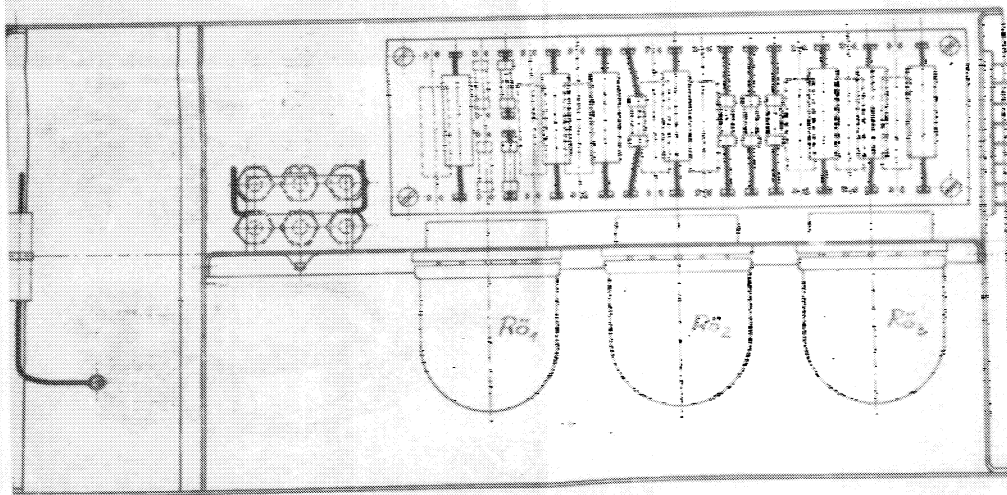
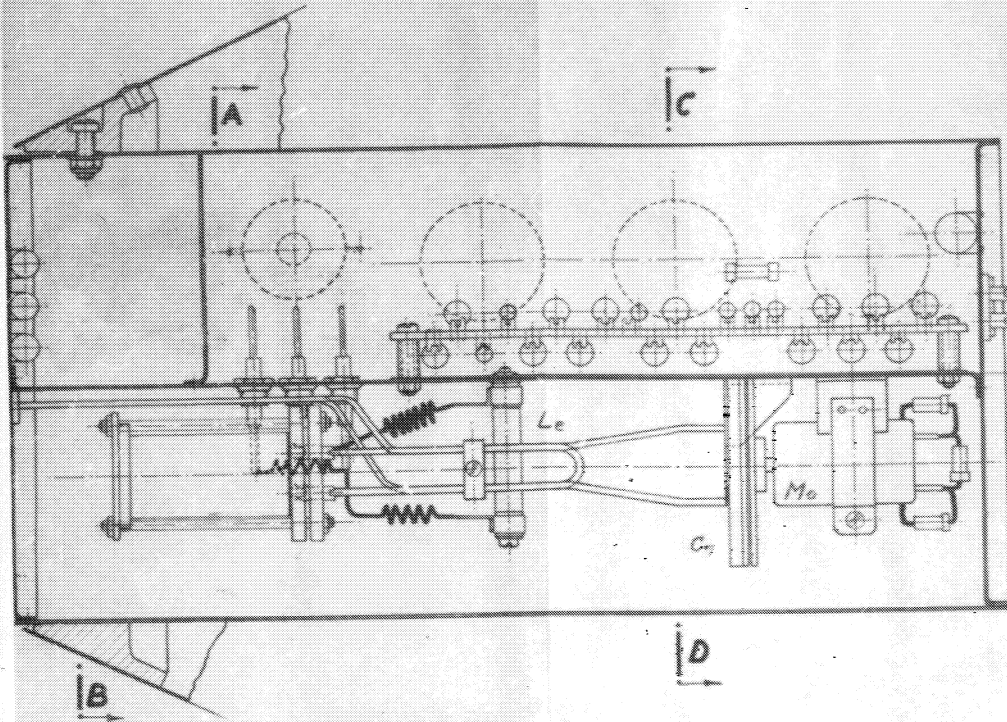


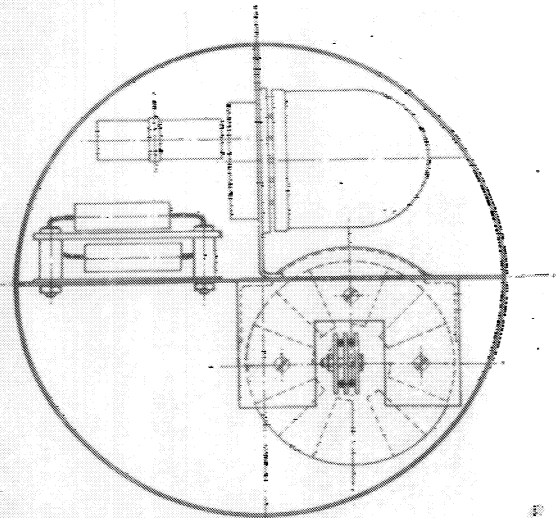
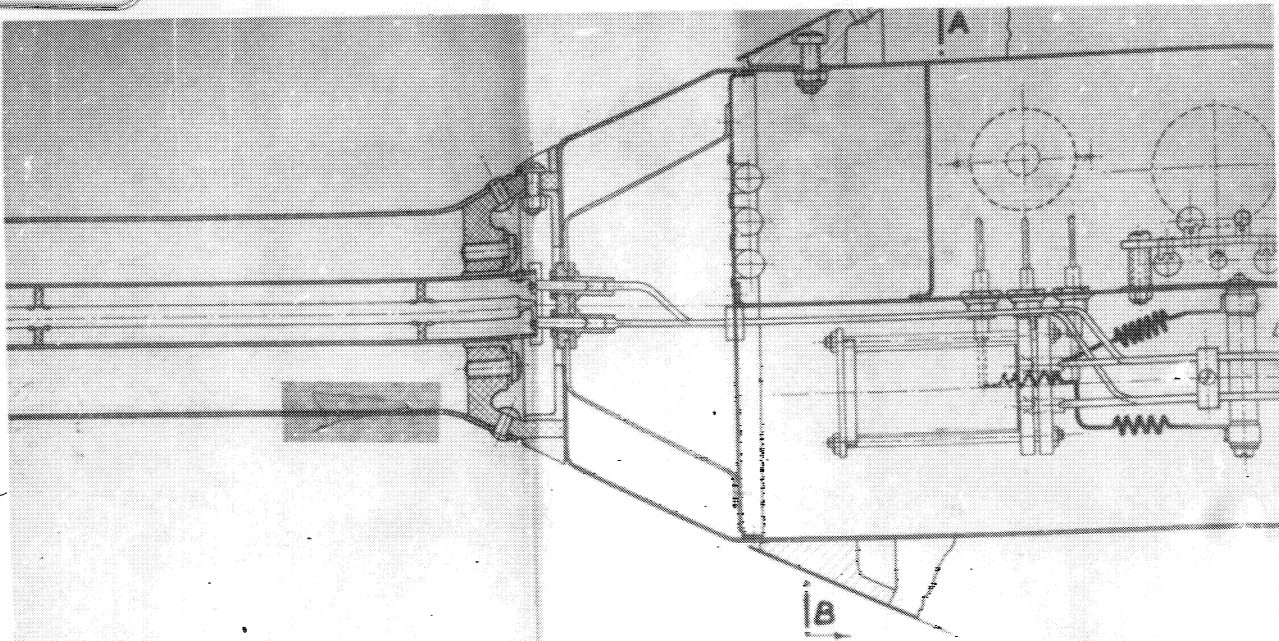


SECRET

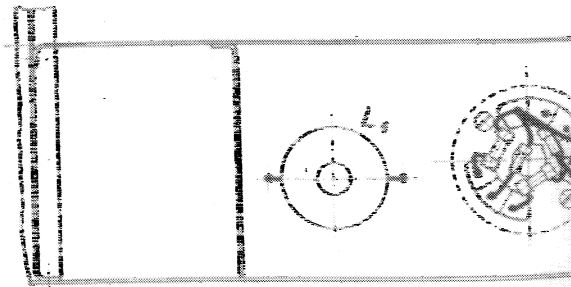
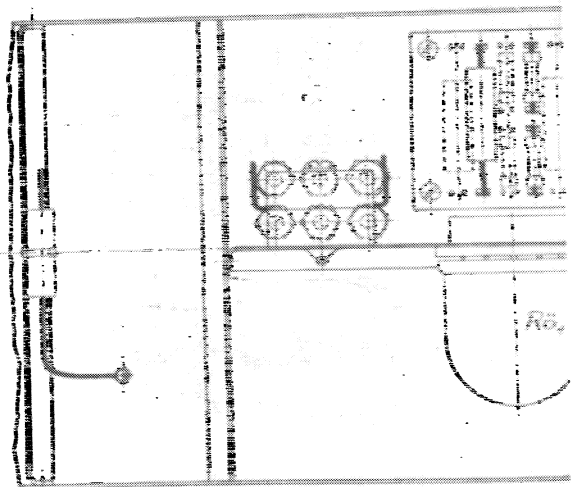
DE 15902

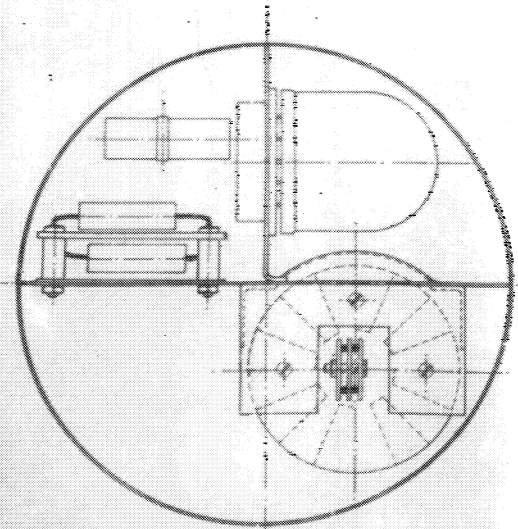
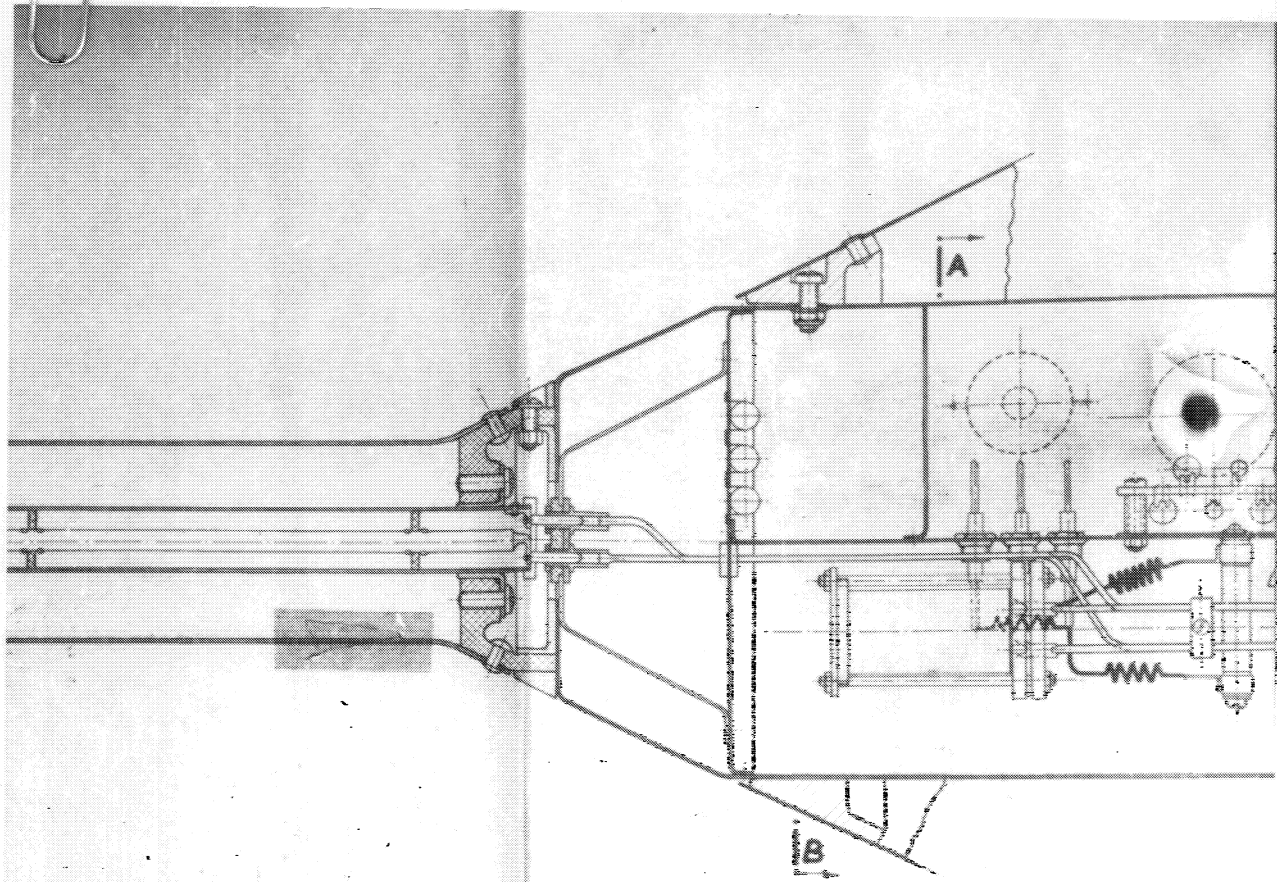




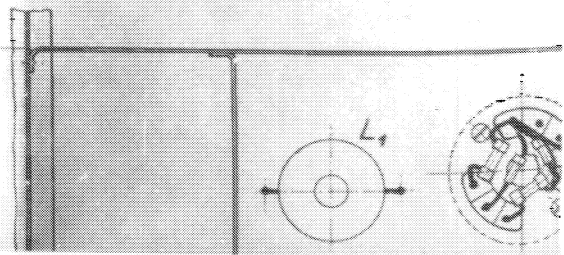
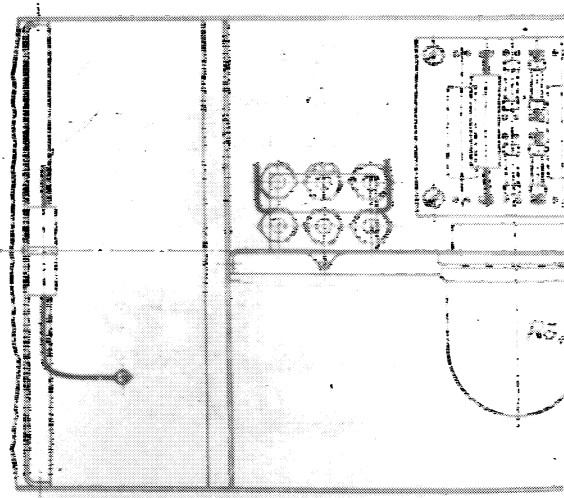


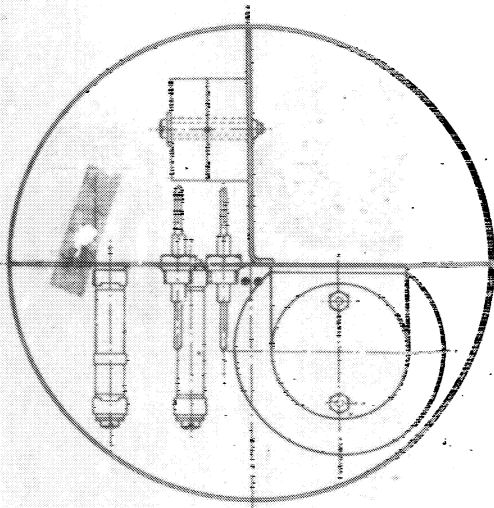
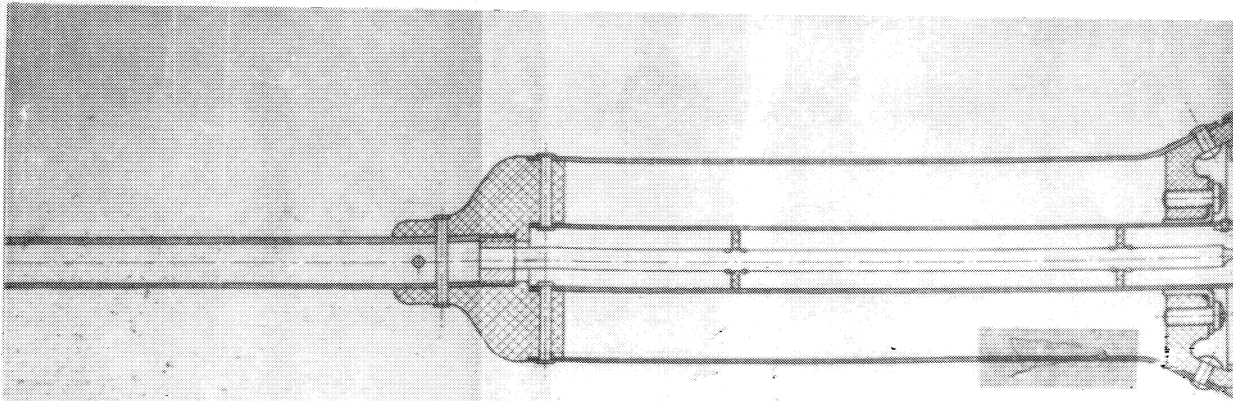
Schnitt CD



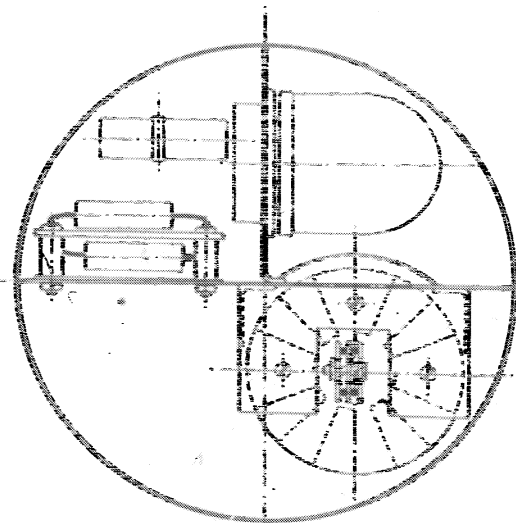


Schnitt CD

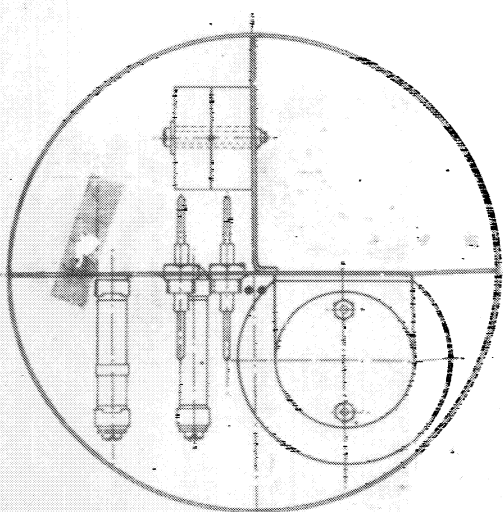
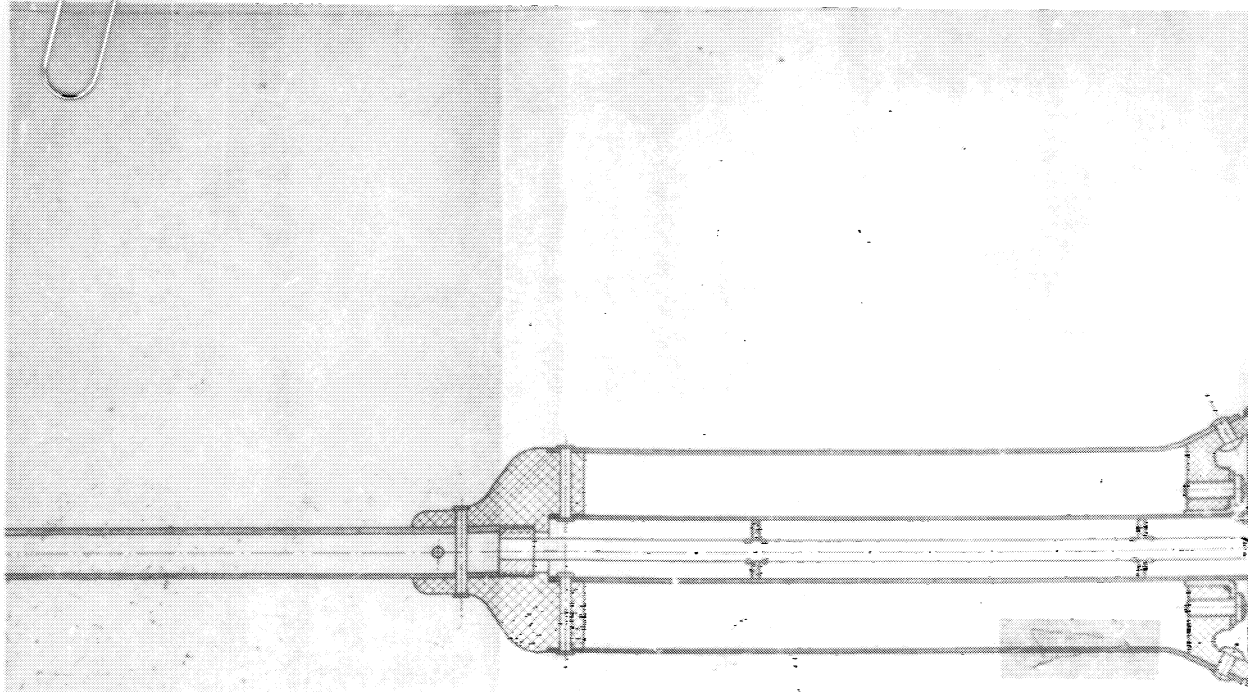




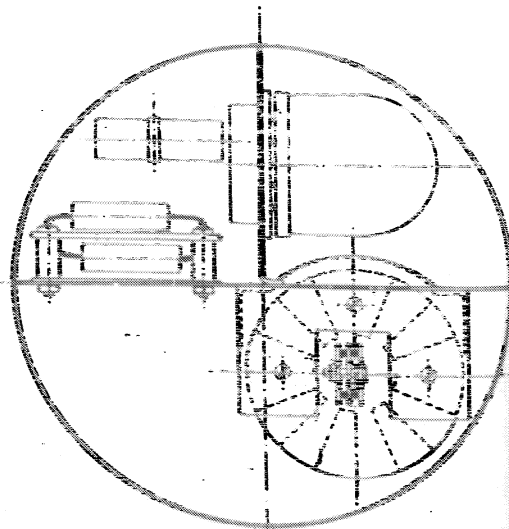
Schnitt AB



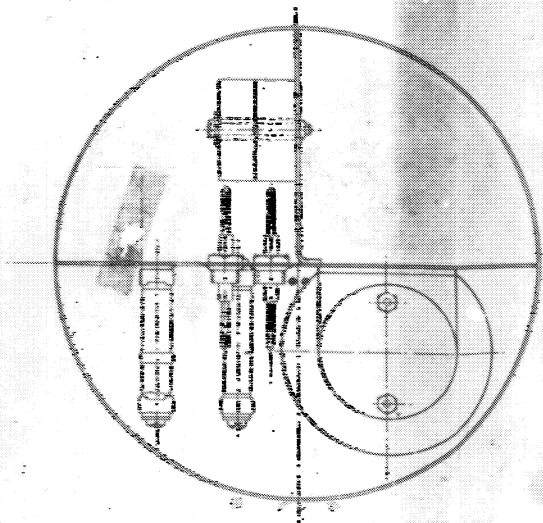
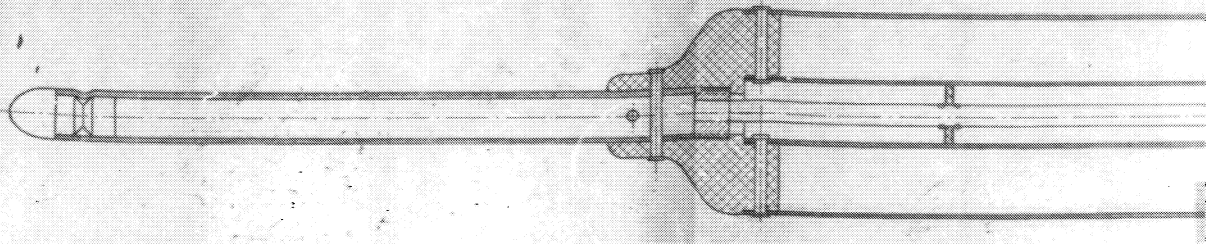
Schnitt CD



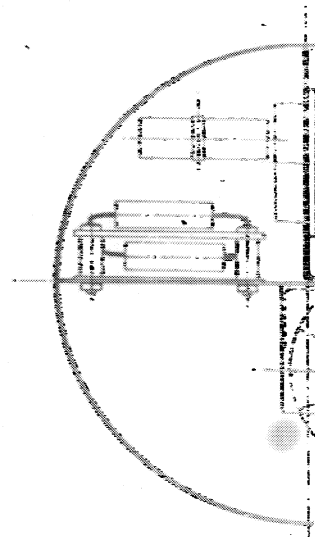
Schnitt AB



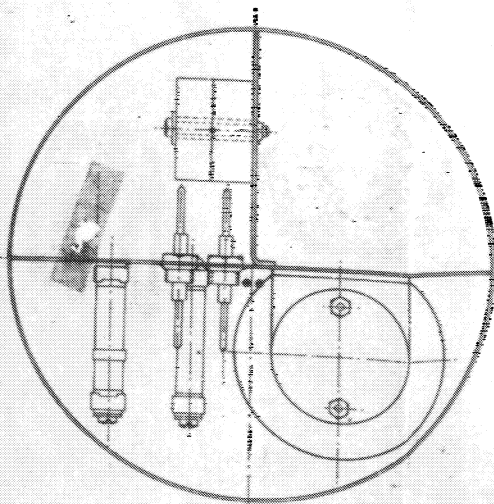
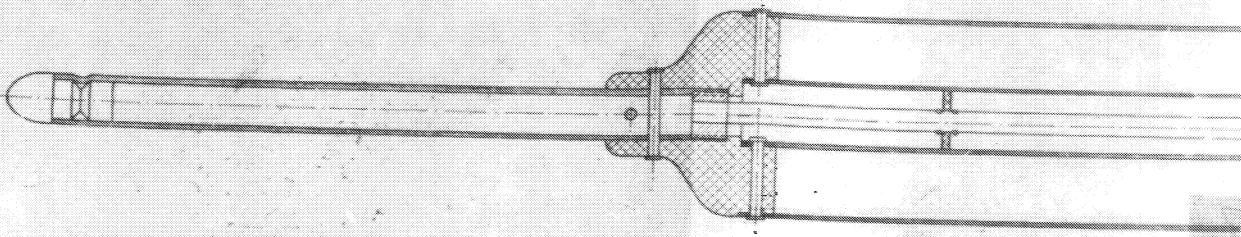
Schnitt CD



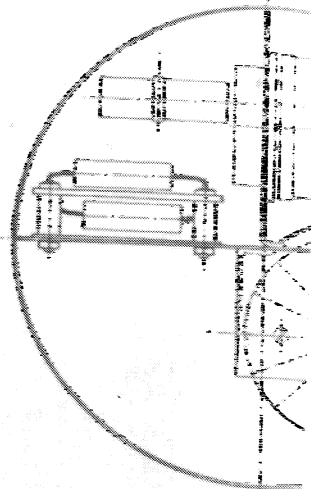
Schnitt AB



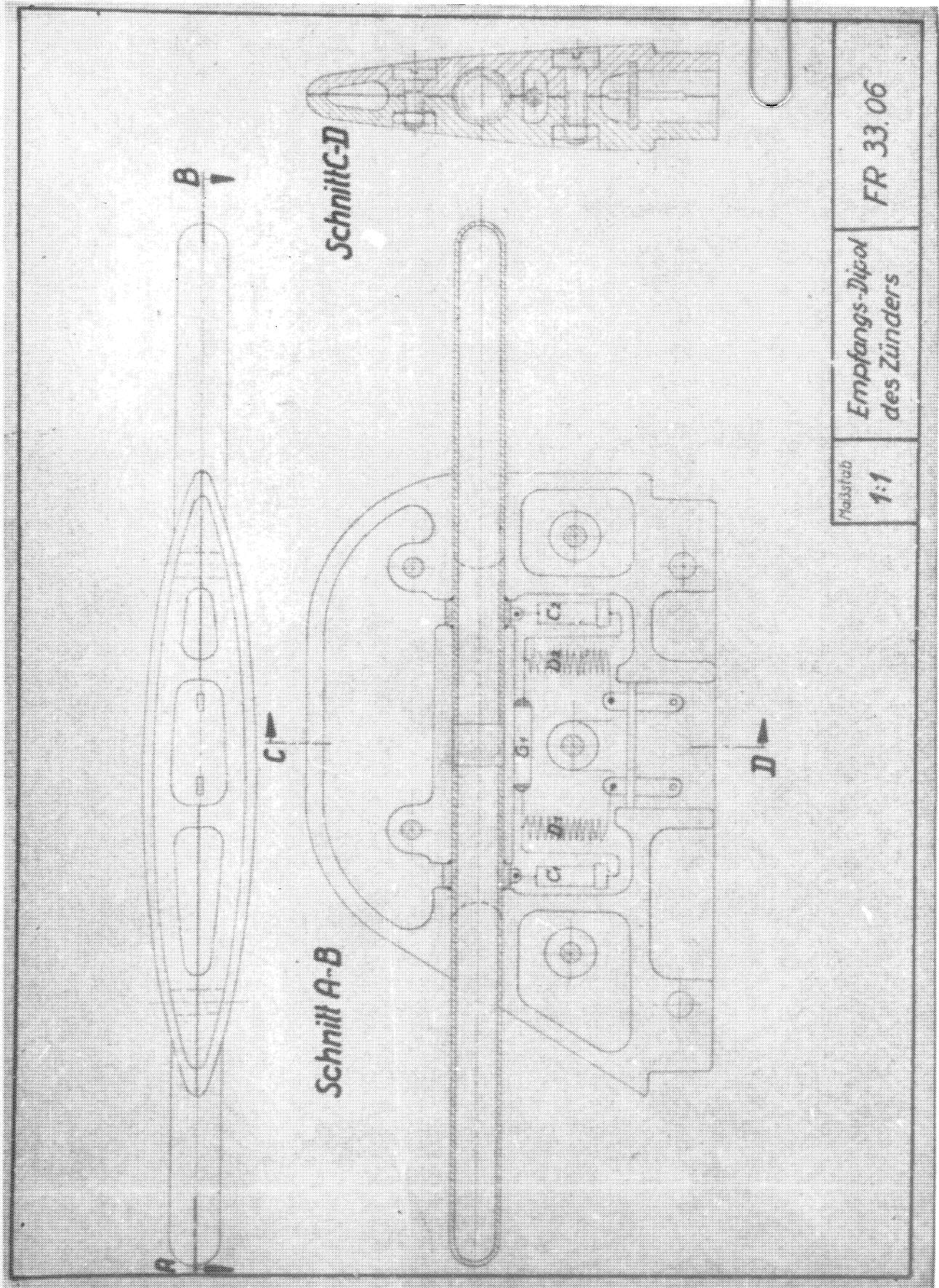
Schnitt

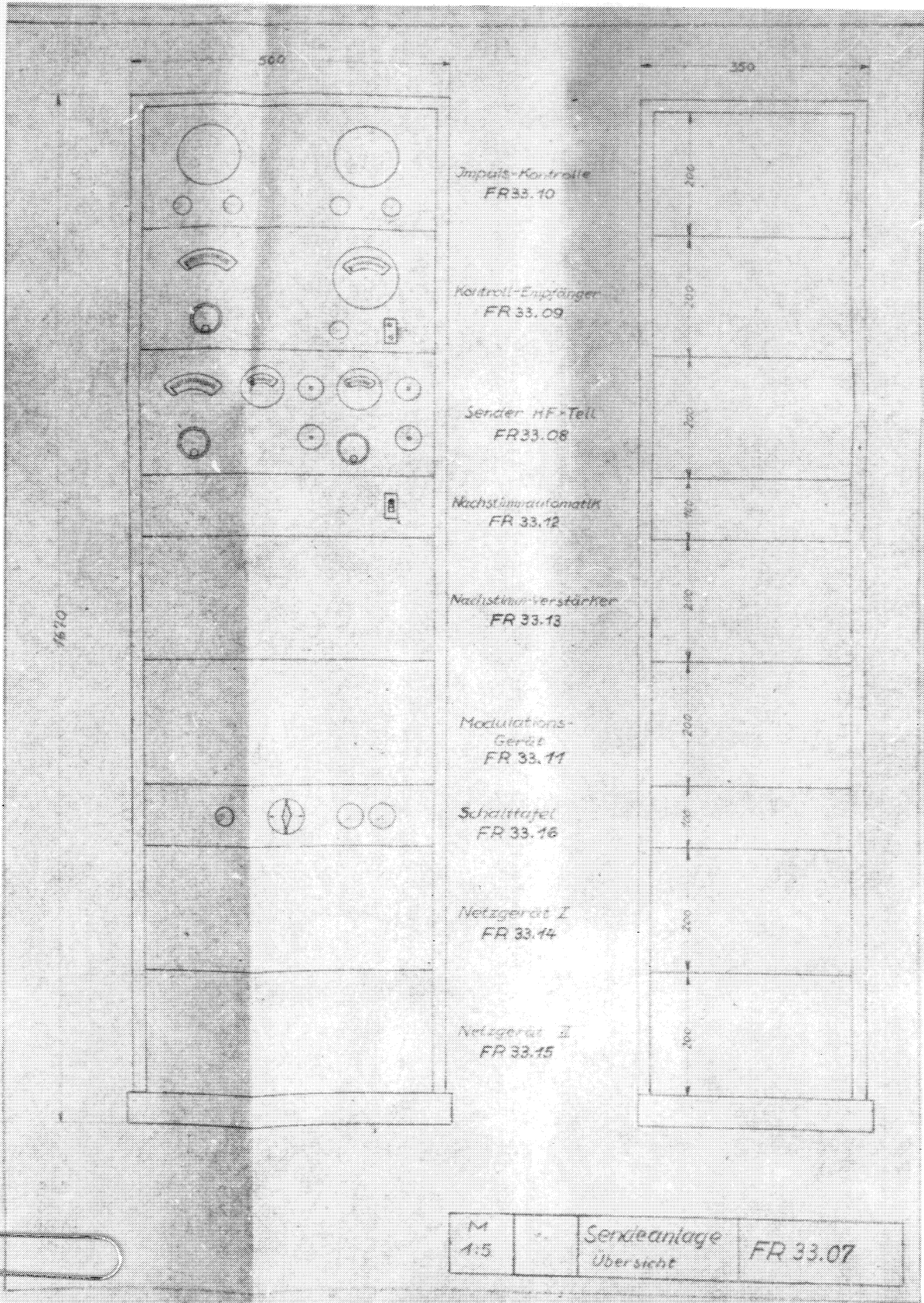


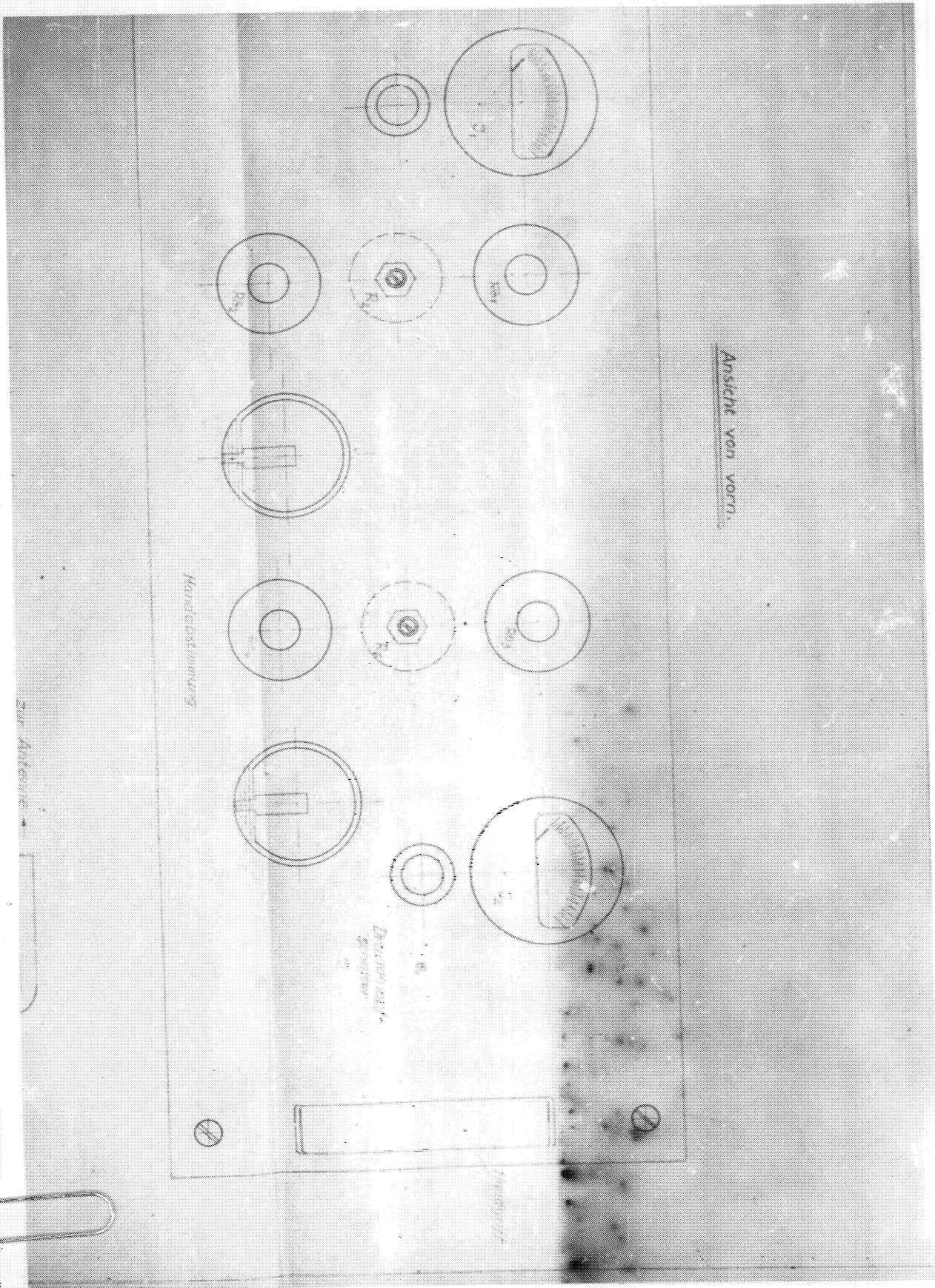
Schnitt AB



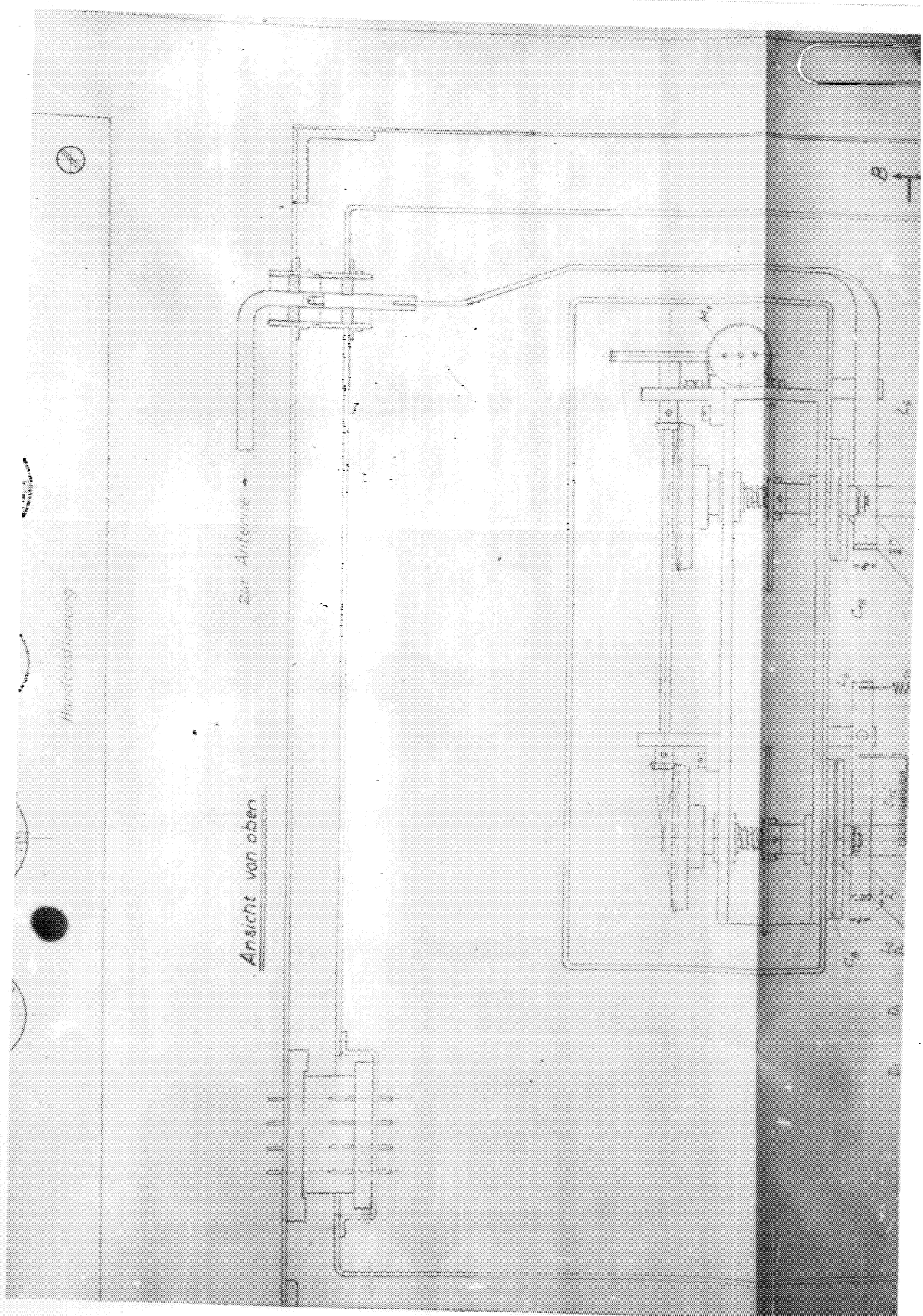
Schnitt

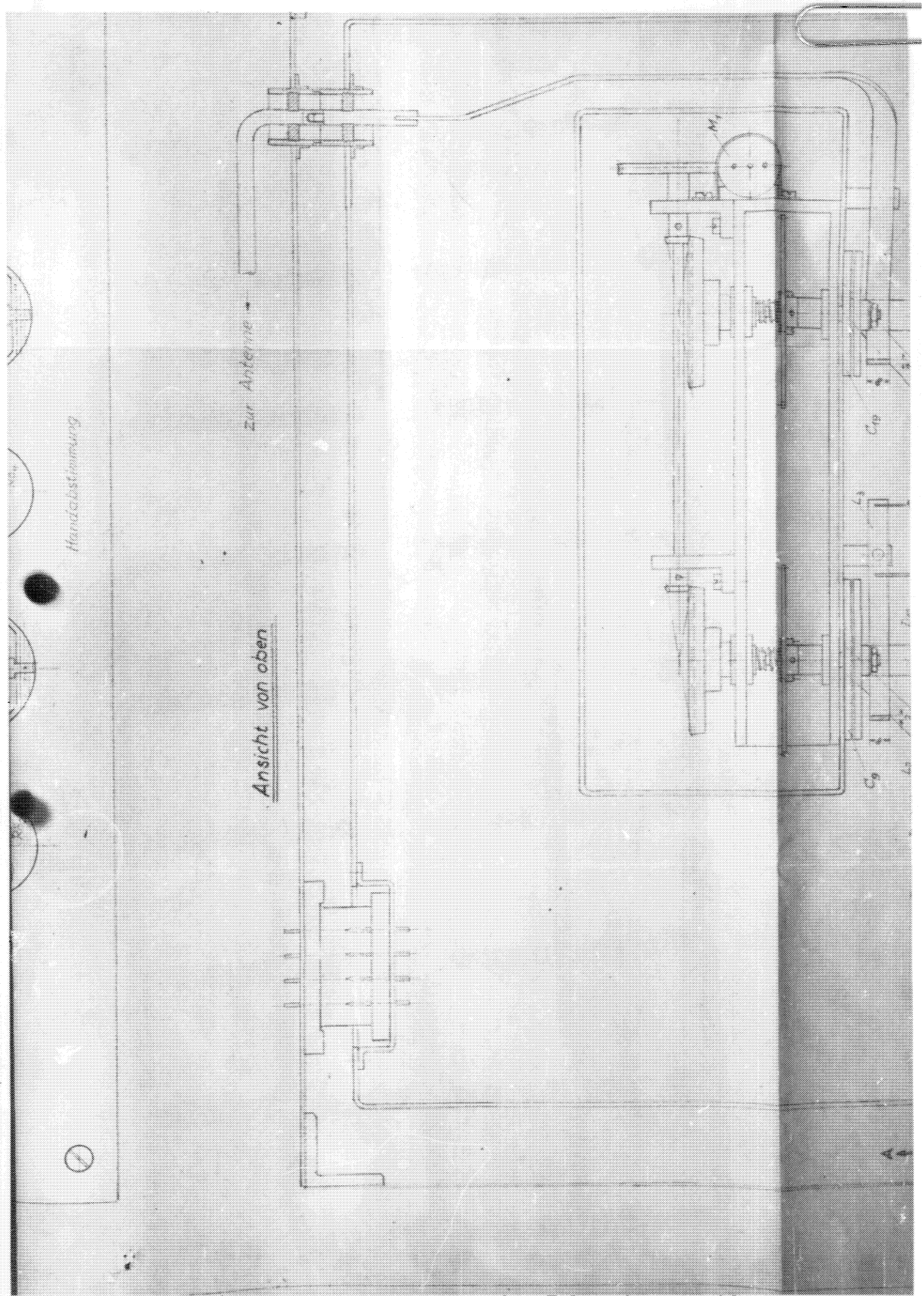


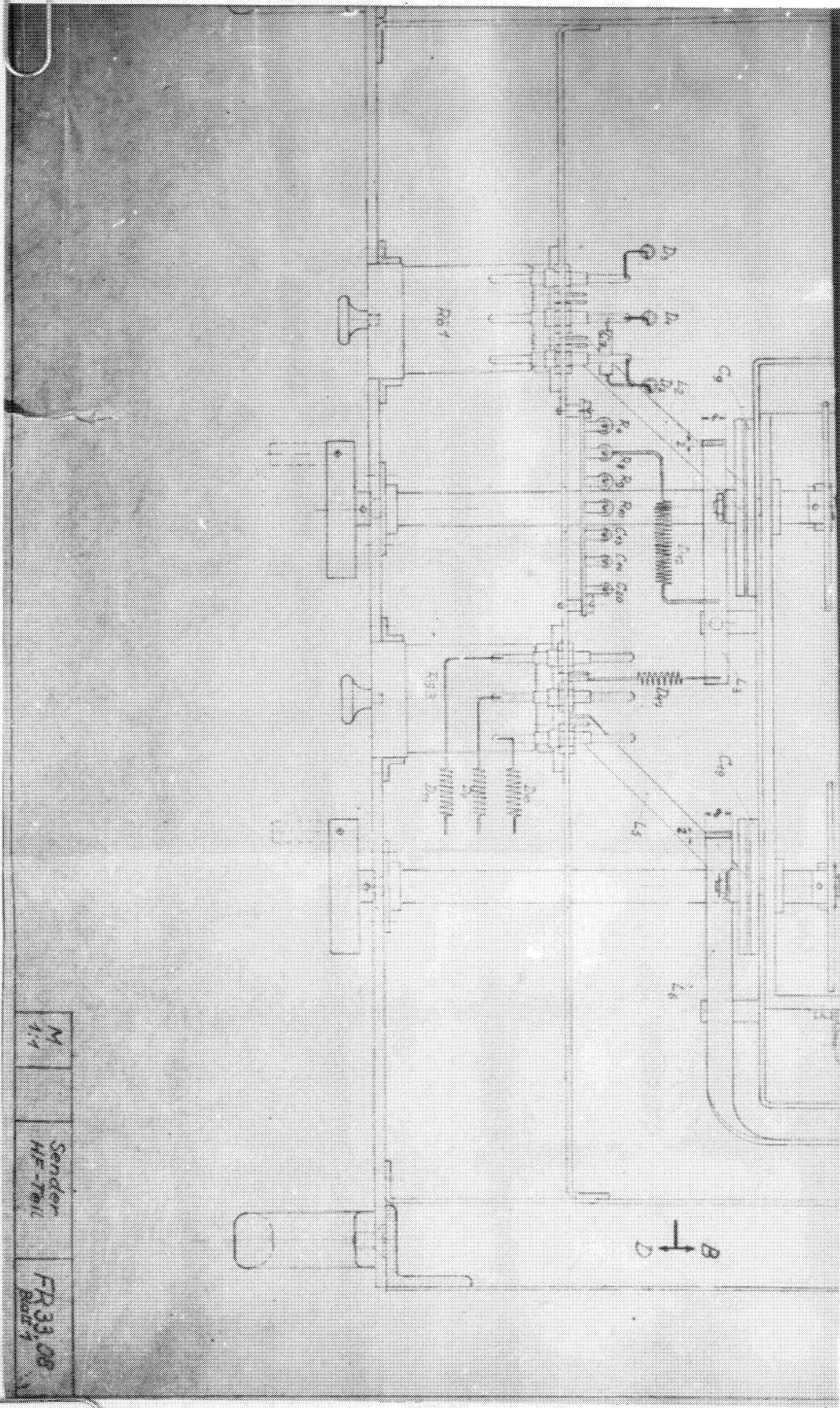




SECRET

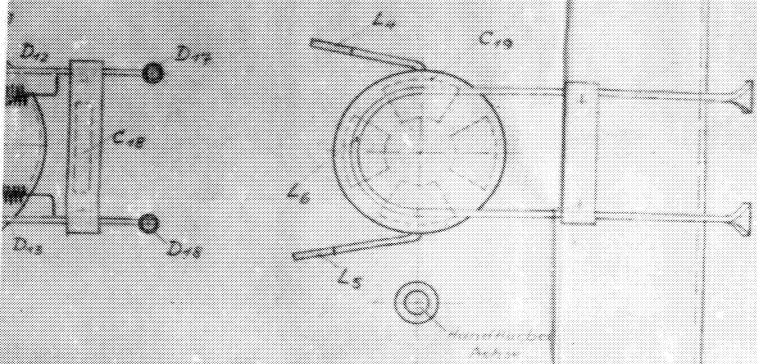




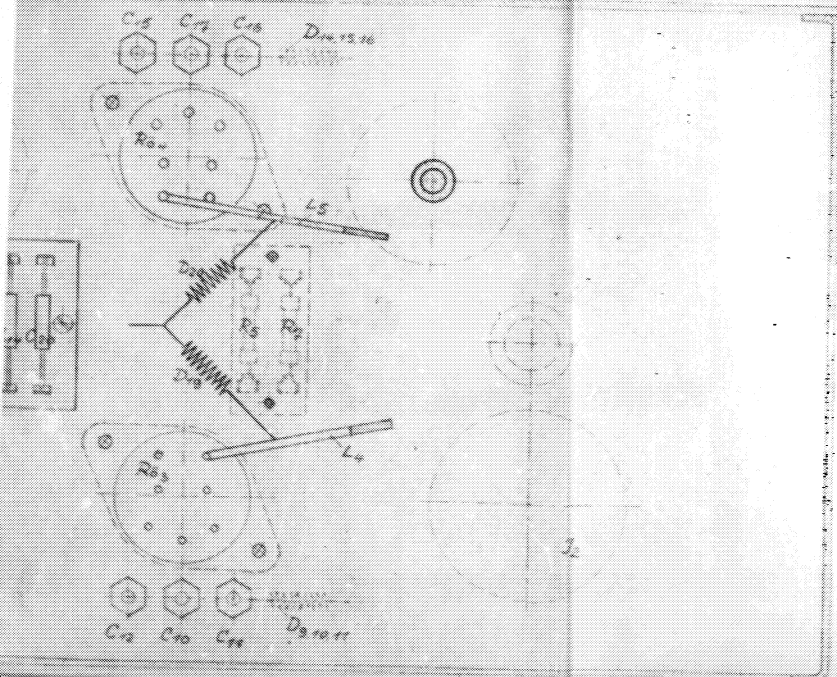


M 44	Sender HF-Tel	FR 33,08 Budd
---------	------------------	------------------

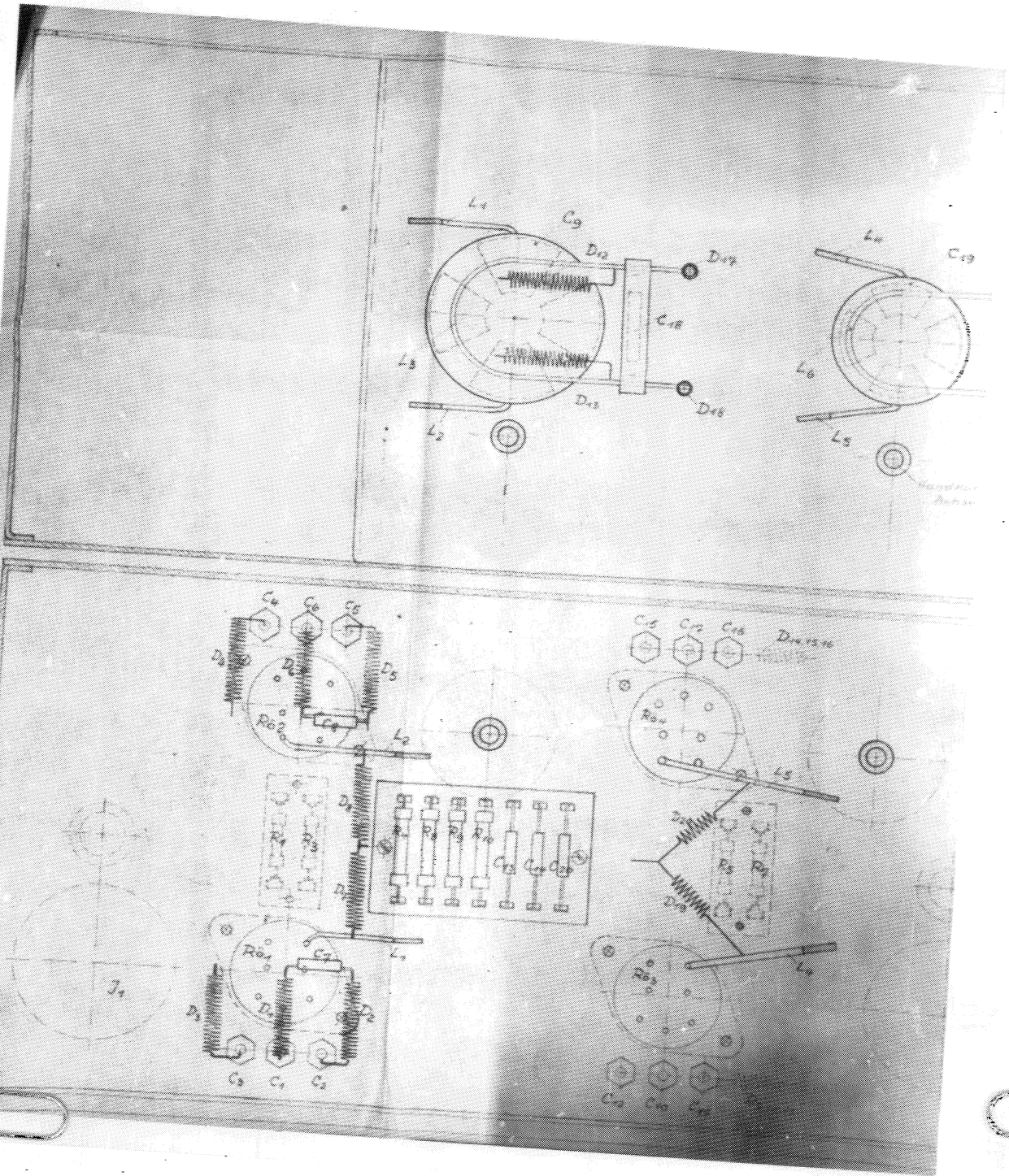
Schnitt A-B

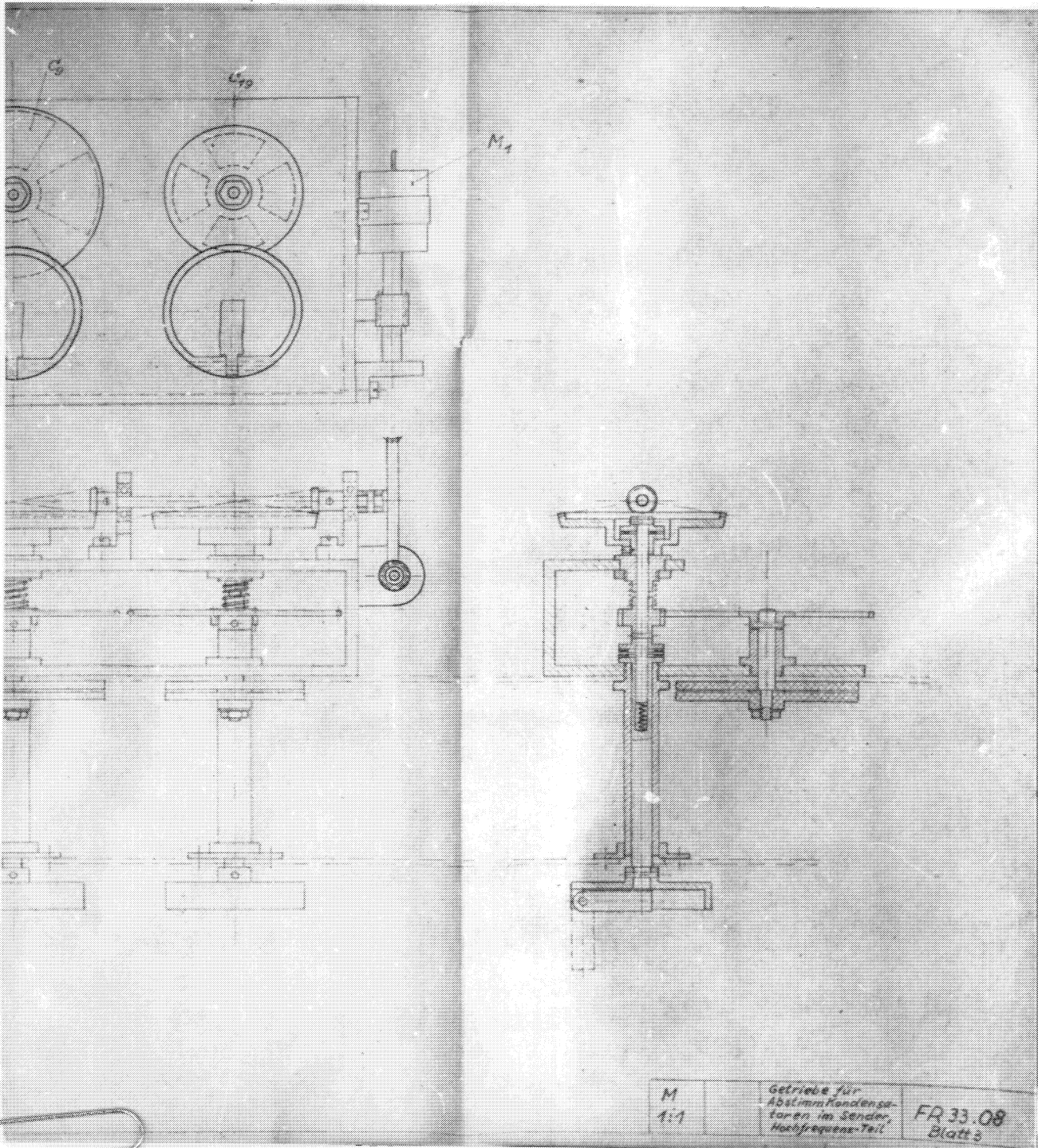


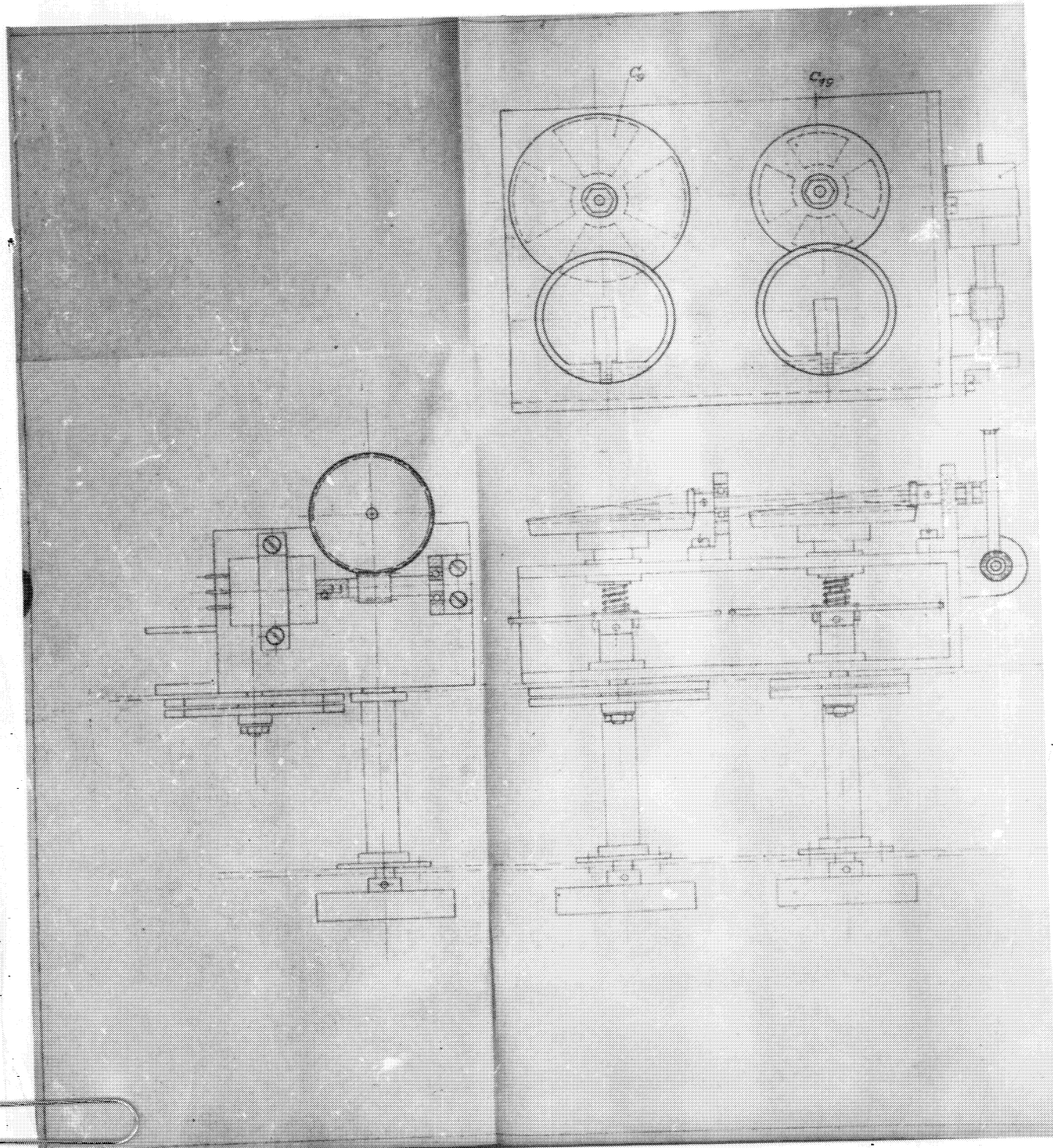
Schnitt C-D



M 1:1	Sender HF-Teil	FR 33.08 Blatt 2
----------	-------------------	---------------------







Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung		FR 23.00
II. Einzelbeschreibungen und Berechnungen		
A. Empfänger	Beschreibung	FR 23.01a
1. Lein	Flugstrom-Berechnung	FR 23.01b
2. Erichweg	Beschreibung	FR 23.01c
3. Kleeblatt	Berechnung	FR 23.01d
4. Steuerung	Leistungs-Berechnung	FR 23.01e
5. Klapptrieb	Beschreibung	FR 23.01f
6. Steuerempfänger	Beschreibung	FR 23.01g
7. Abtastender	Beschreibung	FR 23.01h
B. Sendeapparat		
1. Sender	Beschreibung	FR 23.07a
2. Diodenröhre		
3. Blendenmaschine	Beschreibung	FR 23.17a
4. Antenne	Beschreibung	FR 23.07b
5. Induktivgeber	Diagramm	FR 23.18a
6. Induktivgeber	Beschreibung	FR 23.18b
III. Schaltbilder und Stücklisten der elektrischen Geräte		
A. Schete		
1. Steuerempfänger	Schaltbild	FR 23.07b
2. Abtastender	Stückliste	FR 23.07c
3. Diodenröhre	Schaltbild	FR 23.07d
4. Blendenmaschine	Stückliste des Senders	FR 23.07e
5. Antenne	Stückliste	FR 23.07f
B. Sendeapparat		
1. Sender	Schaltbild	FR 23.07g
2. Hochfrequenzteil	Schaltbild	FR 23.07h
3. Diodenröhre	Stückliste	FR 23.07i
4. Steuerempfänger	Schaltbild	FR 23.07j
5. Hochfrequenzgeber	Stückliste	FR 23.07k
6. Modulationsgerät	Schaltbild	FR 23.18c
7. Modulationsgerät	Stückliste	FR 23.18d
8. Selektionsstufe	Schaltbild	FR 23.18e
9. Selektionsstufe	Stückliste	FR 23.18f
10. Selektionsstufe	Schaltbild	FR 23.18g
11. Selektionsstufe	Stückliste	FR 23.18h
12. Selektionsstufe	Schaltbild	FR 23.18i
13. Selektionsstufe	Stückliste	FR 23.18j
14. Selektionsstufe	Schaltbild	FR 23.18k
15. Selektionsstufe	Stückliste	FR 23.18l
16. Selektionsstufe	Schaltbild	FR 23.18m
17. Selektionsstufe	Stückliste	FR 23.18n
18. Selektionsstufe	Schaltbild	FR 23.18o
19. Selektionsstufe	Stückliste	FR 23.18p
20. Selektionsstufe	Schaltbild	FR 23.18q
21. Selektionsstufe	Stückliste	FR 23.18r
22. Selektionsstufe	Schaltbild	FR 23.18s
23. Selektionsstufe	Stückliste	FR 23.18t
24. Selektionsstufe	Schaltbild	FR 23.18u
25. Selektionsstufe	Stückliste	FR 23.18v
26. Selektionsstufe	Schaltbild	FR 23.18w
27. Selektionsstufe	Stückliste	FR 23.18x
28. Selektionsstufe	Schaltbild	FR 23.18y
29. Selektionsstufe	Stückliste	FR 23.18z

Blatt 2

IV. Zeichnungen (in der Anlage)	
A. Sekunde	FR 33.01
1. Zelle	FR 33.01
2. Kabelwerk	FR 33.01
3. Linsenladung	
Kabel S&K	FR 33.03
4. Steuerung	FR 33.03
5. Steuerempfänger	FR 33.03
a. Empfängerantenne	FR 33.04
6. Abtastsender	FR 33.05
a. Empfängerpole	
d. Modulator	FR 33.06
B. Sekundärseite	
1. Sender	FR 33.07
a. Hochfrequenzteil	FR 33.08
b. Kontrollempfänger	FR 33.09
c. Überwachungsgerät	FR 33.10
d. Modulationsgerät	FR 33.11
e. Relaiskabelaufg.	
mit Kopfreis	FR 33.12
f. Nachteilungsverstärker	FR 33.13
g. Verstärker 1	FR 33.14
h. Verstärker 2	FR 33.15
i. Schmittscheibe	FR 33.16
2. Richtgerät	
a. Richtschloss	FR 33.17
b. Antenne	FR 33.18
c. Isolierteiler	FR 33.19

FR 33.00

Einleitung

Die Erfahrungen des vergangenen Krieges haben gezeigt, dass der Abwehr von Bombenangriffen eine überragende Bedeutung zukommt. Die Weiterentwicklung der Flugzeugtypen verlangte gebieterisch eine entscheidende Verbesserung der Abwehrwaffen. Jede Erhöhung ihrer Wirkung verlangte eine Vergrößerung des Granatenvolumens, das schliesslich den Raketenantrieb notwendig machte.

Der vorliegende Entwurf ruht auf dem letzten Entwicklungsstand. Für einige Teilgebiete wurden Vorschläge übernommen und nach dem letzten Erprobungsstand verbessert, für andere wurden neue Lösungen gesucht, die wesentliche Verbesserungen erbringen sollen.

Technische DatenMechanische Abmessungen:

Länge über alles:	5600 mm
Körperdurchmesser:	500 mm
Spannweite:	4150 mm
Abschußgewicht:	1530 kg
Treibsatz:	750 kg
Sprengladung:	300 kg

Flugeigenschaften:

Reichweite:	25 km
Flughöhe:	72 km
Höchstgeschwindigkeit:	935 m/sec.
Geschwindigkeit am Endpunkt der Flugbahn:	310 m/sec.
Anfangsbeschleunigung:	21 m/sec. ²
Maximalbeschleunigung:	m/sec. ²
Querbeschleunigung max.:	100 m/sec. ²
Flughauer:	mind. sec.

Antrieb: Pulverschub
Brenndauer: ca. 70 sec.

Nachsteuerung: drahtlos nach Zielansprache mittels
Knüppelsteuerung.

Zündung: durch elektrischen Abtastkontakt im Minimum
der Entfernung. Ansprechreichweite bis 30 m.

Abschuß: von beweglicher Lafette
Abschußwinkel: 30 bis 50°.

Umfang des Projektes:

Die Bearbeitung erstreckte sich sowohl auf die Nord- als auf die Bodenseite. Sie umfaßt:

A) Rakete:

- Zelle
- Steuerung
- Triebwerk
- Sprengladung
- Steuerempfänger mit Antenne
- Abtastsender mit Empfangsdipol

B) Bodengerät:

- 1) Bodensender
- 2) Richtgerät
 - Richtmaschine
 - Antenne
 - Impulsgeber.

FR 33.00

Blatt 4

Arbeitsweise:

Das Geschöß ruht in der hochgearbeiteten Lafette. Das Richtgerät ist nach dem Ziel ausgerichtet. Nach Zündung des Antriebs hebt sich die Rakete ab und fliegt zunächst in der vorgegebenen Richtung. Nach Erreichen ihrer Mindestgeschwindigkeit wird sie in Zieldeckung unter Berücksichtigung eines durch Erfahrung festgestellten Vorhalts bis zum Erreichen des Zieles nachgesteuert (Mandekurve). Abwehrbewegungen des Zieles lassen sich dabei ausmanövrieren. In Zielnähe löst der Abstandsdetektor aus und bringt die Sprengladung zur Auslösung. Der Zünder ist so ausgebildet, dass die Auslösung immer in der kleinsten Entfernung erfolgt. Fliegt die Rakete in größerer Entfernung, als der Wirksamkeit der Ladung angemessen erscheint, vorbei, so erfolgt keine Auslösung, so dass noch die Möglichkeit der Ansteuerung eines weiteren Zieles offensteht.

Der Antrieb ist nach ca. ein Viertel des Gesamtweges ausgebrannt. Die Rakete erreicht dabei ihre Höchstgeschwindigkeit, die sich durch die Reibung langsam bis zum Ende der Flugbahn verringert. Wird kein Ziel getroffen, dann erfolgt am Ende der Flugbahn Selbstzerlegung.

Das Richtgerät wird vom Richtschützen des Geschöses und Ziel nachgesteuert und hierdurch die Sendeantenne in die richtige Lage gebracht. Der zweite Schütze betätigt die Knüppelsteuerung. Die Übertragung der Impulse für Horizontal- und Vertikalsteuerung erfolgt drahtlos mittels Dezimeterwellen nach dem Doppeltonverfahren.

FK 33.00

Die Aerodynamik der nachgesteuerten Flakrakete.

Auf Grund der technischen Bedingungen sollen mit der zu entwickelnden Flakrakete Ziele in 12000 m Höhe bei einer max. Entfernung von 25 km bekämpft werden. Dafür sind 300 kg. Munition an das Ziel zu bringen. Etwasige Abwehrbewegungen des Zieles müssen durch gesteuerte Eigenbewegungen der Rakete ausgeglichen werden. Da die Ausweichmanöver des Zieles im Falle von Großbomben mit dem 25-fachen der Krümmungsschleunigung ausgeführt werden kann, erscheint es wünschenswert, wenn das Geschöß Eigenbewegungen in Seite und Höhe mit mindestens dem 10-fachen der Erdbeschleunigung ausführen kann.

Man erkennt daraus, das das Geschöß als ein Flugzeugähnliches Gebilde angelegt werden muß, um die geforderten Bedingungen mit aerodynamischen Hilfsmitteln zu erreichen. Die dadurch mögliche willkürliche Beeinflussung der Flugbahn ermöglicht es, ständig in Zieldeckung zu bleiben und damit den gesamten Zielvorgang zu vereinfachen. Bei Geschossen mit rasanter Flugbahn ist dies bekanntlich nicht der Fall. Man muß entsprechend der Eigengeschwindigkeit des Zieles und der Geschößgeschwindigkeit mit einem genau berechneten Verhältniß arbeiten, sodaß schon geringfügige Kursänderungen des Zieles zu erheblichen Geschößablagen führen. Die Geschößwindigkeit bei der Entwicklung des Flugkörpers liegt nun darin, ihn jederzeit während der gesamten Flugdauer sicher beeinflussen zu können. Das bedeutet, dass seine Flugbahn stabil und die Wiederbarkeit gegeben ist. Die Ruderkraftwirkung ist dabei der vorhandenen Stabilität anzupassen.

Die Gestaltung des Flugkörpers stößt auf erhebliche Schwierigkeiten, da während des Fluges sowohl Unterschall als auch Überschallgeschwindigkeiten erreicht werden. Dies bedeutet, dass nicht allein die allgemein bekannten Gesetze der klassischen Aerodynamik, die nur für inkompressible Strömungen gelten, zur Anwendung kommen, sondern dass auch die Rechenmethoden der Aerodynamik für kompressible Medien herangezogen werden. Leider stehen dabei die Bedingungen nicht

FR 53.012

immer im Hinblick sondern widersprechen sich oft.
 Für die Bestimmung der Tragflächengröße wird als die Gesetze der Aerodynamik zugrunde zu legen, da bereits in einer Flughöhe von 1800 m die Schallgeschwindigkeit überschritten wird (s. Tablentabelle) und bis 12000 m die Fluggeschwindigkeit die Schallgeschwindigkeit nicht mehr unterschreitet. Die Machzahl, das ist das Verhältnis der Fluggeschwindigkeit zur Schallgeschwindigkeit, ist immer > 1. Nach dem Abbruch der Treibladung von 750 kg Gewicht beträgt das Fluggewicht 750 kg. Für ein lastvielfaches von 10 g zusätzlich im Kurvenflug 7500 kg aufzubringen. Wird angenommen, dass dieser Auftrieb bei einer Körpererstellung von 5⁰ zur Bahntangente erreicht wird, so ist lediglich die Wirksamkeit der Tragflächen bei der vorliegenden Fluggeschwindigkeit oder besser der Machzahl zu bestimmen. Wählt man aus der Tablentabelle den Wert bei Ma = 50 und mit V = 3610/s und $\rho = 1,215$ so errechnet sich die Wirksamkeit zu

$$\frac{dL}{dx} = \frac{1}{\sqrt{1-M^2}} \cdot 2 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot c_l \cdot dx$$

mit dem Staudruck

$$q = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 = 2765 \text{ kg/m}^2$$

ist nunmehr

$$L_{\text{tot}} = 2765 \cdot S$$

$$L_{\text{tot}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot c_l = 7500 \cdot S$$

Die gesamte tragende Fläche ist damit auf 7 m² auszurechnen. Sie wird aus Sicherheitsgründen auf 8 m² erhöht, falls der theoretische Wert von c_l praktisch nicht ganz erreicht wird. Die Anordnung der Tragflächen ist aus Zeichnung zu ersehen. Es wurde die bekannte Entenbauart gewählt, so dies aus aufbautechnischen Gründen am zweckmäßigsten erschien, außerdem sämtliche Flächen im positiven Sinne tragend wirken. An Leitwerk tritt somit kein Gesamtauftriebsungleich ein, der von der Haupttragfläche aufgebracht werden müsste. Nach dem vorliegenden Entwurf verteilt, dreht sich die Fläche wie folgt:

$$\frac{L_{\text{Haupttragfläche}}}{L_{\text{Gesamt}}} = \frac{7}{8} = 0,875$$

Der Flügelstiel ist so gewählt, daß kein Flügelabschnitt außerhalb des von der Körperpitze abgehenden Mach'schen Störkegels liegt. Auch ist die Flügelberechnung so gestaltet, dass der von den Flügelspitzen ausgehende Mach'sche Kegel den Flügel nicht mehr trifft und eine Herabsetzung der Wirksamkeit c_l verursacht. Diese würde praktisch einem Streckungsverlust gleichkommen, der

gemäß obiger Formel nicht vorhanden ist. Tragfläche und Leitwerk arbeiten daher mit gleichem ca.

Die Tragfläche ist unverwunden und besitzt ein Kreisbogenprofil von 10 % Dicke konstant über die Spannweite.

Der Geschosskörper, der die Brennkammer, die Steueraggregate und die Feuergeräte trägt, ist im Bereich der Flächen als tragend mit einbezogen. Die Stabilität des Flugkörpers muss im Gegensatz zu oben sowohl im unterkritischen als auch im oberkritischen Flugbereich gewährleistet sein. Statische Stabilität wird in beiden Fällen als notwendig erachtet, da man hierdurch die Steuerung erheblich entlastet und das Ausbrechen des Körpers aus der vorgegebenen Flugbahn verhindert. Unter statischer Stabilität wird dabei die Eigenschaft verstanden, bei kleinen Auslenkungen aus der Gleichgewichtslage in diese selbständig zurückzukehren. Die ist eine notwendige Voraussetzung für die dynamische Stabilität, die besagt, dass die Rückkehr in die Ruhelage durch eine mehr oder weniger gedämpfte Schwingung erfolgt. Für das Momentengleichgewicht um die Körperquersache und damit auch um die Hochachse gilt die Beziehung

$$L_{\text{St}} - L_{\text{Dreh}} = 0$$

Hierin ist

- L_{St} - Stabilitätsmoment in hoch über der Schwerachse
- L_{Dreh} - Drehmoment in hoch über der Schwerachse
- L_{Dreh} - Drehmoment in hoch über der Schwerachse
- L_{Dreh} - Drehmoment in hoch über der Schwerachse
- L_{Dreh} - Drehmoment in hoch über der Schwerachse
- L_{Dreh} - Drehmoment in hoch über der Schwerachse
- L_{Dreh} - Drehmoment in hoch über der Schwerachse

Die Momentenbeziehung ist so zu bestimmen, daß tatsächlich eine rückführende Richtkraft bei gleicher Beschleunigung auftritt, d.h. der Neutralpunkt des Körpers muss hinter dem Schwerpunkt liegen. Die Hinterlage des Neutralpunktes ist durch die Größe

$$\frac{L_{\text{St}}}{L_{\text{Dreh}}} = \dots$$

gegeben. Sie richtet sich in ihrer Größe nach der vorhandenen
Büderwirksamkeit, da je bei Vollruderschlag die Körper-
anstellung 5° betragen soll. Der auf den Flügelschwer-
punkt bezogene Gesamtmomentenbeiwert m setzt sich folgender-
maßen zusammen.

$$m = m_{10} + m_{11} + m_{12} + m_{13}$$

Die Berechnung dieser Momente ist nunmehr entscheidend
abhängig von der Lage der einzelnen Druckmittel. Üblicher-
weise ist die Druckpunktlage bei 25 % der mittleren Flügel-
länge anzunehmen, mit x_{11} bei $\frac{1}{2}$ oberhalb der Symmetrie-
ebene bei elliptischen Flügelcurven. Dies trifft jedoch nicht
mehr zu bei Flügeln mit einer Streckung $\lambda > 1$ zu.

Dem Verfasser ist bekannt, dass bei Rechteckflügeln mit ab-
nehmender Streckung eine Vorwanderung erfolgt, beim Über-
gang zum elliptischen Flügel jedoch ein Rückwanderung bis
hintritt. Der Hauptablenkfluss macht sich eben-
falls durch eine starke Rückwanderung bemerkbar, wobei bei
Machzahlen < 1 die Rückwanderung mit zunehmender Machzahl
bis auf 0,7 - 0,8 konstant. Für Machzahlen > 1 ist das Druck-
mittel bei 0,5 der Flügelhöhe anzusetzen. Diese Darstellung
lässt erwarten, dass sowohl im unterkritischen als auch im
oberkritischen flugzustand etwa gleichgroße statische
Stabilität zu erwarten ist. Hierbei ist jedoch die Voraus-
setzung einer zulässigen Schwerpunktwanderung von $< 5 \% l$
zu machen. Eine erhebliche Schwerpunktwanderung ist aber
nach dem Abbrand des Pulvers zu erwarten, falls der Schwer-
punkt nicht in unmittelbarer Nähe des Gesamtchwerpunktes
liegt. Bei vorliegendem Entwurf ist es gelungen diese Vor-
aussetzung weitgehend zu erfüllen, indem auch die Nutzlast in
unmittelbarer Nähe neben dem Treibstoff untergebracht sind.
Als endgültige Momentenbeziehung ergibt sich die Gleichung

$$m = 0,0001 \cdot V^2 \cdot l^2 \cdot \lambda^2$$

Hierin ist

- l - Entfernung Druck-Mittel zum Flügelschwerpunkt - 0,25m
- λ - Streckung des Flügels - 1,2m
- V - Fluggeschwindigkeit - 150 m/s
- ρ - Luftdichte - 1,225 kg/m³
- S - Flügelfläche - 0,25m²

Mit den Zahlenwerten des Entwurfs ergibt dies in Überschall

$$C_{L, \text{max}} = 0,25 - 0,001 \cdot M^2$$

wobei der Wert für das instabile Moment des Rumpfes aus einer Messung entnommen ist. Es gilt jedoch für sehr kleine Mach-Zahlen. Es wird sich wahrscheinlich nicht besonders ändern. Wichtig ist es nunmehr noch, das Verhalten des Körpers kurz nach dem Start im unterkritischen Flugbereich zu untersuchen. Abgangsgeschwindigkeiten beim Verlassen des Katapultes werden dabei vorerst nicht angenommen. Nach den Ausführungen gelten dieselben Druckmittelpunkte. Es ändert sich somit nur die Flächenwirksamkeit $C_{L, \text{max}}$ die jetzt nicht mehr von der Machzahl sondern allein von der Streckung $A-f$ abhängt. Für Flügel kleiner Streckung $A-f$ im Bereich kleiner $C_{L, \text{max}}$ lässt sich leicht nach der Beziehung

$$C_{L, \text{max}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot \gamma}{23 \cdot A} \quad \gamma = \text{Anstellwinkel des Profils} \quad \textcircled{2}$$

bestimmen. Dabei bedeutet γ den Pfeilerwinkel des Flügels. Dies ergibt für den Tragflügel mit $\gamma = 4^\circ$

$$C_{L, \text{max}} = 0,17 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 0,25}{23 \cdot 1,5} = 0,30$$

Das Leitwerk hat den Wert bei $\gamma = 4^\circ$

$$C_{L, \text{max}} = 0,17 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 0,25}{23 \cdot 1,5} = 0,30$$

Die Stabilität beträgt somit

$$C_{L, \text{max}} = 0,17 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 0,25}{23 \cdot 1,5} = 0,30$$

Sie ist gegenüber dem Überschall geringer geworden. Sie wird jedoch in den ersten 10 sec. ausreichen, wenn im Notfall nachgesteuert werden kann. Inwieweit nicht mit zunehmender Machzahl die Wirksamkeit $C_{L, \text{max}}$ und der Druckpunkt näher sich nach der Flügelhinterkante. Wohl nicht auch das instabile Rumpfmoment $C_{M, \text{max}}$, inwieweit tritt aber eine Vergrößerung der Stabilität ein.

Zur Nachprüfung dieser Angaben ist eine Windkanalmessung dringend erforderlich.

Nachdem die Stabilität bekannt ist, kann auch die neue Gleichgewichtslage bei Federabdruck bestimmt werden. Zur Veranschaulichung kommt entweder ein Leitwerk mit Flasse und Kufen oder ein Unterkreuzer, der bei einer Breite von 5% der mittleren Leitwerkbreite an der Hinterkante schwingend angeordnet ist. Durch ihn wird bei Vollausschlag eine Anstellwinkeländerung

Zahlentabelle

t (sek)	v (m/s)	v ² (m/s) ²	M	M ²	g	h	q	$\sqrt{h^2 + q^2}$	ca' = $\frac{q}{\sqrt{h^2 + q^2}}$ Bogen Grad	ca' q
0	26,2	686	0,08	0,0064	0,125	0	43			
5	135,8	18430	0,4	0,16	0,123	253	1130			
10	256	65536	0,758	0,572	0,115	833	3760			
15	387	150000	1,16	1,342	0,105	1779	7880	0,585	6,84	0,119
20	500	250000	1,52	2,31	0,092	3107	11500	1,145	3,49	0,061
25	612	374544	1,90	3,61	0,0765	4805	14400	1,61	2,485	0,0435
30	733	537289	2,33	5,41	0,061	6910	16150	2,10	1,90	0,0332
35	867	750000	2,86	8,15	0,048	8890	17690	2,565	2,55	0,0444
40	1000	1000000	3,58	12,8	0,040	10313	19480	3,225	3,29	0,0672
45	1130	1276900	4,38	19,2	0,036	11046	20600	3,923	4,33	0,0752
50	1261	1588121	5,26	27,7	0,033	11794	21950	4,693	5,76	0,1005
55	1400	1960000	6,22	38,7	0,0316	12173	23250	5,55	8,00	0,14
60	1549,4	2400000	7,26	52,7		12326				

I. Introduction

The purpose of this report is to provide a comprehensive overview of the current state of the industry. This section discusses the various factors influencing the market, including economic conditions, technological advancements, and regulatory changes. The analysis is based on data collected from various sources, including government reports, industry publications, and direct observations. The findings indicate a steady growth in the sector, with significant challenges in certain areas that require further investigation and strategic planning.

II. Market Analysis

The market is characterized by a high degree of volatility and uncertainty. Key players in the industry are actively seeking to expand their market share through innovation and strategic alliances. The competitive landscape is becoming increasingly complex, with new entrants challenging established firms. The report identifies several key trends, including a shift towards digitalization and a focus on sustainability. These trends are expected to shape the industry's future trajectory. The analysis also highlights the need for robust risk management strategies to navigate the uncertainties inherent in the market.

III.

In conclusion, the industry is facing a period of significant change and opportunity. The findings of this report suggest that a proactive and adaptive approach is essential for long-term success. The data presented here provides a solid foundation for decision-making and strategic planning. It is recommended that stakeholders closely monitor market developments and be prepared to respond to emerging challenges and opportunities. The report concludes with a call to action for industry leaders to embrace innovation and collaboration to drive the sector forward.

FR 33.016

- 2 -

$$v = v_0 (1 - \frac{y}{h}) \cdot v_0 \cdot \gamma_0 \quad [14]$$

$$F_2 = \frac{\rho}{2} v_0^2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 0,9^2 = 0,198 \rho v_0^2$$

Der Druckverteilungskoeffizient der Flüssigkeit ist $\mu = 0,9$. Das auf dem Empfängersegment F_2 wirkende Momentenelement dM_2 ist von der Gestalt:

$$dM_2 = \frac{1}{2} \rho v_0^2 \cdot y \cdot dy$$

abgetragen wird einer Fließgeschwindigkeit v für statische Flüssigkeit gleich die in Fließrichtung x aufgesetzt ist. Die Fließgeschwindigkeit v_0 in der Fließrichtung x entspricht also dem von bekannten Wert:

$$v_0 = \sqrt{2 \cdot x \cdot g \cdot \gamma_0} = 20,1 \cdot \sqrt{\gamma_0} \quad [15]$$

Der Druck p_2 liefert nach der Ausführung der letzten Gleichung des $\frac{dM_2}{dx}$ (Anfangs- und statisches Druckverhältnis Δp) die folgende Gleichung:

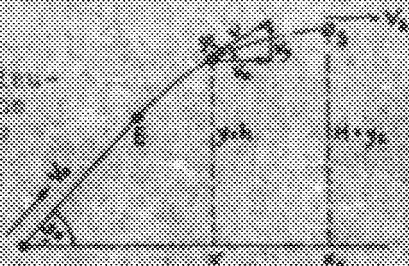
$$p_2 = p_0 + \Delta p = p_0 + \rho_2 (v_0 - v)^2 \quad [16]$$

oder mit dem Druckverteilungskoeffizient $\mu = \frac{v}{v_0} = 0,9$ es gilt:

$$p_2 = p_0 + 560 (1,0^2 - p_2^2) \quad [17]$$

IV. Die Differentialgleichung des von ρ_2 verursachten von ρ_2 abhängigen Verringerungs-Effekts

Ein der Geschwindigkeiten v und aus Bedingungungen μ resultiert ein statisches und dynamisches System der Differentialgleichungen für ρ_2 . Wegen des statischen Systems in der ersten Koordinaten-Richtung x u. $y = h$:



$$\left| \begin{aligned} \rho_2 - \rho_1 &= \frac{\rho_2}{\rho} \cdot \rho_2 - \frac{\rho_1}{\rho} \cdot \rho_1 = \frac{\rho_2^2 - \rho_1^2}{\rho} \quad (1) \\ \rho_2 - \rho_1 &= \frac{\rho_2}{\rho} \cdot \rho_2 - \frac{\rho_1}{\rho} \cdot \rho_1 = \frac{\rho_2^2 - \rho_1^2}{\rho} \quad (2) \end{aligned} \right.$$

oder die Bewegungsgleichung:

$$\rho_2 = \frac{d\rho_2}{dt} = \frac{\rho_2}{\rho} \cdot \rho_2 \quad (3)$$

$$\rho_2 = \frac{d\rho_2}{dt} = \frac{\rho_2}{\rho} \cdot \rho_2 - \rho \quad (4)$$

FR 33.016

Beste der Vorgesetzten der konstanten Teilung φ = ...
... (ähnliche Anzahl) sind ebenfalls ...

$$G_x(x) = G_{x0} + \cos \varphi_0 = 0,043 \cdot G_{x0}$$

$$G_y(y) = G_{y0} + \sin \varphi_0 = 0,755 \cdot G_{y0}$$

und die Komponenten der Luftdruckkraft

$$F_x(x,y,z) = F(x,y,z) \cdot \cos \varphi$$

$$F_y(x,y,z) = F(x,y,z) \cdot \sin \varphi$$

$$\varphi = \frac{y}{x}$$

Der zeitlich veränderliche Gewicht G_0 des Flugkörpers ist gegeben durch die Beziehungen:

$$\text{für } 0 \leq t \leq t_0 = 20 \text{ sec: } G_0 = G_{00} - G_{01} \cdot t, \quad G_{00} = 1200 - 25 \cdot t \text{ [kg]}$$

$$\text{für } t \geq t_0 = 20 \text{ sec: } G_0 = 750 \text{ kg} = \text{const.}$$

Infolge der nicht eintägigen Abhängigkeit des Gewichtes von der Höhe $y = z$, der Luftdichtungs ρ von einer empirischen $\rho_0(h)$ -Funktion und von Geschwindigkeit V und Höhe y , der Barometrischen $G_0(t)$ von der Zeit resultiert es natürlich nicht möglich, das exakte Problem der Differentialgleichungen exakt zu lösen. Die Lösung erfolgt numerisch durch die Methode der Anfangswerte x_0, y_0, z_0, φ_0 (z) eines beliebigen Zeitabschnittes $\Delta t = \delta$ und besteht aus dem sukzessiven Zerschneiden des Intervalls Δt in noch kleinere (mit abnehmender Zeit mit der steigenden Schrittweite Δt abnehmend) Teilintervalle Δt_i die mit den Gleichungen (1) und (2) lösen sich dann für die betrachtete Zeitintervalle Δt_i die sukzessiven Randbedingungen G_0 und G_{01} berücksichtigen sind in diskontinuierlicher Art und Weise durchgerechnet werden.

$$\begin{cases} \Delta x_2 = v_{x2} \cdot \Delta t \\ \Delta x_1 = v_{x1} \cdot \Delta t \end{cases}$$

und die Beziehungen

$$\begin{cases} \Delta z = v_{z2} \cdot \Delta t = (v_{z1} + \frac{1}{2} \Delta v_{z1}) \cdot \Delta t \\ \Delta y = v_{y2} \cdot \Delta t = (v_{y1} + \frac{1}{2} \Delta v_{y1}) \cdot \Delta t \end{cases}$$

Der Anfangswert des neuen, i-ten Zeitabschnittes resultiert aus dem aus

$$x_i = x_{i-1} + \Delta x_{i-1}, \quad y_i = y_{i-1} + \Delta y_{i-1}$$

$$z_i = z_{i-1} + \Delta z_{i-1}, \quad \varphi_i = \varphi_{i-1} + \Delta \varphi_{i-1}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

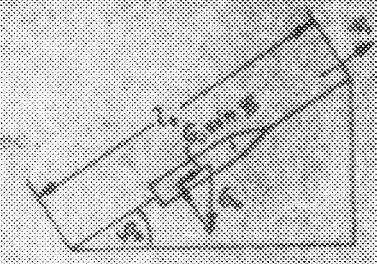
und die Teilgleichung $\varphi = \frac{y}{x}$

Die Bewegung des Körpers ist durch die Gleichung $\ddot{s} = g \sin \alpha$ beschrieben. Die Geschwindigkeit v ist die Ableitung der Strecke s nach der Zeit t . Die Beschleunigung a ist die Ableitung der Geschwindigkeit v nach der Zeit t .

V. Start in senkrechter Fall (Hohlröhre)

Der Körper m ist in der Höhe h über dem Boden. Die Anfangsgeschwindigkeit ist $v_0 = 0$. Die Beschleunigung ist $a = g$.

In der ersten Phase der Bewegung ist die Beschleunigung $a = g$. Die Geschwindigkeit v ist $v = gt$. Die Strecke s ist $s = \frac{1}{2}gt^2$.



Die Geschwindigkeit v ist die Ableitung der Strecke s nach der Zeit t . Die Beschleunigung a ist die Ableitung der Geschwindigkeit v nach der Zeit t . Die Geschwindigkeit v ist $v = gt$. Die Beschleunigung a ist $a = g$.

$$v = \sqrt{2gs} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,5} = 5,42 \text{ m/s}$$

Die Geschwindigkeit v ist die Ableitung der Strecke s nach der Zeit t . Die Beschleunigung a ist die Ableitung der Geschwindigkeit v nach der Zeit t .

$$v_x = v \cdot \sin \alpha = 5,42 \cdot 0,707 = 3,83 \text{ m/s}$$
$$v_y = v \cdot \cos \alpha = 5,42 \cdot 0,707 = 3,83 \text{ m/s}$$

VI. Die Flugbahn vom Anfangswinkel

Die Bewegung des Körpers ist durch die Gleichung $\ddot{s} = g \sin \alpha$ beschrieben. Die Geschwindigkeit v ist die Ableitung der Strecke s nach der Zeit t . Die Beschleunigung a ist die Ableitung der Geschwindigkeit v nach der Zeit t .

Die Geschwindigkeit v ist die Ableitung der Strecke s nach der Zeit t . Die Beschleunigung a ist die Ableitung der Geschwindigkeit v nach der Zeit t .

Die Geschwindigkeit v ist die Ableitung der Strecke s nach der Zeit t . Die Beschleunigung a ist die Ableitung der Geschwindigkeit v nach der Zeit t .

Die Geschwindigkeit v ist die Ableitung der Strecke s nach der Zeit t . Die Beschleunigung a ist die Ableitung der Geschwindigkeit v nach der Zeit t .

Die Geschwindigkeit v ist die Ableitung der Strecke s nach der Zeit t . Die Beschleunigung a ist die Ableitung der Geschwindigkeit v nach der Zeit t .

FR 3304

... (some text) ...

a) ... (some text) ...

... (some text) ...

... (some text) ...

... (some text) ...

... (some text) ...

... (some text) ...

... (some text) ...

... (some text) ...

... (some text) ...

... (some text) ...

... (some text) ...

... (some text) ...

$$\sqrt{1 + \frac{1}{4}} = \frac{5}{4} = 1.25 \quad \sqrt{1 + \frac{1}{4}} = 1.25$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$\varphi = \arccos \frac{1}{2} = 60^\circ$$

$$\sin \varphi = \sin 60^\circ = 0.866 \quad \cos \varphi = \cos 60^\circ = 0.5$$

$$\sin \varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = 30^\circ \quad \sin \varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = 30^\circ$$

$$\sqrt{1 + \frac{1}{4}} = \frac{5}{4} = 1.25 \quad \sqrt{1 + \frac{1}{4}} = 1.25$$

$$\sqrt{1 + \frac{1}{4}} = \frac{5}{4} = 1.25 \quad \sqrt{1 + \frac{1}{4}} = 1.25$$

a) ... (some text) ...

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

... (some text) ...

... (some text) ...

... (some text) ...

... (some text) ...

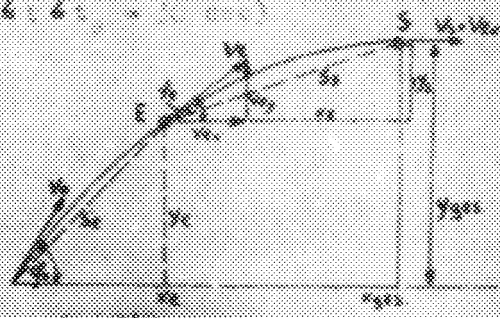
$$\sqrt{1 + \frac{1}{4}} = \frac{5}{4} = 1.25 \quad \sqrt{1 + \frac{1}{4}} = 1.25$$

... (some text) ...

... (some text) ...

... (some text) ...

FR 33.016



$$r = r_0(t) \cdot \frac{1}{2} \cdot v^2 \cdot Z_0 \quad [kg]$$

$$Z_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot S \cdot C_x = 3,14159 \cdot \rho \cdot v^2 \cdot S \cdot C_x$$

Der Luftdruckverteilung über die Flugfläche ist...
 Die mittlere Luftdruckverteilung mit Z_0 bezogene Mittelwert Z_0 ist
 von der Beziehung $Z_0 = \frac{1}{S} \int_{S_0} Z_0 dS_0$

$$Z_0 = \frac{1}{S} \int_{S_0} Z_0 dS_0$$

...
 Die mittlere Luftdruckverteilung mit Z_0 bezogene Mittelwert Z_0 ist
 von der Beziehung $Z_0 = \frac{1}{S} \int_{S_0} Z_0 dS_0$

$$Z_0 = \sqrt{1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{g} \cdot Z_0} = 1,01 \cdot \sqrt{Z_0} \quad [kg]$$

Der Luftdruck Z_0 ist von der Beziehung $Z_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot S \cdot C_x$
 mit $Z_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot S \cdot C_x$ der statischen Luftdruck Z_0 und
 errechnet sich aus

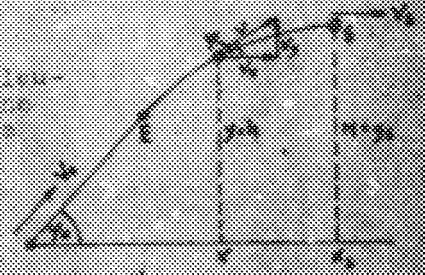
$$Z_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot S \cdot C_x = Z_0 \cdot (1,01 - Z_0) \quad [kg]$$

...
 ...

$$Z_0 = 1,01 \cdot \rho \cdot v^2 \cdot S \cdot C_x \cdot (1,01 - Z_0) \quad [kg]$$

IV. Die Differentialgleichungen des Bewegungsganges und ihre
 numerische Näherungslösung

...
 ...
 ...



$$\begin{cases} \dot{x}_0 = \frac{dx_0}{dt} = v \cdot \cos(\alpha) & (1) \\ \dot{y}_0 = \frac{dy_0}{dt} = v \cdot \sin(\alpha) & (2) \end{cases}$$

...
 ...

$$\begin{cases} \dot{v} = \frac{dv}{dt} = \dots & (3) \\ \dot{\alpha} = \frac{d\alpha}{dt} = \dots & (4) \end{cases}$$

FR 33.016

Das ist die Vorkomponente des konstanten Feldes $\vec{v} = \vec{v}_0$ (infolge Drift) eine kleine, die Schwingung \vec{v}_1

$$\vec{v}_x(t) = \vec{v}_0 + \cos \varphi_0 + 0,4 \cos \varphi_1$$

$$\vec{v}_y(t) = \vec{v}_0 + \sin \varphi_0 + 0,7 \sin \varphi_1$$

und die Komponenten des Differentialfeldes

$$\vec{v}_x'(y, \Delta) = \vec{v}_0'(y, \Delta) + \cos \varphi$$

$$\vec{v}_y'(y, \Delta) = \vec{v}_0'(y, \Delta) + \sin \varphi$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \frac{\vec{v}_1}{2}$$

Das zeitlich veränderliche Gesetz \vec{v}_1 des Fluges wird durch die Beziehung:

$$\text{für } \vec{v}_0 \approx \vec{v}_1 \approx \vec{v}_0 \text{ mit } \vec{v}_1 = \vec{v}_0 - \vec{v}_0 \text{ (für } \vec{v}_0 = 1000 - 1000 = 0 \text{ für } \vec{v}_0 = 1000 \text{)}$$

$$\text{für } \vec{v}_0 \approx \vec{v}_1 \approx \vec{v}_0 \text{ mit } \vec{v}_1 = \vec{v}_0 - \vec{v}_0 \text{ (für } \vec{v}_0 = 1000 \text{)}$$

Infolge der nicht einwertigen Abhängigkeit des Vektors \vec{v} von der Höhe $y = z$, des Luftwiderstandes \vec{v} von einer ungerichteten \vec{v} (Richtung und von Geschwindigkeit v und Höhe y , da \vec{v} ein Vektor $\vec{v}_1(t)$ von der Zeit t und von y nicht abhängt, da \vec{v}_1 ein Vektor \vec{v}_1 der Differentialgleichung durch die Lösung der Aufgabe zunächst bestimmt, mit der Anfangswerte $\vec{v}_0, \vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_3$ als einem beliebigen Zeitintervall $\Delta t = 9$ bzw. $\Delta t = 10$ während dieses Zeitintervalls als konstant angenommen werden (da Δt relativ klein zur Zeitdauer Δt und Δt relativ klein zur Zeitdauer Δt der Bewegung (1) und (2) ist) und dass für das beliebige Zeitintervall Δt die mittlere Geschwindigkeit \vec{v}_0 und \vec{v}_1 rechenbar sind die in diesem Intervall anliegen den Geschwindigkeiten

$$\begin{cases} \Delta \vec{v}_x = \vec{v}_x - \vec{v}_0 \\ \Delta \vec{v}_y = \vec{v}_y - \vec{v}_0 \end{cases}$$

und folglich:

$$\begin{cases} \Delta x = \vec{v}_x \cdot \Delta t = (\vec{v}_0 + \frac{1}{2} \Delta \vec{v}_x) \cdot \Delta t \\ \Delta y = \vec{v}_y \cdot \Delta t = (\vec{v}_0 + \frac{1}{2} \Delta \vec{v}_y) \cdot \Delta t \end{cases}$$

Die Anfangswerte \vec{v}_0 und \vec{v}_1 für \vec{v}_0 und \vec{v}_1 sind aus

$$\vec{v}_0 = \vec{v}_0 + \Delta \vec{v}_0 \quad \vec{v}_1 = \vec{v}_1 + \Delta \vec{v}_1$$

$$\vec{v}_0 = \vec{v}_0 + \Delta \vec{v}_0 \quad \vec{v}_1 = \vec{v}_1 + \Delta \vec{v}_1$$

$$\vec{v} = \sqrt{\vec{v}_0^2 + \vec{v}_1^2}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \frac{\vec{v}_1}{2}$$

Die Flugbahn des Projektils ist eine Parabel, die durch den Ursprung des Koordinatensystems $P(0,0)$ verläuft. Die Flugbahn ist durch die Gleichung $y = ax^2 + bx + c$ beschrieben, wobei a, b, c die Koeffizienten sind. Die Flugbahn ist durch die Gleichung $y = 0,005x^2 + 0,1x$ beschrieben. Die Flugbahn ist durch die Gleichung $y = 0,005x^2 + 0,1x$ beschrieben. Die Flugbahn ist durch die Gleichung $y = 0,005x^2 + 0,1x$ beschrieben.

7. Die Flugbahn des Projektils (fortgesetzt)

Der Winkel α ist die Neigungswinkel.

$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha = 25,2 \cdot \cos 30^\circ = 21,6 \text{ m/s}$

Die horizontale Komponente der Geschwindigkeit ist konstant.

Die vertikale Komponente der Geschwindigkeit ist durch $v_y = v_0 \cdot \sin \alpha$ gegeben.

$v_y = 25,2 \cdot \sin 30^\circ = 12,6 \text{ m/s}$

Die Flugbahn des Projektils ist durch die Gleichung $y = 0,005x^2 + 0,1x$ beschrieben. Die Flugbahn ist durch die Gleichung $y = 0,005x^2 + 0,1x$ beschrieben.

In der Gleichung $y = 0,005x^2 + 0,1x$ ist $y = 0$ die Lösung.

$x = \frac{-0,1 \pm \sqrt{0,1^2 - 4 \cdot 0,005 \cdot 0}}{2 \cdot 0,005} = 20 \text{ m}$

Die horizontale Reichweite ist $x = 20 \text{ m}$.

$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{21,6^2 + 12,6^2} = 25,2 \text{ m/s}$

Die vertikale Komponente dieser Geschwindigkeit ist $v_y = 12,6 \text{ m/s}$.

$v_{y1} = v_y \cdot \cos \alpha = 12,6 \cdot \cos 30^\circ = 10,8 \text{ m/s}$

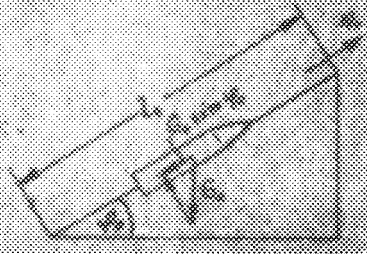
$v_{y2} = v_y \cdot \sin \alpha = 12,6 \cdot \sin 30^\circ = 6,3 \text{ m/s}$

8. Die Flugbahn des Projektils (fortgesetzt)

Die Flugbahn des Projektils ist durch die Gleichung $y = 0,005x^2 + 0,1x$ beschrieben. Die Flugbahn ist durch die Gleichung $y = 0,005x^2 + 0,1x$ beschrieben.

9. Die Flugbahn des Projektils (fortgesetzt)

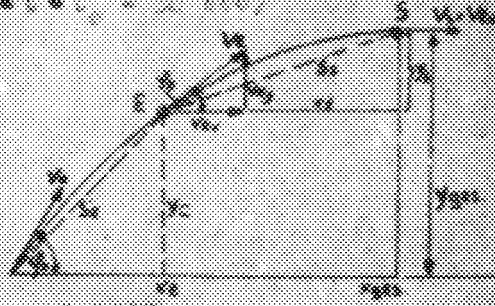
Die Flugbahn des Projektils ist durch die Gleichung $y = 0,005x^2 + 0,1x$ beschrieben. Die Flugbahn ist durch die Gleichung $y = 0,005x^2 + 0,1x$ beschrieben.



... (text partially obscured)

b) ... (text partially obscured)

... (text partially obscured)



$$v_{x0} = v_0 \cdot \cos \varphi_0 = 1715 \cdot 0,9923 = 1,712 \text{ m/sec}$$

(v_{x0} and v_{y0} are the initial velocity components along the x and y axes respectively, determined by the decomposition of the initial velocity v₀ into its components along the axes.)

$$v_{y0} = v_0 \cdot \sin \varphi_0 = 1715 \cdot 0,1343 = 230 \text{ m/sec}$$

$$v_{x1} = v_{x0} - g \cdot t_1 = 1,712 - 9,81 \cdot 0,01 = 1,614 \text{ m/sec}$$

$$v_{y1} = \sqrt{v_{x1}^2 + v_{y0}^2} = 1000 \cdot \sqrt{1,614^2 + 0,01^2} = 1000 \text{ m/sec}$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{v_{x1}}{v_{y1}} = \frac{1,614}{1000} = 0,0016$$

$$\varphi_1 = 90^\circ - 0,09^\circ$$

$$v_{x2} = v_{x1} - g \cdot t_2 = 1,614 - 9,81 \cdot 0,01 = 1,516 \text{ m/sec}$$

$$v_{y2} = v_{y0} - g \cdot t_2 = 230 - 9,81 \cdot 0,01 = 220,19 \text{ m/sec}$$

$$v_{y3} = \sqrt{v_{x2}^2 + v_{y2}^2} = 1000 \cdot \sqrt{1,516^2 + 0,01^2} = 1000 \text{ m/sec}$$

c) ... (text partially obscured)

$$\text{Horizontal velocity } v_x = \frac{1000}{0,01} = 100,000 \text{ m/sec}$$

$$\text{Vertical velocity } v_y = v_{y0} = 230 \text{ m/sec}$$

$$v_{x1} = v_x - g \cdot t_1 = 100,000 - 9,81 \cdot 0,01 = 99,990 \text{ m/sec}$$

$$v_{y1} = \sqrt{v_{x1}^2 + v_{y0}^2} = 1000 \cdot \sqrt{99,990^2 + 0,01^2} = 1000 \text{ m/sec}$$

$$v_{x2} = \sqrt{v_{x1}^2 + v_{y0}^2} = 1000 \cdot \sqrt{99,990^2 + 0,01^2} = 1000 \text{ m/sec}$$

d) ... (text partially obscured)

... (text partially obscured)

FR 33.016

$\lambda = 1, \mu = 1.7, \nu = 1.7$ (30) (30)
Spherical harmonics: $Y_{lm} = P_l^m(\cos \theta) e^{im\phi}$
where Y_{lm} are Y_l^m and P_l^m are the associated Legendre functions.
Spherical harmonics: $Y_{lm} = P_l^m(\cos \theta) e^{im\phi}$
where Y_{lm} are Y_l^m and P_l^m are the associated Legendre functions.
Spherical harmonics: $Y_{lm} = P_l^m(\cos \theta) e^{im\phi}$
where Y_{lm} are Y_l^m and P_l^m are the associated Legendre functions.

VII. Orthogonal Functions and the Expansion for $\psi = \psi(\theta, \phi)$

Since ψ is a scalar function, it can be expanded in terms of spherical harmonics. The expansion is given by

$$\psi(\theta, \phi) = \sum_{l,m} a_{lm} Y_{lm}(\theta, \phi)$$

where a_{lm} are the expansion coefficients. The orthogonality of the spherical harmonics is given by

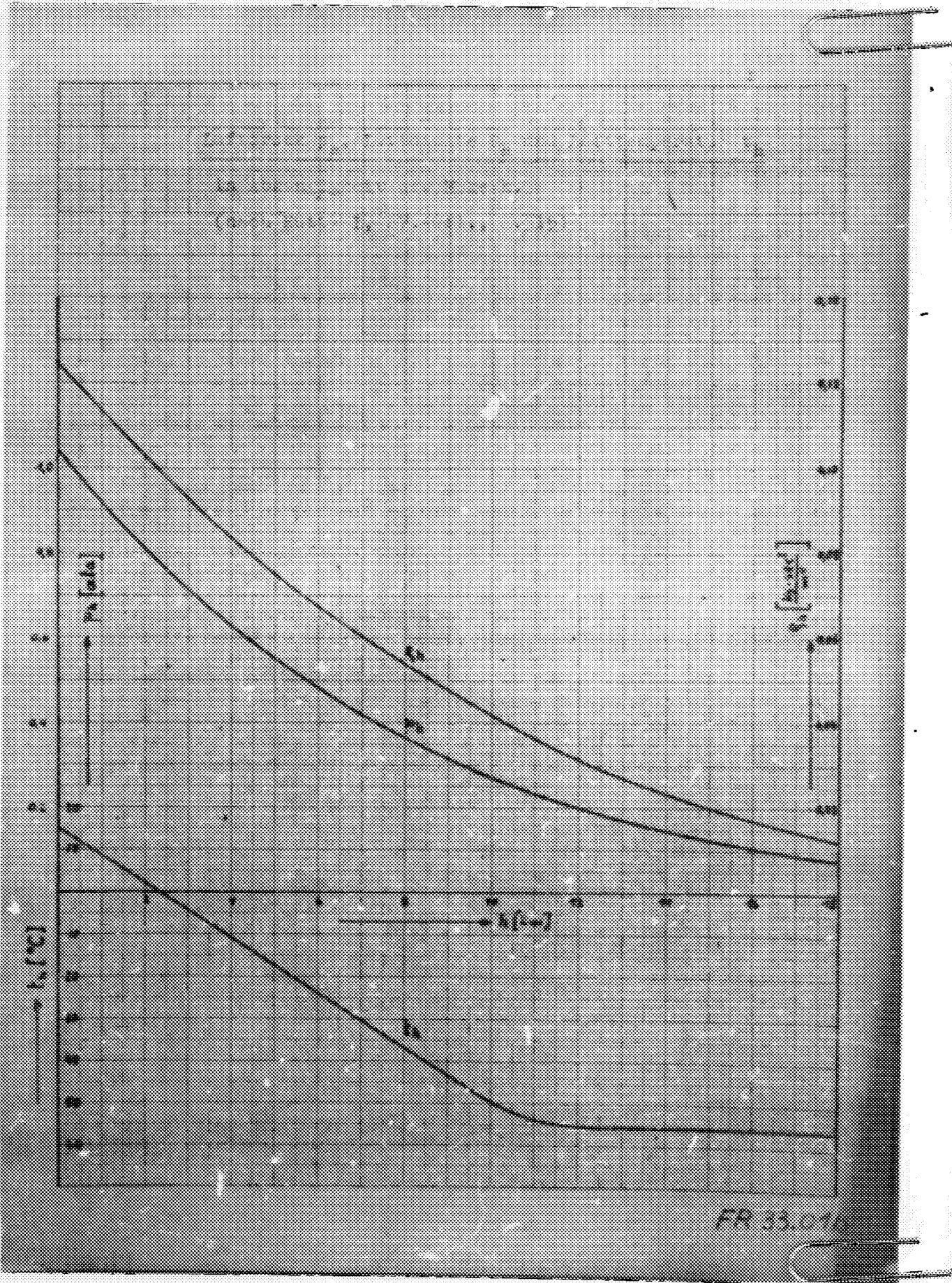
$$\int_0^{2\pi} \int_0^\pi Y_{lm} Y_{l'm'}^* \sin \theta d\theta d\phi = \delta_{ll'} \delta_{mm'} \frac{4\pi}{2l+1}$$

where $\delta_{ll'}$ and $\delta_{mm'}$ are the Kronecker delta functions.

$$a_{lm} = \frac{1}{4\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \psi Y_{lm}^* \sin \theta d\theta d\phi$$

where the integration is over the entire surface of the sphere.

$$a_{lm} = \frac{1}{4\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \psi Y_{lm}^* \sin \theta d\theta d\phi$$

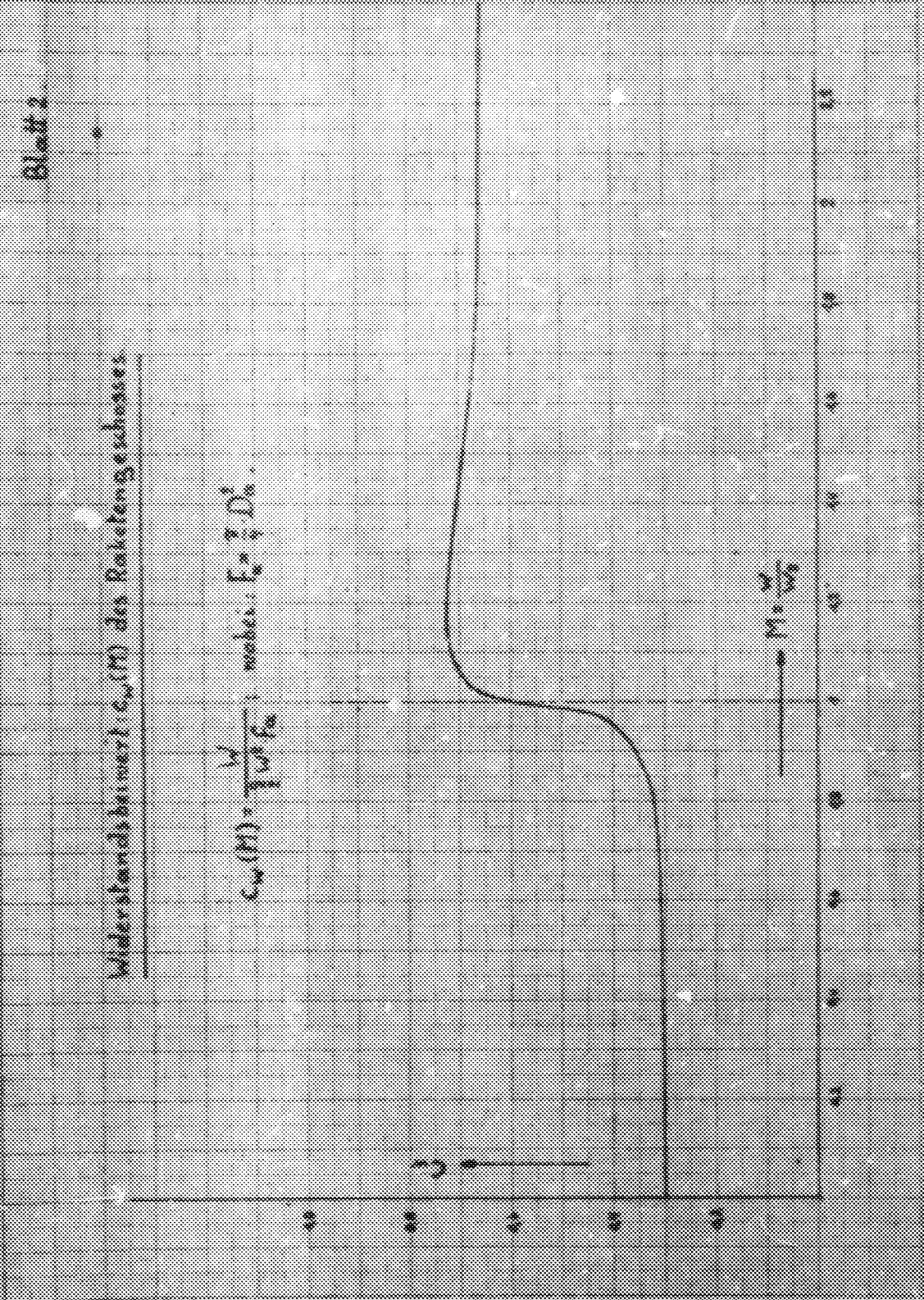


FR 33.016

Blatt 2

Widerstandsbeiwert $c_w(M)$ des Raketengeschosses

$$c_w(M) = \frac{W}{\frac{1}{2} \rho v^2 F_{ref}} \quad \text{wobei: } F_{ref} = \frac{1}{4} D_0^2$$

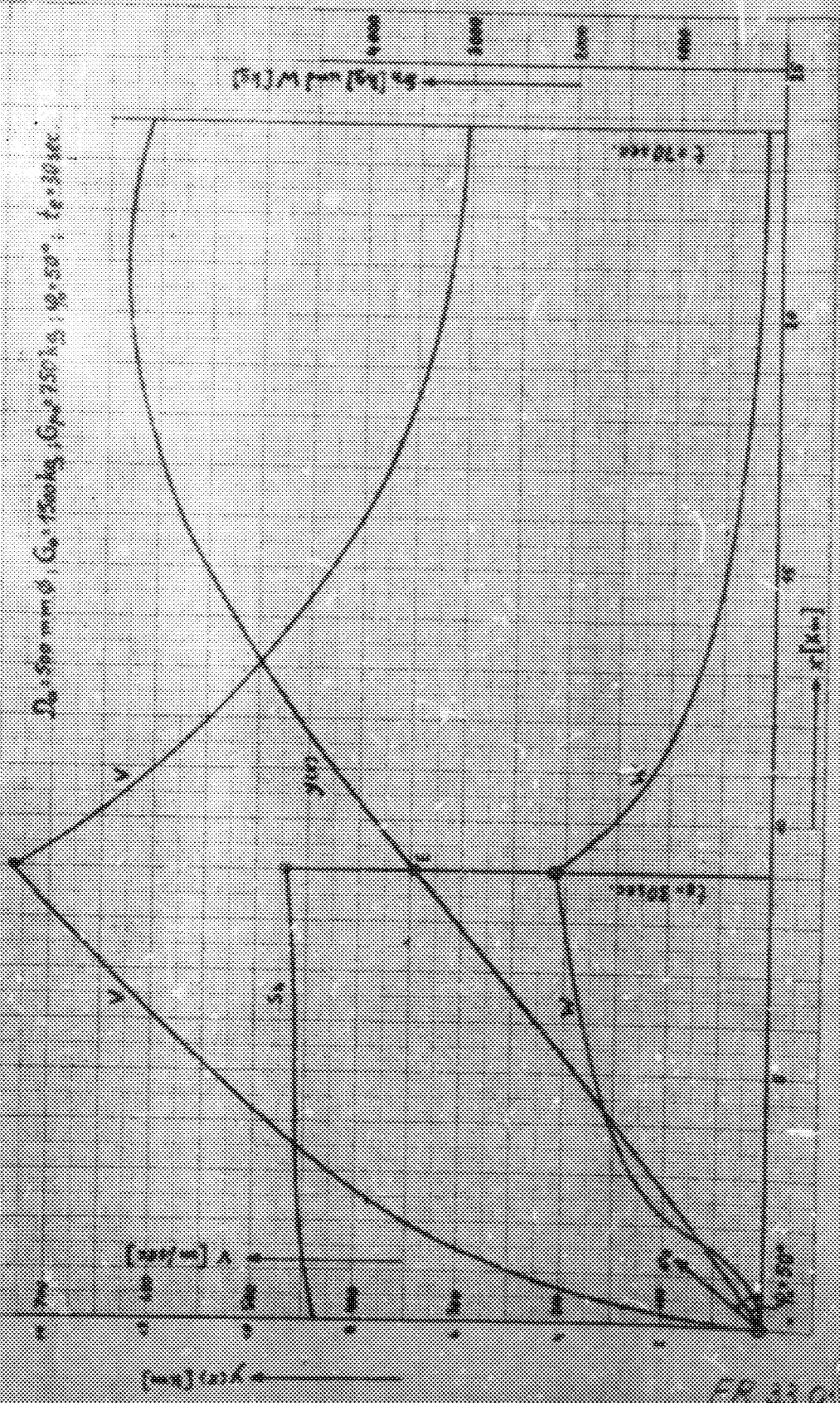


$M = \frac{v}{c_s}$

FR 33.01b

Flugbahnverl., Geschwindigkeitverl., Schubspann. u. Luftwiderstand d. Motor eines Raketenantriebs.

$R_0 = 500 \text{ mm}$, $G_0 = 1500 \text{ kg}$, $\beta_0 = 50^\circ$; $t_0 = 30 \text{ sec}$.



FR 33.016

Konstruktionsbeschreibung des Flaktypens

Die Rakete wird aus zwei Hauptteilen zusammengefasst: dem hinteren Teil, bestehend aus der Brennkammer mit den Tragflächen, und der Geschosspitze mit den Steuerflächen.

Die vier Tragflächen sind unmittelbar an dem Stabstiel des Triebwerks befestigt. Die Brennkammer mit ihrer grossen Biege- und Verdrehbarkeitsfähigkeit wird zu einem wesentlichen und ausserordentlich stabilen Teil der Rakete herangezogen. Die Tragflächen haben ein vorn und hinten absteigendes, aus zwei Kreisbögen gebildetes, w-förmiges Profil; sie wird um 3° antriebsgesteuert, um den Drehmomenten von ca. 4 Umdr./sec zu erzielen.

In den Flügeln flucht an der Brennkammer sind je 15 Stück 4 kg-Sprengladung (FR 33.02) in ihre weite SA-Führungsröhren zu 15 Stück gefächelt angeordnet. Die Austrittsöffnungen dieser Sprengladung sind durch eine der Flügelform angepasste Kappe abgedeckt, die bei der Zündung der Sprengladung abgeworfen wird.

Die Geschosspitze ist als Rohr, mit Längssegmenten versehen, ausgebildet und an Boden der Brennkammer befestigt. In dem Rohr vor der Brennkammer sind die elektrischen Geräte, der Steuerempfänger (FR 33.03), der Akkumulator und die Anodenkathode angeordnet. Davon liegt der Steuermechanismus zur Betätigung der Steuerflächen (FR 33.02). In der Spitze des Geschosses sitzt der Abstandsfinder (FR 33.01) mit Längs-Sender und Längs-Empfänger. Die beiden Empfängerpole (FR 33.06) für den Abstandsfinder sind in dem Spalt zwischen zwei gegenüberliegenden Steuerflächen angeordnet. Die vier Steuerflächen sind um 45° verschleift zu den vier Tragflächen angeordnet, sodass die Sprengladung zwischen den Steuerflächen ungewindert antreiben kann.

Der Aufbau der Rakete ist so vorgenommen worden, dass der Schwerpunkt der Treibladung fast genau mit dem Schwerpunkt des Geschosses fällt, sodass nach Abbrand des Treibstoffes die Lage des Geschosses in der Luftverweilzeit unverändert bleibt, was für die Flugstabilität und Steuerfähigkeit des Geschosses erforderlich ist. Zu diesem Zweck ist das Triebwerk, das den Hauptanteil des Gewichtes ausmacht, sehr niedrig und schalenförmig ausgebildet und soweit als möglich nach vorn gelagert und die Sprengladung, der schwerste Gewichtsteil, etwa in der Mitte der Brennkammer an diese herangearbeitet.

Die Sprengladung (FR 33.04) für den Steuerempfänger sitzt an der schrägen steilen Hinterkante einer Tragfläche.

Die Gewichte betragen im einzelnen:

1. Zelle	182 kg	3. Sprengladung	
a. Steuerempfänger		in Sprengknoten	
p-13	31 kg	mit 150 Sprengladung	150 kg
b. Steuerflächen	19 kg	4. Steuerung	13 kg
c. Tragflächen	132 kg	5. Motor und Abstandsfinder	11 kg
2. Triebwerk	1015 kg	6. Elektrische Geräte	27 kg
a. Treibstoffe	750 kg	Insgesamt	150 kg
b. Brennkammer	183 kg	Sprengladung	150 kg
c. Nase	30 kg	150 kg - 750 kg =	150 kg
d. Kapselung	52 kg		

Beschreibung des Treibwerks.
 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Zur Antrieb der Rakete ist ein Pulver-Treibwerk vorgesehen. Die Brennkammer ist ein zylindrisches Rohr von 500 mm Auswendurchmesser und ca. 3000 mm Länge und auf der einen Seite mit einem gestülpten Boden abgeschlossen. Innen ist die Brennkammer mit einer 10 mm starken Wärmisolation aus Isolierrascheln ausgekleidet, die den Stahlgewand vor unzulässig hoher Erwärmung beim Abbrand des Treibstoffs schützt. Der Treibstoff ist ein festes Pulver in einem Stück gegossener Rohrzylinder, der so geformt ist, dass seine Oberfläche während der gesamten Abbrandzeit konstant bleibt. Das Entweichen der Gase, die beim Abbrand der inneren Oberfläche des Rohrzylinders entstehen, ist ein Spalt zwischen Treibstoff und Brennkammer-Innenwand erforderlich. Hierzu sind in der Pulverkörner vermischte Stützringe mitlötlotformt, die den Treibstoff während des Abbrandes in einer zur Brennkammer konzentrischen Lage halten. Die gleichzeitig mit vermischter Isolierung ausgekleidet. Diese bildet den hinteren Abschluss der Brennkammer und wird nach dem Einbringen des Treibstoffes mit dem Stahlgewand der Brennkammer verschweißt.

4.12.1947

Prinzipien eines Hochdruckverspritz-
pulververfeinigungs- und vorgelegenen Fließsystems

I. Allgemeine Werte für die Triebkraft

Das Fließsystem eines Hochdruckverspritzpulververfeinigungs- und vorgelegenen Fließsystems (d.h. ohne Brennkammer und ohne Pulverleitrohr) besteht aus einem mit $v_0 = 300 \text{ m/s}$ beschleunigten Pulver aus der Pulverleitung, einem Zylinder und dem vorgelegenen Fließsystem als Einheit von $G_0 = 200 + 300 \text{ kg}$, so ist das Gewicht zu bestimmen, das das Pulververfeinigungs- und vorgelegenen Fließsystem

$$G_0 = G_f + G_b = 700 + 300 \text{ kg}$$

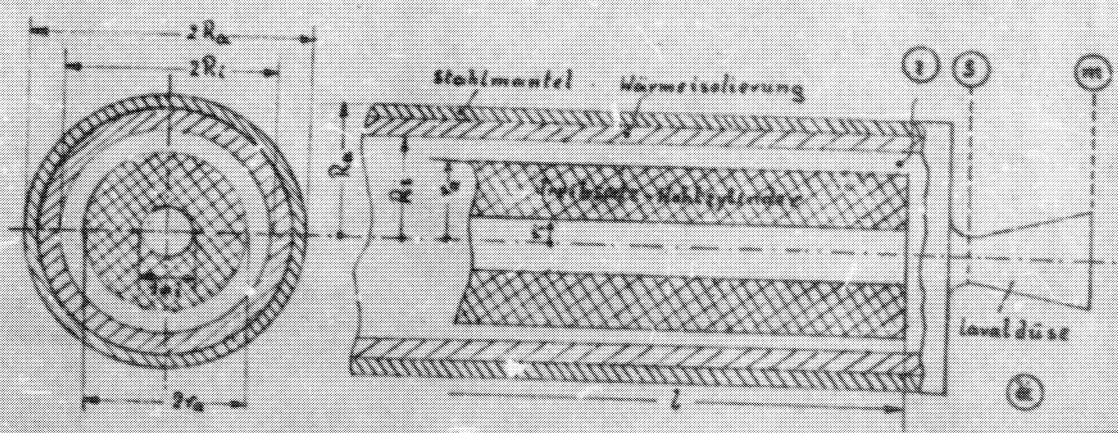
Es wird Fließgeschwindigkeit von $H = 10 \text{ km/h}$ und v_0 einer Fließgeschwindigkeit (Beschleunigung) von $L = 20 \text{ km/h}$ nach einer Beschleunigung von $v_0 = 300 \text{ m/s}$ bestimmt.

Das Fließsystem für das Fließsystem dient festes Pulver. Das Pulververfeinigungs- und vorgelegenen Fließsystem besteht folgende Vorteile:

- 1) Keine besonderen Lager-Einrichtungen für die verschiedenen Fließgeschwindigkeiten. Pulver-Verfahren und Verfeinungsverfahren sind identisch, es wird kein oder konstruktiver Aufwand.
- 2) Keine beweglichen Bauelemente (z.B. Ventile) oder Leckstellen (Lager oder Turbinen).
- 3) Keine Verschleißerscheinungen.
- 4) Keine besonderen Wartungsarbeiten (Start- und Stopprufen), da dieser Fließsysteme in der Haupt-Produktion enthalten ist.

Alle Fließsysteme sind konstruiert sind für den Betrieb durch Pulververfeinigungs- und vorgelegenen Fließsysteme konstruktiver Aufbau des Fließsystems, das es eine billige als Maschinenherstellung und - für Folge von ein- und zweifach zu sein, falls nicht beweglichen Teile - störungslos arbeiten des Fließsystems (z.B. Ventile).

II. Fließsystem



FR 33.01e

a) Symbole:

ρ [m/sec^2]: Beschleunigung; h [m]: Höhe; d [m]: Durchmesser;
 F [m^2]: Fläche; $g = \gamma, a$ [m/sec^2]: Erdbeschleunigung; l [m]: Länge;
 p [Pa]: Druck; s [cm]: Wandstärke; r [m]: Radius; t [$^{\circ}\text{C}$]: Temperatur;
 t [sec]: Zeit; v und w [m/sec]: Geschwindigkeit;
 x [m] oder [km]: waagerechte Koordinate der Flugbahn;
 y oder h [m] oder [km]: senkrechte Koordinate der Flugbahn

D [m]: Durchmesser; F [m^2]: Fläche; G [kg]: Gewicht;
 ρ_{sec} [kg/sec]: sekundliches Gewichtsgewicht; P [kg/m^2]: Druck;
 R [m]: Radius; R [m/V]: Widerstand der Verbrennungsgase;
 S [kg]: Feinab; T [$^{\circ}\text{K}$]: absolute Temperatur; V [m^3]: Volumen

$\alpha = \frac{G}{\rho \cdot V} \cdot T_1$ [sec^{-1}]: Abbrandkonstante des Pulvers

$\gamma = (\text{kg}/\text{m}^3)$: spezifisches Gewicht

$K = \frac{G}{G_0}$: Adiabaten - Exponent des Pulvergases

φ : Anlaufwinkel der Flugbahn gegenüber der Horizontalen

$\eta = \frac{v}{v_0}$: Abbreitungskoeffizient des Treibstoffes

$\eta_m = \frac{F_m}{F_0}$: Flächenverhältnis der Laval-Strecke

$w_m = \frac{v_m}{v_0}$: Geschwindigkeitsverhältnis der Laval-Strecke

$\xi = \frac{F}{F_1}$: Flächenverhältnis der Treibstoffes

$\lambda = \frac{l}{r_1}$: Längenverhältnis des Treibstoffes

b) Zeichen:

- 0: Zustand zur Zeit $t = 0$ (Start)
- 0: " " " " $t = t_0$ (nach der Abbrandzeit t_0 , Ende der Beschleunigung)
- 1: " " " " $t = t_0$ (am Gipfel der Flugbahn, am Ziel)
- i: Innen, oder Inneres der Rennkanal
- a: außen, oder äußere Atmosphäre (Umgebung der Welle)
- s: oberer Abschnitt der Laval-Luft
- m: Mischungsquerschnitt (Mischströmung) der Laval-Luft
- p: Pulver.

FR 33.01e

III. Allgemeine Vorbemerkung

Da weder das Pulvergewicht G_{p0} (und damit auch das Sprengenergiegewicht G_p und das Startgewicht G_0) noch der Aussendurchmesser D_a und die Abbrandzeit t_a des Treibsatzes und nicht einmal der Schub S_0 des Triebwerks bekannt sind, sondern nur die Verhältnisse zum Ziel (Effektivgewicht $G_e = 700 \times 1000$ kg, Flughöhe $H = 12$ km, Reichweite $L = 25$ km, Gipfelschwindigkeit $v_g = 500$ m/sec) vorgezeichnet sind, so führt die Aufgabe, die Hauptabmessungen eines Triebwerks mit diesen Leistungen zu bestimmen, nicht beim ersten Rechnungsgang zum Ziel.

Bei der Berechnung der Hauptabmessungen des Triebwerks muss zunächst das Pulvergewicht G_{p0} und der Aussendurchmesser D_a angenommen werden, womit dann auch nach Abschätzung des Gewichtes der Brennkammer das Startgewicht G_0 angenommen werden kann. Unter Berücksichtigung der Wandstärken (s_w und s_b) von Ofenmantel und Isolierung ergibt sich dann als dem Aussendurchmesser D_a der für die Triebwerksberechnung wichtige Innenradius R_i der Brennkammer.

Bei der Wahl der Abbrandzeit t_a des Pulvers und des Innenradius R_i der Brennkammer ist man an die aus der Theorie der Hohlzylinderpulverraketen abzuleitenden Bedingung gebunden:

$$\frac{t_a \cdot P_i}{R_i} \leq \frac{\gamma_p \cdot \gamma_p}{\alpha}$$

wo die Abbrandkonstante $\alpha = \frac{G_{psec}}{R_i \cdot P_i}$ [sec⁻¹]

und das spezifische Gewicht γ_p [kg/m³] des Treibsatzes durch die Wahl des Pulvers gegebene Größen sind, und die Abmessungsziffer

$$\gamma_p = \frac{v_{p0}}{R_i \cdot P_i} \quad \text{den Wert } 0,40$$

nicht überschreiten soll, damit die Dicke ($R_i - r_a$) des äußeren Ringmantels der Pulverkammer nicht zu klein wird.

Die Wahl der 3 wichtigen Triebwerksgrößen t_a , P_i und R_i soll im allgemeinen nach folgenden Gesichtspunkten erfolgen:

1) Die Abbrandzeit t_a soll möglichst groß sein, da sie dann - bei gegebenem Pulvergewicht G_{p0} - einen kleinen Schub S_0 , eine relativ kleine Geschwindigkeit und damit einen kleinen Luftwiderstand und eine große Reichweite und Flughöhe erzielt.

2) Der Brennkammer-Innendruck P_i darf im Interesse einer stabilen Verbrennung des Pulvers nicht zu klein sein, obwohl kleine Innen-drucke kleine Ofenwandstärken und damit geringere Brennkammergewichte bedingen.

3) Der Innenradius R_i oder der Aussendurchmesser D_a sollten möglichst klein sein, damit der äußere Luftwiderstand gering ist und ferner Ofenwandstärke und damit Brennkammergewicht gering sind.

Wie erwähnt, darf jedoch der Ausdruck $\frac{t_a \cdot P_i}{R_i}$ auf keinen Fall aus durch die Wahl des Pulvers zu erreichenden Zielwert $\frac{\gamma_p \cdot \gamma_p}{\alpha}$ überschreiten, sodass praktisch durch 2 gewählte Triebwerksgrößen (etwa R_i und P_i) die 3. Größe (t_a) bestimmt ist.

FR 13.07e

Nach diesen Angaben wird das Flugverhalten eines der vier Modelle des Typs 1000... (Text is very faint and partially illegible due to image quality)

Triebwerk- Nummer	G_0	G_1	D_0	ϵ_0	ϵ_1	H	L	v_0
	kg	kg	cm^2	cm^2	cm^2	cm	cm	m/sec
1	450	1050	800	24	45	6,77	13,4	702
2	750	1600	550	25	43	7,40	13,7	752
3	750	1500	500	15	40	14,5	7,5	705
4	750	1500	500	30	50	12,19	20,6	1005,0

- Zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse sind die folgenden Bemerkungen zu machen:
- 1) Je größer der Querschnitt D_0 , desto größer die Luftwiderstandskraft und desto größer die Flughöhe H , bei gleicher Leistung G_0 .
 - 2) Je größer die Abtriebsleistung G_0 , desto größer die Flughöhe H , bei gleichem Querschnitt D_0 . Bei gleichem G_0 steigt die Flughöhe H mit der Leistung G_0 überproportional an.
 - 3) Je größer die Abtriebsleistung G_0 , desto größer die Flughöhe H und desto größer die Reichweite L bei gleichem Querschnitt D_0 und gleicher Leistung G_0 . Bei gleicher Leistung G_0 steigt die Reichweite L mit der Leistung G_0 überproportional an.

Nach Vergleich der Triebwerke 1 mit Triebwerk 4 ergibt sich... (Text is very faint)

FR 33.01a

Vorkalibrierung... (text is very faint and partially illegible)

IV. Spezielle Daten des Triebwerks

Nach dem Vorstehenden... (text is very faint)

Leertgewicht: $G_0 = 770 \text{ kg}$

Startgewicht: $G_1 = 1500 \text{ kg}$

Startleistung (Nennleistung): $P_1 = P_2 = P_3 = 700 \text{ kW}$ (nach dem Polynom-Abstand)

Als Bezugsverhältnis: $\mu = \frac{G_0}{G_1} = \frac{770}{1500} = 0,513$

ausstrahlender: $D_1 = 300 \text{ mm}$

Als Abstand... (text is very faint)

$$D_2 = \frac{1}{2} D_1 - a_1 - a_2 = 150 - 10 - 10 = 130 \text{ mm}$$

Weiter ist... (text is very faint)

V. Wahl des Innendruckes p_1 und der Brenndauer t_b

Zur Realisierung... (text is very faint)

Spezifisches Gewicht des Treibstoffes: $\gamma = 1500 \text{ kg/m}^3$

Verbrennungstemperatur: $t_b = 2157^\circ\text{C} = 1884^\circ\text{K}$

Gaskonstante des Verbrennungsraumes: $R = 35,1 \text{ J/(kg}^\circ\text{K)}$

Adiabatenexponent: $\kappa = \frac{\gamma}{\gamma - 1} = 1,4$

Abstandskonstante $\alpha = \frac{R \cdot t_b}{\gamma \cdot (P_1 - P_2)} = 0,0740 \cdot 10^{-3} \text{ (s}^{-1}\text{)}$

Für die Zahl der Brennzündungen p_1 ist der Abstand t_1 nach
die im vorigen Abschnitt erhaltene Beziehung

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{1}{\psi_1} \cdot \psi_2 = \frac{t_2}{\psi_2}$$

oder $t_1 = t_2 \cdot \frac{\psi_1}{\psi_2} = \frac{0,1 \cdot 10^3 \cdot 0,225}{0,4} = 56$

zur Verfügung, so dass die Zündungsdichte $\psi = 0,4$ zu $0,225$ gewählt
wurde, damit der Wert ($t_1 = 56$) aus dem Abstand t_2 resultiert
wie $t_2 = 100$.

Der zu wählende Punkt p_1 soll im Interesse kleiner Geschwindigkeiten
einer geringeren Brennzündungsdichte sein sein, darf aber in
keiner Weise abstrahieren. In Silberverpackungen, nicht eines gewissen
Einkaufers unternehmen, andererseits soll die Abstrahlung t_1
- als Abstrahlung - erfinden - möglichst groß sein.
- die die der Druck $p_1 = 0,20$ ist gewählt, voraus dass die obige Be-
ziehung für die Substanz des Pulvers

$$t_1 = \frac{20}{0,4} = \frac{20}{0,4} = 50 \approx 30 \text{ sec}$$

Die die Brennzündung $t_1 = 30$ sec ist dann die Abstrahlungsdichte

$$\psi_1 = 0,40 \cdot \frac{30}{100} = 0,12 \text{ (statt } 0,40 \text{)}$$

VI. Berechnung der isothermischen Werte.

Wird die Temperatur in der Umgebung:

$$p_1 = 20 \text{ atm, } T_1 = 2127^\circ \text{C} = 2400^\circ \text{K}$$

$$T_1 = \frac{p_1}{\rho_1} = \frac{20 \cdot 10^5}{19,1 \cdot 10^3} = 1047 \text{ (kg/m}^3 \text{)}$$

Wird die Temperatur in der Umgebung T_2 :

$$T_2 = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot T_1 = 0,225 \cdot 2400 = 540 \text{ atm}$$

$$T_2 = \frac{p_2}{\rho_2} \cdot T_1 = \frac{0,2}{21,1} \cdot 2400 = 227^\circ \text{K} = 1040^\circ \text{C}$$

Wird die Temperatur in der Umgebung T_m :

$$T_m = T_1 = 2400 \text{ atm}$$

$$T_m = T_1 \cdot \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}} = \frac{2400}{0,225^{0,333}} = \frac{2400}{0,52} = 4615^\circ \text{K} = 4342^\circ \text{C}$$

Die isothermische Geschwindigkeit in einem bestimmten Punkt
ist durch die folgenden Formeln:

$$v_1 = \sqrt{\frac{p_1}{\rho_1} \cdot \gamma} = \sqrt{2 \cdot 10^5 \cdot \frac{1}{19,1} \cdot 1,4} = 100 \text{ m/s}$$

Mit dem Pulververfliehkoeffizienten $\varphi_A = 0,9$ ist dann die mittlere Schallgeschwindigkeit

$$v_{sA} = \varphi_A \cdot v_{s0} = 0,9 \cdot 972 = 875 \text{ m/sec.}$$

Aus dem Strömungsverhältnis

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{v_1}{v_2} = 10$$

und dem Adiabaten-Exponenten $\kappa = 1,2$ (s. 1.1) mit nach [1] S. 27, Auflage, Tafel 2, 2.508 für die Lavalströmung des Gasdynamischen Mittels

$$v_{s0} = \frac{v_{sA}}{\varphi_A} = 1,04 \quad \text{und}$$

der Querschnittsverhältnis $\varphi_A = \frac{v_1}{v_2} = 1,04$

Damit ergibt sich die kritische Querschnittsweite v_2 der Pulvergasströmung zur Schallgeschwindigkeit v_{sA}

$$v_2 = v_{sA} \cdot \varphi_A = 1,04 \cdot 875 = 910 \text{ m/sec.}$$

Ist der Pulvergeschwindigkeit v_1 und der Abstrahlzeit t_1 folgt das stündlich ausströmende Gasgewicht

$$G_{\text{Pulver}} = \frac{v_1}{v_2} \cdot G_{\text{Gas}} = \frac{10}{1,04} \cdot 20,8 \text{ kg/sec.}$$

Nach einer bekannten thermodynamischen Beziehung (s. 1.1, Seite 1, 2.52) ist dann der mittlere Querschnitt der Lavalströmung

$$F_2 = \frac{v_1}{v_2} \cdot F_1 \cdot \sqrt{\frac{\kappa - 1}{\kappa + 1}} \quad [\text{m}^2]$$

oder mit dem Pulverabstrahlzeit

$$\kappa = 1,2 \quad \varphi_{\text{mit}}(1,2) = 0,973 \quad \sqrt{\frac{\kappa - 1}{\kappa + 1}} = \sqrt{\frac{1,2 - 1}{1,2 + 1}} = 0,447 \quad [\text{m}^2]$$

$$F_2 = \frac{10 \cdot 60}{0,973 \cdot 0,447} = 1,01795 \text{ m}^2 = 10,18 \text{ dm}^2$$

oder $F_2 = 1,02 \text{ m}^2 \approx 10 \text{ dm}^2$

Der Pulvergeschwindigkeit v_2 ist dann

$$v_2 = \varphi_A \cdot v_1 = 0,973 \cdot 910 = 885 \text{ m/sec}$$

und der Pulvergeschwindigkeit

$$v_1 = 10 \cdot v_2 = 8850 \text{ m/sec}$$

VII. Berechnung des Lavalströmungsverhältnisses

Der mittlere Querschnitt F_2 entspricht dem Lavalströmungsverhältnis

$$\kappa = \frac{v_1}{v_2} \cdot \varphi_{\text{mit}} = \frac{8850}{885} = 10 \quad \varphi_{\text{mit}} = 0,973$$

Elektron folgt der Startbeschleunigung

$$a_0 = \frac{E}{m_0} \cdot g = \frac{200}{9.1 \cdot 10^{-31}} \cdot 1.5 = 2.31 \cdot 10^{10} \text{ m/sec}^2$$

VIII. Berechnung der Abmessungen des Kavitätsfeldes

des des Ringvolumens

$$V_{\text{Ring}} = \frac{V_0}{\epsilon} = \frac{200}{100} = 2.0 \text{ m}^3$$

Die der größten (inneren) Kavitätsfläche F_1 des Polkreis-Hohlzylinders

$$F_1 = \frac{V_{\text{Ring}}}{\lambda \cdot \epsilon} = \frac{2.0}{0.024 \cdot 10^{-2} \cdot 100} = 8.33 \text{ m}^2$$

entsprechend der Abmessungen

$$a = \frac{F_1}{2 \cdot \epsilon} = \frac{8.33}{2 \cdot 100} = 0.04165 \text{ m} \text{ (mit } \epsilon = 100)$$

Die Abmessungen a und b für F_1 und F_2 sind mit Bedingung

aus der Gleichung des des inneren und äußeren Kreises $a^2 + b^2 = r_1^2$ und $a^2 + b^2 = r_2^2$ zu berechnen. In der Hohlzylinder-Geometrie berechnen die Abmessungen a und b sind

$$a_1 = \frac{r_1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{1 - \epsilon} = a_2 = \sqrt{1.5 - 0.402^2} = 0.402 = 0.402 \text{ m}$$

$$a_2 = \frac{r_2}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{1 - \epsilon} = a_1 = \sqrt{0.7 - 0.402^2} = 0.402 = 0.402 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{1}{\epsilon} = \frac{1}{100} = 0.01 \text{ m} \text{ (mit } \epsilon = 100)$$

mit $\epsilon = 100$ m oder nach die standard Werte

$$a_1 = a_2 = a = 0.402 \cdot 100 = 40.2 \text{ m} = 40.2 \text{ m}$$

$$b_1 = b_2 = b = 0.402 \cdot 100 = 40.2 \text{ m} = 40.2 \text{ m}$$

$$l = \lambda \cdot \epsilon = 0.01 \cdot 100 = 1.0 \text{ m} = 1.0 \text{ m}$$

Resultat:

$$V_{\text{Ring}} = \pi (r_1^2 - r_2^2) \cdot l = \pi (0.15^2 - 0.07^2) \cdot 1.0 = 0.13 \text{ m}^3$$

$$F_1 = 2\pi (r_1 - r_2) \cdot l = 2\pi (0.15 - 0.07) \cdot 1.0 = 0.5 \text{ m}^2$$

FR 33.016

$$I_1 = \pi r_1^2 = \pi \cdot 4,5^2 = 63,6 \text{ cm}^2$$

$$I_2 = \pi (r_2^2 - r_1^2) = \pi (23,5^2 - 4,5^2) = \pi \cdot 53,0 = 166,5 \text{ cm}^2$$

($\approx I_1 = 53,0 \text{ cm}^2$)

Die Abweichung der definierten Masse $\rho = \frac{m}{V} = \frac{1000 \text{ g}}{1000 \text{ cm}^3} = 1000 \text{ g/cm}^3$

IX. Feststoff- und Flüssigkeitsmenge aus Messungen

als der bekannten Formel für die Berechnung der Dichte

$$\rho = \frac{m}{V}$$

folgt für $\rho_2 = 1000 \text{ g/cm}^3$ als Sanddichte

$$\rho = \frac{m}{V} = 0,9 \text{ cm} = 9 \text{ cm}$$

Diese ist die Dichte des Sandes

$$G_2 = \rho \cdot V_2 \cdot l = \rho \cdot I_2 \cdot l = \rho \cdot 166,5 \cdot 0,05 = 0,83 \cdot 5 = 4,15 \text{ kg}$$

Die Dichte des Wasser-Isotops ist $\rho_1 = 1,0 \text{ kg/cm}^3$
Wasserdichte $\rho_1 = 1000 \text{ g/cm}^3$

$$G_1 = \rho \cdot V_1 \cdot l = \rho_1 \cdot I_1 \cdot l = \rho_1 \cdot 63,6 \cdot 0,05 = 1,6 \cdot 5 = 8 \text{ kg}$$

FR 33.01e

Isolierung (Wärmschutz) der Brennkammerwandung

I) Allgemeines über die Wahl des Isoliersteines

Während der gesamten Flugzeit von $t = 50$ sec ist im Inneren der Brennkammer die Verbrennungstemperatur von $t_v = 2150^\circ\text{C}$ vorhanden. Da die Festigkeit des unter einem Innendruck von $p_v = 25$ bar stehenden eisernen Ofenmantels mit steigender Temperatur stark zurückgeht, so darf er im Interesse eines geringen Massenverhältnisses nur einen Bruchteil der Verbrennungstemperatur ausgesetzt werden.

Bei der Auswahl des zu verwendenden Hochtemperatur-Isoliersteines als Wärmeschutz des Ofenmantels ist neben der Feuerfestigkeit besonders Wert auf geringes spezifisches Gewicht (im Interesse eines geringen Massenverhältnisses) und geringe Wärmeleitfähigkeit zu legen. Als Isoliermaterial wird daher

Feuerfester Hochtemperatur-Isolierstein aus Mullit

mit den folgenden Eigenschaften gewählt:

- Zusammensetzung : ca 20% SiO_2 + ca 70% Al_2O_3
- Raumgewicht : $\gamma_v = 1200 \text{ kg/m}^3$
- Porenraum : ca 20%
- Wärmeleitfähigkeit : $\lambda_v = 0,35 \text{ kcal/m.h}^\circ\text{C}$

Übliche Verwendung: Isolierung für Hochtemperaturöfen und elektrische Öfen.

Bei einem Durchmesser der Brennkammer von $D_1 = 400$ mm, einer axialen Länge von $L = 2,2$ m und einer errechneten Mindeststärke des Isoliersteines von $s_{\text{min}} = 10$ mm ergibt sich mit dem Raumgewicht $\gamma_v = 1200 \text{ kg/m}^3$ ein Gewicht des Isolier-Ringmantels von

$$G_v = \pi \cdot D_1 \cdot L \cdot \gamma_v \cdot s_{\text{min}} = 0,45 \cdot 2,2 \cdot 0,01 \cdot 1200 = 11,88 \text{ kg.}$$

II) Daten zur Berechnung des Wärmeüberganges

a) Daten des Brennkammer-Innern

$$p_1 = 25 \text{ bar; } t_1 = 2150^\circ\text{C} = 2420^\circ\text{K}$$

$$\text{Gaskonstante } R = 35,1 \text{ m}^3/\text{kg}^\circ\text{K}$$

$$r_1 = \frac{p_1}{R \cdot T_1} = \frac{25 \cdot 100000}{35,1 \cdot 2420} = 2,93 \text{ kg/m}^3$$

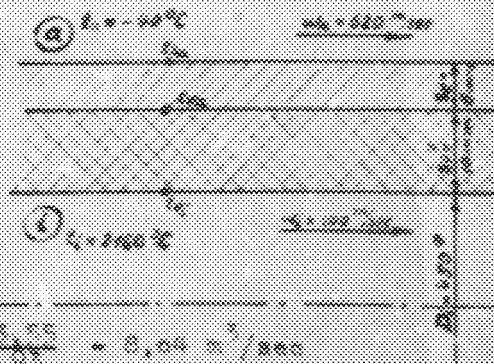
$$D_1 = 400 \text{ mm } \phi, L = 2,2 \text{ m;}$$

$$F_1 = \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2 = 0,1257 \text{ m}^2$$

$$G_{\text{pass}} = 23,75 \text{ kg/sec; } V_{\text{pass}} = \frac{G_{\text{pass}}}{r_1} = \frac{23,75}{2,93} = 8,11 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Mit einem während der ganzen Flugzeit - mittleren Brennkammer-Querschnitt von $F_1 = 0,08 \text{ m}^2$ ist dann die mittlere Geschwindigkeit v_1 in der Brennkammer

$$v_1 = \frac{V_{\text{pass}}}{F_1} = \frac{8,11}{0,08} = 101,4 \text{ m/sec.}$$



FR 35.014

2) Daten der Wandung:

- 1) Isolierstein Mullit $\delta_1 = 10 \text{ mm}$; $\lambda_1 = 0,55 \text{ kcal/m h } ^\circ\text{C}$
- 2) Rohrwand Stahl: $\delta_2 = 6 \text{ mm}$; $\lambda_2 = 45 \text{ kcal/m h } ^\circ\text{C}$

a) Daten der äußeren Strömung:

Mittlere Flughöhe $h = 8 \text{ km}$ mit
 $t_a = -37^\circ\text{C} = -40^\circ\text{C}$; $p_a = 0,25 \text{ ata}$; $\rho_a = \frac{1,293 \cdot 1000}{1,37 \cdot 244} = 0,513 \text{ kg/m}^3$

Mittlere Geschwindigkeit des Körpers während der gesamten Flugzeit:
 $v_m = \frac{1}{2} \cdot v_a = \frac{1}{2} \cdot (v_1 + v_2) = 0,75 \cdot (0,91875 + 0,777) = 0,75 \cdot 1,69575 = 1,2718125 \text{ m/sec.}$

III) Berechnung des stationären Wärmeübergangs:

A) Erste Durchrechnung mit angenommenen Innen- und Außenwand-Temperaturen t_{v1} und t_{v2} :

Angenommen: $t_{v1} = 1600^\circ\text{C}$; $t_{v2} = 340^\circ\text{C}$.

1) Innere Wärmeübergangszahl α_1
 Mittlere Grenzschichttemperatur: $t_{1a} = \frac{1}{2}(t_1 + t_{v1}) = \frac{1}{2}(2160 + 1600) = 1900^\circ\text{C}$.

Temperaturleitfähigkeit (nach Gröber, S. 250)

$$\kappa_1(1600^\circ\text{C}) = 0,796 + 3(0,796 - 0,542) = 0,796 + 0,762 = 1,558 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\kappa(25 \text{ ata}, 1900^\circ\text{C}) = \frac{\kappa_1}{\rho_1} = \frac{1,558}{0,513} = 0,623 \text{ m}^2/\text{s}$$

Pelet'sche Zahl

$$Pe = \frac{v_m \cdot l}{\kappa} = \frac{1,2718125 \cdot 2,2}{0,623} = 12,7 \cdot 10^6$$

$$\text{Wärmeleitzahl } \lambda(1900^\circ\text{C}) = 0,0601 + 3(0,0601 - 0,0515) = 0,0601 + 0,0258 = 0,0859 = 0,086$$

Wärmeübergangszahl:

$$\alpha_1 = 0,075 \cdot Pe^{0,75} \cdot \frac{\lambda}{l} = 0,075 \cdot (1270 \cdot 10^6)^{0,75} \cdot \frac{0,086}{2,2} = 0,075 \cdot (1000 \cdot 0,62 \cdot 31,62) \cdot \frac{0,086}{2,2} = 617 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h } ^\circ\text{C}$$

1) Bestimmung des mittleren Grenzwertes λ

Mittlere Grenzwerttemperatur $\lambda = \frac{1}{2} (t_1 + t_2) = \frac{1}{2} (20 + 180) = 100^\circ\text{C}$

$\lambda(100^\circ\text{C}) = 0,0007 \text{ kcal/m}^2\text{sec}^\circ\text{C}$

$\lambda(100^\circ\text{C}) = 0,0007 \text{ kcal/m}^2\text{sec}^\circ\text{C}$

$\lambda(100^\circ\text{C}) = \frac{2}{8} = \frac{0,0007}{8} = 8,75 \cdot 10^{-5} \text{ kcal/m}^2\text{sec}^\circ\text{C}$

$\lambda = \frac{2 \cdot 10^{-5} \cdot 100}{0,0007} = 2,86 \cdot 10^{-3} \text{ kcal/m}^2\text{sec}^\circ\text{C}$

$\lambda = 0,00286 \text{ kcal/m}^2\text{sec}^\circ\text{C}$

$\lambda = 0,00286 \text{ kcal/m}^2\text{sec}^\circ\text{C}$

2) Bestimmung des mittleren Grenzwertes λ

$$1 = \frac{1}{\alpha} + \frac{b}{\lambda} + \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha}$$

$$1 = \frac{1}{10} + \frac{0,0007}{\lambda} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{4}{10} + \frac{0,0007}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{0,0007}{1 - \frac{4}{10}} = 0,0007 \cdot \frac{10}{6} = 0,001167 \text{ kcal/m}^2\text{sec}^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 0,001167 \text{ kcal/m}^2\text{sec}^\circ\text{C}$$

3) Die Temperatur t_1

Temperatur der ...

$$\lambda = \frac{1}{\alpha} + \frac{b}{\lambda} + \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha}$$

$$\lambda = \frac{1}{10} + \frac{0,0007}{\lambda} + \frac{1}{10} = \frac{2}{10} + \frac{0,0007}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{0,0007}{\lambda - \frac{2}{10}} = \frac{0,0007 \cdot \lambda}{\lambda - 0,2}$$

$$\lambda^2 = \frac{0,0007 \cdot \lambda}{\lambda - 0,2}$$

$$\lambda^2 (\lambda - 0,2) = 0,0007 \cdot \lambda$$

$$\lambda^3 - 0,2 \lambda^2 = 0,0007 \lambda$$

- 8 -

B) Zweite Durchrechnung mit Berücksichtigung der Strahlung und mit denselben angenommenen Innen- und Außenwand-Temperaturen t_{y_1} u. t_{y_2}

Angenommen (wie Abschnitt A): $t_{y_1} = 1600^\circ\text{C}$; $t_{y_2} = 340^\circ\text{C}$

1) Innere W.U.Z. α_1

Wie in Abschnitt A: $\alpha_1 = 615 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

2) Äußere W.U.Z. α_2

W.U.Z. infolge Konvektion $\alpha_k = 195 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

W.U.Z. infolge Strahlung:

$$\alpha_s = \frac{\left(\frac{56}{100}\right)^2 \cdot \left(\frac{2160}{340}\right)^4 - \left(\frac{56}{100}\right)^2 \cdot 2,33^4}{2160 - 340} = \frac{6,13^4 - 2,33^4}{1820} = \frac{1415 - 30}{1820} = \frac{1385}{1820} = 0,76$$

Mit der Strahlungskonstante des Stahimentals $\epsilon = 3,42$ wird dann die W.U.Z. infolge Strahlung:

$$\alpha_s = \epsilon \cdot \beta = 3,42 \cdot 0,76 = 2,59 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

so daß die gesamte äußere W.U.Z.:

$$\alpha_2 = \alpha_k + \alpha_s = 195 + 2,59 = 197,59 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

3) Wärmedurchgangszahl k und stündlicher spezif. Wärmeverlust Q :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{615} + \frac{1}{100 \cdot 0,75} + \frac{1}{197,59} = \frac{1}{707}$$

$$= \frac{1}{100} (0,163 + 1,333 + 0,013 + 0,483) = \frac{2,479}{100}$$

$$k = \frac{100}{2,479} = 40,4 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$Q = k(t_1 - t_2) = 40,4(2160 + 40) = 8800 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

a) Die Temperaturen der Wandflächen

(Kontrolle der angenommenen Wandtemperaturen)

$$t_{y_1} = t_1 - \frac{Q}{\alpha_1} = 2160 - \frac{8800}{615} = 2160 - 143 = 2015^\circ\text{C}$$

$$t_{y_2} = t_2 + \frac{Q}{\alpha_2} = 340 + \frac{8800}{197,59} = 340 + 445 = 785^\circ\text{C}$$

$$t_{s_2} = t_{y_2} - 2 \cdot \frac{Q}{\lambda_s} = 785 - \frac{8800 \cdot 2}{1000 \cdot 0,75} = 785 - 23,5 = 761,5^\circ\text{C}$$

Probe: $t_{s_1} = t_s + \frac{Q}{W_1} = -40 + \frac{28800}{25} = -40 + 1152 = 1112 \text{ } ^\circ\text{C}$.

c) Dritte Durchrechnung mit Berücksichtigung der Strahlung
 mit neuen Werten von t_{s_1} u. t_{s_2} .

Der folgenden Rechnung werden jetzt die aus den beiden vorhergehenden Rechnungen ermittelten und gemessenen Wandtemperaturen

$t_{s_1} = 2000 \text{ } ^\circ\text{C}$ und $t_{s_2} = 400 \text{ } ^\circ\text{C}$
 zugrundegelegt.

1) Innere W.Z.Z. α_1

Mittl. Grenzschichttemperatur: $t_{s_1} = \frac{1}{2}(t_1 + t_{s_1}) = \frac{1}{2}(2150 + 2000) = 2100 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Wärmeleitfähigkeit nach Grober (B.250):

$\lambda(2100 \text{ } ^\circ\text{C}) = 0,0601 + 25 \cdot (0,0601 - 0,0549) = 0,0601 + 0,0280 = 0,0881 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

$\alpha_1(1150, 2100 \text{ } ^\circ\text{C}) = 0,75 \cdot 1 + 5,5(0,756 - 0,628) = 0,756 + 0,904 = 1,660 \text{ m}^2/\text{h}$

$\alpha(2500, 2100 \text{ } ^\circ\text{C}) = \frac{81}{0,1} = \frac{1,72}{0,25} = 0,00688 \text{ m}^2/\text{h}$

$Pe = \frac{v_1 \cdot l}{\alpha} = \frac{100 \cdot 3600 \cdot 2,2}{0,00688} = 11,5 \cdot 10^6 = 1150 \cdot 10^3$

Also innere W.Z.Z.

$\alpha_1 = 0,075 \cdot Pe^{0,75} \cdot \frac{\lambda}{l} = 0,075(1150 \cdot 10^3)^{0,75} \cdot \frac{0,0881}{2,2}$

$= 0,075 \cdot (18,22 \cdot 31,62 \cdot 1000) \cdot \frac{0,0881}{2,2} = 595 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

2) Äußere Wärmeübergangszahl α_2

a) Wärmeübergang durch Konvektion.

Mittlere Grenzschichttemperatur $t_{s_2} = \frac{1}{2}(t_2 + t_{s_2}) = \frac{1}{2}(-40 + 400) = 180 \text{ } ^\circ\text{C}$

$\lambda(180 \text{ } ^\circ\text{C}) = 0,0303 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

$\alpha_2(1150, 180 \text{ } ^\circ\text{C}) = 0,166 \text{ m}^2/\text{h}$

$\alpha(0,356 \text{ m}, 180 \text{ } ^\circ\text{C}) = \frac{81}{0,1} = \frac{0,166}{0,1} = 0,475 \text{ m}^2/\text{h}$

$Pe = \frac{v_2 \cdot l}{\alpha} = \frac{200 \cdot 3600 \cdot 1,2}{0,475} = 18,3 \cdot 10^6 = 1830 \cdot 10^3$

FR 35.011

also konvektive W.U.Z.

$$\alpha_k = 0,075 \cdot Pe^{0,75} \cdot \frac{\lambda}{l} = 0,075 (1030 \cdot 10^3)^{0,75} \cdot \frac{0,0761}{0,2}$$

$$= 0,075 (5,76 \cdot 31,62 \cdot 1000) \cdot \frac{0,0761}{0,2} = 187,5 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ \text{C}$$

3) W.Übergang durch Strahlung

$$\alpha_s = \frac{\left(\frac{T_{s,1}}{100}\right)^2 + \left(\frac{T_{s,2}}{100}\right)^2}{2} \cdot \frac{5,71 \cdot 10^{-8} \cdot \epsilon \cdot A_1}{100 + 2} = \frac{2010 \cdot 10}{100} = 20,1$$

Mit der Strahlungszahl des Stahlmantels von $\epsilon = 0,82$ wird dann die W.U.Z. α_s infolge Strahlung:

$$\alpha_s = 0,82 \cdot 20,1 = 16,5 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ \text{C}$$

4) Gesamte äußere W.U.Z. α_a

$$\alpha_a = \alpha_k + \alpha_s = 187,5 + 16,5 = 204,0 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ \text{C}$$

3) Wärmedurchgangszahl k und äquival. spezif. Widerstand Σ :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100 \cdot 0,75} + \frac{1}{204,0}$$

$$= \frac{1}{100} (0,100 + 1,333 + 0,490) = \frac{1,923}{100}$$

$$k = \frac{100}{1,923} = 52,0 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ \text{C}$$

$$Q = k(t_1 - t_2) = 52,0 (2160 - 40) = 10720 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$$

4) Die Temperaturen der Wandungen

(Kontrolle der angenommenen Wandtemperaturen)

$$t_{v,1} = t_1 - \frac{Q}{\alpha_1} = 2160 - \frac{10720}{100} = 2160 - 107,2 = 2052,8^\circ \text{C}$$

(statt oben angenommen $t_{v,1} = 2040^\circ \text{C}$)

$$t_{v,2} = t_{v,1} - Q \cdot \frac{1}{\lambda} = 2052,8 - \frac{10720 \cdot 1}{100 \cdot 0,75} = 2052,8 - 142,9 = 1909,9^\circ \text{C}$$

$$t_{s,2} = t_{v,2} - Q \cdot \frac{1}{\alpha_2} = 1909,9 - \frac{10720 \cdot 1}{204,0} = 1909,9 - 52,5 = 1857,4^\circ \text{C}$$

statt oben angenommen $t_{s,2} = 400^\circ \text{C}$)

$$\text{Probe: } t_{s,2} = t_{s,1} + \frac{Q}{\alpha_2} = 40 + \frac{10720}{204} = 40 + 52,5 = 192^\circ \text{C}$$

Die durch Strahlung übertragene relative Wärmemenge ist

$$\beta_s = \frac{16,5}{204} = \frac{16,5}{204} = 0,081 = 8,1\%$$

- 7 -

IV) Ergebnis der Berechnung.

Bei den angenommenen mittleren Temperatur- und Geschwindigkeitsverhältnissen schützt der 10 mm starke Isolierstein-Mantel den 8 mm starken Stahlmantel der Brennkammer davor, daß letzterer nur eine Temperatur von ca. 400 °C aufweist.

Nach Heiße I, 27. Aufl., S. 756 beträgt die Wurfestigkeit des Werkstoffes St 10.11 bei 400 °C: $R_r = 2800 \text{ kg/cm}^2$, so daß mit der früher angegebenen Zugbeanspruchung von $\sigma_z = 900 \text{ kg/cm}^2$ eine Sicherheit von $S = \frac{2800}{900} \approx 3$ vorhanden ist.

V) AnhangWärmeübergang der Brennkammer ohne Isolierung

Durch die folgende Rechnung soll die Frage geklärt werden, ob die niedrige Außentemperatur $t_a = -40 \text{ °C}$ und die hohe Geschwindigkeit $w = 520 \text{ m/sec}$ die eiserne Ofenwandung so weit kühlt, daß ihre Wurfestigkeit der Zugbeanspruchung des Innendruckes von 25 atm noch genügt.

A) Annähernde Berechnung der Wandtemperaturen

Mit den vorhergehenden Werten

$$\alpha_1 = 100 \text{ und } \alpha_2 = 200 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

ist die Wärmedurchgangszahl

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{100} + \frac{1}{200}} = \frac{200 \cdot 100}{300} = 150 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$Q = K(t_1 - t_2) = 150(2160 + 40) = 330000 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

Damit ist dann

$$\text{die Innenwandtemperatur } t_{w_1} = t_1 - \frac{Q}{\alpha_1} = 2160 - \frac{330000}{100} = 2160 - 3300 = 1860 \text{ °C}$$

und die Außentemperatur

$$t_{w_2} = t_2 + \frac{Q}{\alpha_2} = -40 + \frac{330000}{200} = -40 + 1650 = 1610 \text{ °C.}$$

B) Durchrechnung mit obigen Wandtemperaturen.

$$\text{angenommen: } t_{w_1} = t_{w_2} = 1610 \text{ °C}$$

1) Innere $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$

$$\text{Mittlere Grenzschichttemperatur } t_{1,2} = \frac{1}{2}(t_1 + t_{w_1}) = \frac{1}{2}(2160 + 1610) = 1900 \text{ °C.}$$

siehe wie in Abschnitt III, A, 1 S. 2

$$\alpha_1 = 415 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

- 8 -

2) Äußere W.U.Z. α_2 a) Konvektive W.U.Z. α_k Mittlere Grenzschichttemperatur $t_g = \frac{1}{2}(t_w + t_{\infty}) = \frac{1}{2}(-40 + 1640) = 800^\circ\text{C}$ $\lambda(800^\circ\text{C}) = 0,0549 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ $\alpha_r(t_w, 800^\circ\text{C}) = 0,623 \text{ m}^2/\text{h}$ $\alpha(0,35 t_w, 800^\circ\text{C}) = \frac{\alpha_r}{\beta_2} = \frac{0,623}{0,35} = 1,79 \text{ m}^2/\text{h}$ $Pe = \frac{v \cdot l}{\alpha} = \frac{620 \cdot 3600 \cdot 2,2}{1,79} = 2,74 \cdot 10^6 = 274 \cdot 10^3$ $\alpha_k = 0,075 \cdot Pe^{0,75} \frac{\lambda}{l} = 0,075 (274 \cdot 10^3)^{0,75} \frac{0,0549}{2} = 0,075 (12,0 \cdot 10^3)^{0,75} \frac{0,0549}{2} = 126,3 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ b) Strahlungs-W.U.Z. α_s $\beta_2 = \frac{(t_w/100)^4 - (t_\infty/100)^4}{t_w - t_\infty} = \frac{13,13^4 - 2,33^4}{1640 - 40} = \frac{124000 - 30}{1600} = 79,8$ $\alpha_s = \beta \cdot \sigma = 79,8 \cdot 3,42 = 273 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ c) äußere W.U.Z. $\alpha_2 = \alpha_k + \alpha_s = 126 + 273 = 399 \approx 400 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 3) Wärmedurchgangszahl k und stündl. spezif. Wärmeverlust Q $\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{615} + \frac{6}{1000 \cdot 45} + \frac{1}{400}$ $= \frac{1}{100} (0,163 + 0,013 + 0,25) = \frac{0,426}{100}$ $k = 235 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ $Q = k(t_1 - t_2) = 235(2160 + 40) = 516000 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 4) Berechnung der Wandtemperatur (Kontrolle der angenommenen Werte) $t_{w_1} = t_1 - \frac{Q}{\alpha_1} = 2160 - \frac{516000}{615} = 2160 - 840 = 1320^\circ\text{C}$ $t_{w_2} = t_2 + \frac{Q}{\alpha_2} = 40 + \frac{516000 \cdot 4}{1000 \cdot 45} = 40 + 456 = 496^\circ\text{C}$ Probe: $t_{w_2} = t_2 + \frac{Q}{\alpha_2} = 40 + \frac{516000}{400} = 40 + 1290 = 1330^\circ\text{C}$ (statt $t_{w_1} = t_{w_2} = 1640^\circ\text{C}$)

- 9 -

c) Neue Durchrechnung mit neuen Wandtemperaturen.

Da die Temperatur $t_{w_1} = 1250 < 1600^\circ\text{C}$, so ist α_1 und $\alpha_2 < 400$,
damit $\lambda = 235$, $\alpha = 16000$, und damit $t_{w_1} > 1320$;
Gewicht: $= 1440^\circ\text{C}$; $t_{w_2} = 1400^\circ\text{C}$;

1) innere W.U.Z.

$$t_{1,2} = \frac{1}{2}(2160 + 1440) = 1800^\circ\text{C}$$

$$\alpha_1(1800) = 0,796 + (0,796 - 0,628) = 0,796 + 0,168 = 0,964 \text{ kcal/m}^2/\text{h}$$

$$\alpha(25\text{ata}, 1800^\circ\text{C}) = \frac{1,468}{2,5} = 0,587 \text{ kcal/m}^2/\text{h}$$

$$\lambda(1800) = 0,061 + (0,061 - 0,0549) = 0,061 + 0,0061 = 0,0671 \text{ kcal/r}^2$$

$$F_0 = \frac{100 \cdot 3600 \cdot 2,2}{0,0671} = 13,5 \cdot 10^6 = 1350 \cdot 10^4$$

$$\alpha_1 = 0,075(1350 \cdot 10^4)^{0,75} \cdot \frac{0,0671}{2,2} = 0,075(17,02 \cdot 31,62 \cdot 1000) \cdot \frac{0,0671}{2,2}$$

$$= 614 \text{ kcal/m}^2/\text{h}^\circ\text{C}$$

2) äußere W.U.Z.

a) konvektive W.U.Z. α_k :

$$t_{w_2} = \frac{1}{2}(40 + 1400) = \frac{1440}{2} = 720^\circ\text{C}$$

$$\lambda(720^\circ\text{C}) = 0,052 \text{ kcal/m}^2/\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\alpha_2(720^\circ\text{C}) = 0,526 \text{ kcal/m}^2/\text{h}; \alpha(10,35\text{ata}, 720^\circ\text{C}) = \frac{2,526}{0,35} = 7,22 \text{ kcal/m}^2/\text{h}$$

$$F_0 = \frac{100 \cdot 3600 \cdot 2,2}{7,22} = 3,27 \cdot 10^6 = 327 \cdot 10^4$$

$$\alpha_k = 0,075(327 \cdot 10^4)^{0,75} \cdot \frac{0,052}{2,2} = 0,075(13,66 \cdot 5,62 \cdot 1000) \cdot \frac{0,052}{2,2}$$

$$= 133 \text{ kcal/m}^2/\text{h}^\circ\text{C}$$

b) Strahlungs-W.U.Z.

$$\beta = \frac{\frac{T_w/100)^4 - (T_u/100)^4}{T_w - T_u} = \frac{16,73^4 - 2,75^4}{1400 + 40} = \frac{78200 - 30}{1440} = 54,3$$

$$\alpha_s = 3,42 \cdot 54,3 = 186 \text{ kcal/m}^2/\text{h}^\circ\text{C}$$

c) äußere W.U.Z. α_2

$$\alpha_2 = \alpha_k + \alpha_s = 133 + 186 = 319 \text{ kcal/m}^2/\text{h}^\circ\text{C}$$

d) Wärmedurchgangszahl k und stündl. spezif. Wärmeverlust.

- 18 -

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{214} + \frac{6}{1000 \cdot 0,85} + \frac{1}{319} = \frac{1}{188} (0,533 + 0,013 + 0,314) = \frac{0,86}{100}$$

$$k = \frac{100}{0,86} = 204 \text{ kcal/m}^2 \text{ s}^\circ \text{C.}$$

$$q = 204(2160 - 40) = 442000 \text{ kcal/m}^2 \text{ s}$$

4) Berechnung und Kontrolle der entsprechenden Randtemperaturen:

$$t_{w_1} = t_1 - \frac{q}{\alpha_1} = 2160 - \frac{442000}{214} = 2160 - 2065 = 1495^\circ \text{C}$$

(statt angenommen 1440°C).

$$t_{w_2} = t_2 - \frac{q}{\alpha_2} = 40 - \frac{442000 \cdot 6}{1000 \cdot 0,85} = 40 - 300 = -260^\circ \text{C}$$

(statt angenommen: 1400°C)

$$\text{Probe: } t_{w_2} = t_2 + \frac{q}{\alpha_2} = -260 + \frac{442000}{319} = -260 + 1385 = 1125^\circ \text{C}$$

Die durch Strahlung übertragene relative Wärmemenge ist

$$q_s = \frac{q_{\text{Str}}}{q_{\text{Ges}}} = \frac{q}{\alpha_2} = \frac{186}{319} = 0,583$$

b) Ergebnis.

Die Berechnung des Wärmeübergangs an dem nicht isolierten Grenzmittel zeigt, daß letzterer trotz des kühlenden Einflusses der Wärmestrahlung noch die hohe Temperatur von $t_w = 1370^\circ \text{C}$ annimmt. Diese Temperatur liegt in der Höhe des Schmelzpunktes des Eisenstahles, so daß der Ofenmittel - besonders mit Rücksicht auf den Innendruck von $p_1 = 25 \text{ at}$ - unter allen Umständen isoliert werden muß.

c) Schlussbemerkung.

Die vorstehenden Berechnungen wurden für das Triebwerk Nr.1 ausgeführt, das - wie sich inzwischen herausgestellt hat - den verlässlichen Testdaten nicht entspricht. Das Triebwerk Nr.4, das alle verlässlichen Daten erfüllt, hat einen geringeren Mittelwertdruck von $p_1 = 20 \text{ at}$ (gegenüber bisher 25 at), einen inneren Querschnitt von

$$F_1 = \frac{\pi}{4} \cdot D_0^2 = \frac{\pi}{4} \cdot 0,47^2 = 0,174 \text{ m}^2$$

eine mittlere Geschwindigkeit von

$$v_1 = \frac{V_{\text{Ges}}}{F_1} = \frac{0,35 \text{ m}^3/\text{s}}{0,174} = 201 \text{ m/s} \text{ (gegenüber bisher}$$

100 m/s).

- 11 -

Da jedoch die innere Wärmeströmung α_i

$\alpha_i = \text{proportional}(w_i \rho_i)^{0,75}$ ist,

und das Nischen-Produkt

$$(w_i \rho_i) = 100,25 = 2500$$

fast gleich dem neuen Produkt

$$(w_i \rho_i) = 122,20 = 250 \text{ ist,}$$

so ist α_i in beiden Fällen praktisch gleich, umso mehr, als auch die Änderung der Länge von

$$L = 2,2 \text{ m auf } L = 3,03 \text{ m}$$

praktisch keinen Einfluss auf α_i und α_e ausübt,

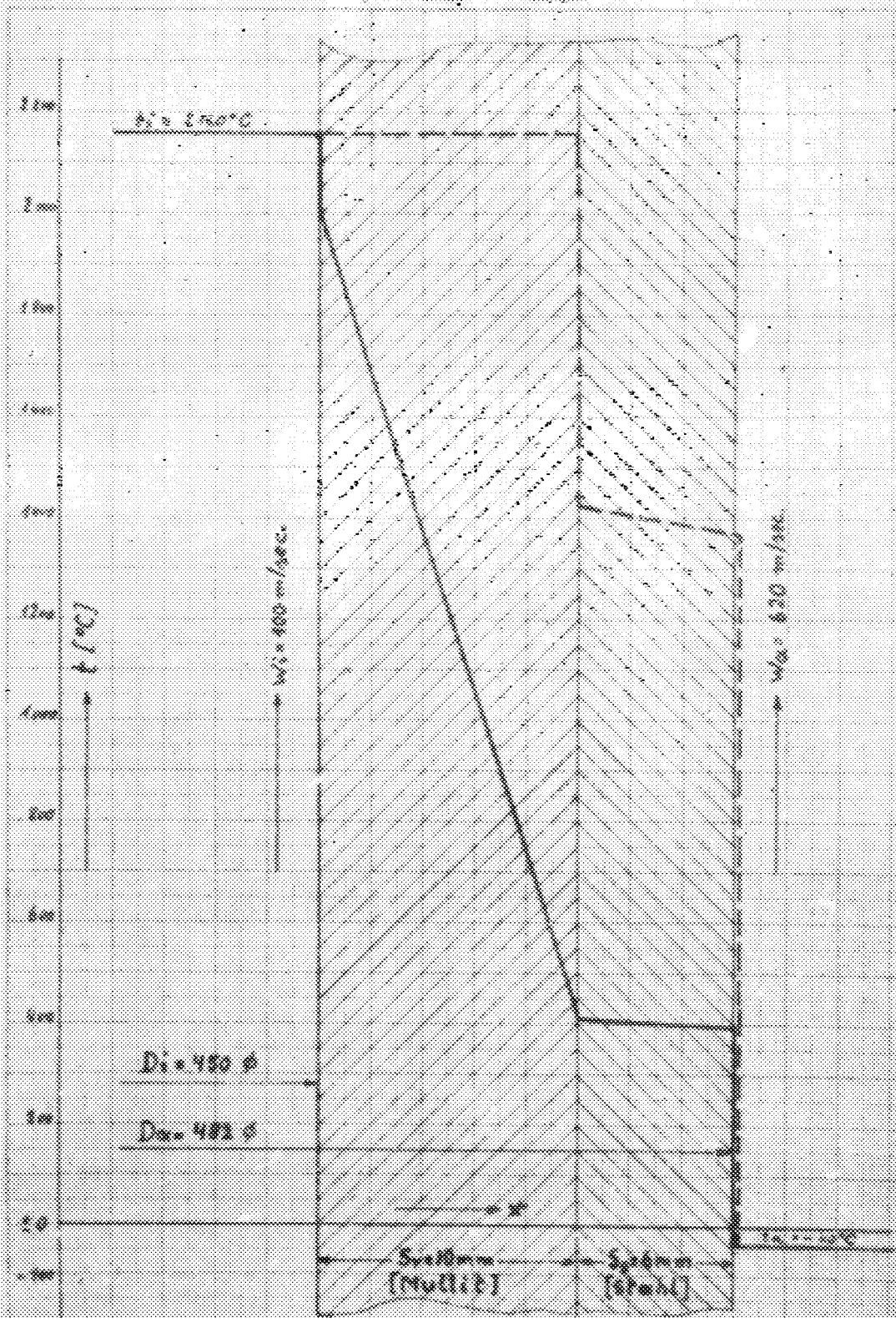
da

$$\alpha_e = \text{proportional } L^{-0,25}$$

Auch die Veränderung der Wandstärke s_w des Stahlmantels von 6 auf 5 mm spielt wegen der guten Leitfähigkeit des Stahls keine Rolle.

Da die äußere Geschwindigkeit praktisch gleich geblieben ist, ebenso wie auch die Wandstärke $s_w = 10$ mm der - dem Wärmedurchgang des Hauptwiderstand unterzusetzen - Isolation, so erhält man bei Berücksichtigung der vorgenommenen Extrapolation für die Stoffwerte und der vereinfachenden Annahmen für mittlere innere und äußere Geschwindigkeiten für beide Fälle praktisch denselben Nennwert hinsichtlich Wärmeverlust \dot{Q}_w und Temperaturen t .

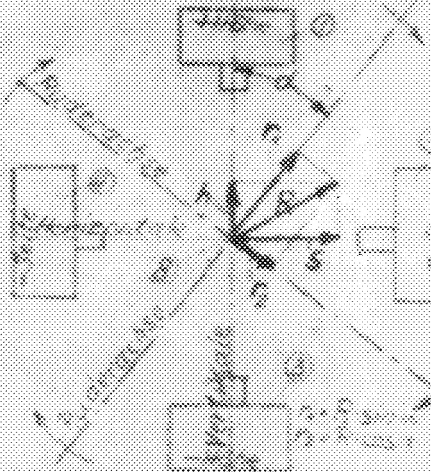
FR 23 011



FR 33.015

Beschreibung der Steuerung nach Leishag, FR 33.02

Während bei dem ersten Vorschlag der Raketensteuerung der ganze Vorderteil einschließlich der Ruder stabilisiert wird, sollen hier die Ruderflächen mit dem gesamten Flugkörper anheften. Damit entfällt die Unterteilung der Zelle in einen im Raume feststehenden und einen rotierenden Teil und damit der Aufwand eines Drehringes mit Kugellagern.



Stabilisiert werden nur noch die 4 Magnete (1) bis (4). Sie sind in einer runden Ironsal (17) so angeordnet, daß ihre Achsen ein rechtwinkliges Kreuz bilden, wobei in der horizontalen Ebene die Seiten-, in der vertikalen die Ness-Magnete liegen. Der Stabilisierungskreislauf sorgt dafür, daß die Schwenklage der 4 Magnete zum ruhenden Raume unverändert bleibt. Die Rakete dreht sich um die Symmetrieachse (3).

Der Steuervektor, eingegeben in den Impulsgeber als die Größe des Ausschlags des Steuerknüppels, wird entsprechend der ihm erteilten Richtung in Impulsgeber in 2 Komponenten, einen Ness- und einen Seitenteil zerlegt. Die Größen dieser beiden Vektoren werden dargestellt als die Differenzen von je 2 den Steuerkomponenten zugeordneten Impulszeiten. Diese Teilvektoren, die sich in der Rakete als die Differenzen der Hubzeiten zweier zugeordneter Magnete ausdrücken, sind mit n und e bezeichnet. n und e werden nun zu einem resultierenden Vektor R zusammengefasst. Das geschieht dadurch, daß die Hubbewegungen der 4 Magnete (1) bis (4) auf eine quadratische Platte (1) übertragen werden. Diese gleitet an ihren 4 Seiten in Führungen (5) und (7), die mit den Magneten verbunden sind.

-2-

In der Symmetrie- und Drehachse (3) liegt der mit der Platte (5) durch den Kugellager (9) verbundene und im Mittelpunkt (10) der Nutenachse (12) und (13) kardantisch bewegliche Nebel (11). Eine Auslenkung dieses Nebels (11) durch Verbiegung der Platte (5) wird wieder aufwärts auf die Nutenachsen (12) und (13) übertragen, und zwar bewirkt eine Schwenkung der Nebels (11) in der Zeichenebene nur eine Drehung der Nutenwelle (12), wobei der Gleitstein (14) in dem Nuten (15) sich schiebt, ohne diesen zu beeinflussen, während eine Schwenkung des Nebels (11) senkrecht zur Zeichenebene nur die Nutenwelle (13) bewegt, weil der Gleitstein (14) den Nuten (15) mitnimmt und der Nebel (11) um die Zapfen (16) schwenkt, dabei aber die Nutenwelle (13) nicht dreht. Also wird die in der Platte (5) zusammengefaßte Metallierende 2 wieder so wie sie: bei Drehung der Nutenwelle sinus-förmig verändernde Komponenten r_1 und r_2 (siehe Skizze) in den Nutenwellen (12) und (13) verleiht. Liegt z.B. eine Nutenachse in Richtung r_1 z. B. so erfüllt die dazu senkrechte Nutenwelle den vollen 2 entsprechenden Ausschlag, während die andere unbeeinflusst bleibt. Die Nuten sind also nicht mehr als Höhen- und Seitenruder anzusprechen, sondern sie erhalten ihren Höhen- und Seitenbezug je nach der Drehlage der Zapfen.

Zur Stabilisierung der Nutenachse ist die Trommel (17) mit dem Kreisrahmen (18) verbunden, der in dem Lagerblock (19) drehbar angeordnet ist. Vor dem Abschluß wird der Kreisrahmen (18) und damit die Trommel (17) mit dem Magnet durch einen Sperrstift (20) in der richtigen Lage festgehalten. Erst wenn der Kreis (21) auf vollen Touren läuft und der Abschluß erfolgt, wird die Nutenachse durch ein Polrad der Regelbohrer (22) in Drehrichtung verschieben und der Sperrstift (20) durch die Feder (23) außer Eingriff gebracht.

FR 11.02a

Steuerempfänger

1. Aufgabe.

Der Steuerempfänger hat die Aufgabe, die vom Botensender
 trichtern gesendeten Steuerimpulse zu empfangen und in Gleich-
 stromsteuerimpulse umzuwandeln. Der Botensender wird als
 ein Steuerimpulse der Frequenzen 18 und 25 kHz oder 12 und
 18 kHz abwechselnd moduliert, die erste Frequenzgruppe steu-
 ert die Richteinstellung des Flugkörpers, die zweite die Hö-
 henlage.

2. Elektrische Werte.

Empfangsfrequenz 500 kHz
 Empfindlichkeit 0,5 - 30 mV
 Leistungsaufnahme: Steuerung von 4 Gleichstromrelais nach
 Trennung der 4 Steuerfrequenzen.
 Stromversorgung: Heizung 2x5 Volt bei 1,5 A
 Anode 150 " - 25 mA
 200 " - 30 "

3. Verlaufbeschreibung.

Da die für die Demodulation erforderliche Vorverstärkung
 nicht bei der Empfangsfrequenz von 500 kHz selbst durchge-
 führt werden kann, muss das Prinzip des Superheterodyn
 werden. Die Zwischenfrequenz wurde mit 6 MHz festgelegt bei
 einer Bandbreite der Zwischenfrequenzfilter von ca. 100 kHz.
 Bei der Höhe der Zwischenfrequenz ist als Kompromiss zu
 schließen zwischen der Forderung, die Zwischenfrequenz mög-
 lichst hoch zu legen, damit sicher ein Mitschleichen des Oszil-
 lators durch die Empfangsfrequenz vermieden wird und bei
 mit steigender Zwischenfrequenz wachsender Zahl an Verstär-
 kern in IF-Verstärker. Die Bandbreite von 100 kHz ist
 notwendig, um bei kurzzeitigen Frequenzschwankungen des Bot-
 senders oder des Oszillators mit der Zwischenfrequenz
 im Durchlassbereich der Filter zu bleiben, ohne die Verstärkung
 für die Nachsteuerung der Frequenz im Botensender über

FR 33.03a

-2-

Empfänger angesprochen haben. Die Frequenznachsteuerung darf nur mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung geschehen, da sonst störende Regelschwingungen auftreten würden.

Die von der Kopflogelektrode von ca. viertel Wellenlänge aufgenommene Energie wird durch induktive Kopplung des Gitters der ersten Röhre, des Mischrohrs, zugeführt. Das gleiche Gitter wird die Oszillatordfrequenz induktiv eingekoppelt. Diese bei normalen Superhets nicht benutzte Schaltung muss benutzt werden, da für die hohe Frequenz von 900 MHz nur Trioden als Röhren zur Verfügung stehen. Der Oszillator ist in normaler ECK-Art geschaltet, wobei die Betriebsspannungen über sicherungsteilweise in Eigenregulierung liegende Drosseln zugeführt werden. Das der Oszillatordröhre parallel liegende Rohr dient der Frequenznachsteuerung, wie später beschrieben wird.

Der Zwischenfrequenzverstärker ist 3-stufig ausgeführt. Die Kopplung der Stufen von der Antenne der Mischröhre bis zum Gitter des letzten IF-Verstärkerrohrs erfolgt über Bandfilter, deren Schwingkreis in seiner Richtung auf die Demodulation durch den letzten Hochfrequenzkreis ausgeglichen wird. Die folgende Diodengleichrichtung liefert sowohl die hochfrequenten Steuerimpulse als auch die Vollbrückenversorgung, die den 3 IF-Verstärkerrohren und der ersten IF-Verstärkerdröhre zugeführt wird. Durch die Anwendung des Prinzips der Vorwärts- und Rückwärtsregelung gelingt es, im Bereich der Empfängerleistungsansprüche von 0,5 - 500 mW hinreichend konstante HF-Ausgangsspannungen zu erreichen.

Über ein Phasenelement wird von Induktivkreis des letzten IF-Verstärkerrohrs eine weitere Diodengleichrichterröhre gesteuert. Falls die in Mischrohr auftretende IF genau in Filtermitte liegt, bestehen an den Anoden der Gleichrichterröhre gleiche Spannungen der Zwischenfrequenz und gleiche Richtspannungen an ihren Kathodensiderständen mit entgegengesetzter Polung, die Summe der Richtspannungen ist also 0. Bei abweichender Zwischenfrequenz treten dagegen Differenzspannungen auf, die das Gitter der Röhre B steuern. Diese Steuerspannung beeinflusst den Gleichstromwertstand der Röhre, in Verbindung mit dem Vordröhrenband B.

FR 38.034

unterschiedlich die Anodenspannung des Oszillatortubes und damit die Frequenz des Oszillators, da die Frequenz eines Oszillators stark mit der Anodenspannung schwankt. Es wird also die Frequenzstabilität eines Oszillators zur Frequenzschaltung benötigt. Bei falscher Regelleitung sind die beiden Kathodenanschlüsse der Doppelschrichterröhre 200,7 zu tauschen. Von Bedeutung ist bei Anwendung dieses Verfahrens eine Konstanz der Netzfrequenz von 50 Hz zu fordern.

Zur Erzeugung der 4 Steuerfrequenzen werden im Ausgang des 4-Verstärkers 4 Bandfilter benötigt. Die Bandbreite der Filter ist so gelegt, dass die Sperrbandung der Nebenstellenfrequenzen gegen die Nutzstellenfrequenzen mit mindestens 4,3 Lager beträgt. Die Sperrbandung ist innerhalb der Seiten- oder Nebenstellenfrequenzen 100 bis 1000 Hz. Eine Selektion ist damit immer ausgeschlossen, so dass jede Steuerfrequenz über einen Gleichrichter in Drahtschaltung ein Relais gesteuert, das durch die Steuerfrequenz der Unterfrequenzen schaltet.

Bei der Konstruktion ist besonderer Wert darauf gelegt, daß alle Teile frei zugänglich sind. Die Filter für die 4 Steuerfrequenzen sind nachfolgenden Gleichrichtern und Relais bilden dabei einen Baustein, der unabhängig von eigentlichen Empfänger gefertigt und geprüft werden kann. Eine Änderung der Konstruktion wird erforderlich sein, wenn die zur Verfügung stehenden Bauteile, wie Spulen, Kondensatoren und Röhren zu stark von den bekannten abweichen. Eventuell ist sogar eine Änderung der elektrischen Werte erforderlich.

- Legende:
- Schalttafel **FR 33.03 b**
- Leitbildtafel **FR 33.03 c**
- Konstruktion **FR 33.03**

FR 33.03a

Abstandsmessgerät

A. Zusatz

Der Abstandsmesser wird eingesetzt, um bei den hohen Kosten der Rakete Fehlrisiko durch Tiefenstreuung zu vermeiden, da die angewandte Höhen- und Seitensteuerung vom Boden aus diese Fehlerquelle nicht vermeiden kann. Die Automatik bringt die Sprengladung der Rakete immer zur Explosion bei geringstem Abstand zum Ziel, vermeidet also die Explosion weit vor oder hinter dem Ziel, wie es bei den bisherigen Raketen der Fall ist.

Im vorliegenden Entwurf wird das Prinzip des hochfrequenten Abstandsmessens benutzt. Das der Messung des Abstandes Rakete-Behelfsfluggesetz entspricht Heppels Prinzip, bei dem in der Rakete unterbrochener kleiner Sender, welcher arbeitet nicht mit konstanter Sendefrequenz, sondern die Sendefrequenz schwenkt mit kontinuierlicher Geschwindigkeit zwischen 2 Grenzfrequenzen, die ist frequenzmoduliert. Der an Bord der Rakete vorhandene Empfänger nimmt an Eingang 2 verschiedene Frequenzen auf, nämlich die direkte augenblickliche Frequenz des Senders, zum anderen die von der Antenne angestrahelte und am Behelfsfluggesetz reflektierte Frequenz. Diese Frequenz ist jedoch wegen des schwebenden Zeitbedarfes der elektrischen Welle auf dem Wege Raketen-Sender-Behelfsfluggesetz-Raketenempfänger eine andere als die des Senders, da der Sender inzwischen seine Frequenz geändert hat. Die auftretende Frequenzdifferenz ist ein eindeutiges Maß für die Entfernung Rakete-Behelfsfluggesetz. Die physikalischen Zusammenhänge sind folgende: Die Zeit, die die elektrische Welle von der Rakete über die Reflexion am Behelfsfluggesetz zum Empfänger zurück braucht, ist gegeben durch

$$t = \frac{2s}{c}$$

wobei s der Abstand Sender-Reflexionsstelle und c die Geschwindigkeit der elektrischen Welle ist.

FR 33.05a

-2-

Andererseits ist die gleiche Zeit aus dem Modulationsdiagramm des Senders direkt ablesbar

$$t = \Delta f / \omega \Delta \omega \text{ wobei } \Delta f \text{ die Differenzfrequenz ist,} \\ \omega \text{ die Modulationsfrequenz,} \\ \Delta \omega \text{ der maximale Frequenzhub des Senders.}$$

Aus der Gleichsetzung dieser beiden Zeiten folgt sofort

$$\Delta f = \omega \Delta \omega / 75 \cdot 10^6 \text{ Hz, wenn } \omega \text{ in Kter eingesetzt wird.}$$

Durch geeignete Wahl von $\omega \Delta \omega$ hat man es in der Hand, geeignete Differenzfrequenzgebiete zu benutzen, in denen man mit nur geringen Störungen zu rechnen hat. Im Falle unseres Abstandsmeters entspricht der Entfernung $\omega = 50 \text{ m}$ die Differenzfrequenz von 15 kHz.

3. Wirkungsweise nach Schaltung.

Der Sender ist damit ein kleiner frequenzmodulierter Oszillatorsender. Die Frequenzmodulation des Senders wird durch einen motorangetriebenen Hobelkondensator erreicht. Über eine an der Spitze der Rakete angebrachte Stabantenne, die mit Sperrkopf ausgerichtet ist, um Rückwirkungen des Raketenkörpers auf das Strahlungsdiagramm zu vermeiden, wird die Sendeleistung nach vorn abgestrahlt. Die Schaltung des Senders ist im Prinzip einfach, beim Aufbau treten jedoch erhebliche Schwierigkeiten eines VLF-Senders auf. Die gewählte Art ist jedoch für ähnliche Zwecke mehrfach erprobt. Der Resonanzkreis wird aus der Schrenkapazität, einer Parallelstrahlleitung mit Belastung durch den Hobelkondensator gebildet. Die Zuführung der Betriebsspannungen erfolgt über näherungsweise in die gleiche Ebene liegende Sperrtransistoren.

Die Aufgabe des Empfängers ist nun, bei entsprechender Differenzfrequenz, also vorgeschriebenem Abstand Rakete - Feindflugzeug, die Zündung der Sprengladung auszulösen. Daher hat der Empfänger oberhalb dieser vorgeschriebenen Frequenz keine Hochfrequenzverstärkung. Beim Erreichen der Zielfrequenz steigt die Verstärkung sprunghaft auf das für die Bindungslösung erforderliche Maß an. Bei abnehmender Differenzfrequenz d.h. noch weiter abnehmendem Abstand Rakete - Feindflugzeug, soll die

FR 33.05a

-3-

Verstärkung quadratisch mit der Frequenz abnehmen, da die Spannung der reflektierten Welle quadratisch mit der Verminderung des Abstandes zunimmt. Diese Aufgabe wird mit folgenden elektrischen Mitteln gelöst:

Zwei der Stabilitätsröhrenflächen des Raketenleitwerkes tragen an ihren Enden je eine Dipolantenne. In den angeschlossenen Kristall-Gleichrichtern wird bereits die Differenzfrequenz zwischen der direkten Carrierfrequenz und der an Ziel reflektierten gebildet. Die erwünschte quadratische Frequenzabhängigkeit der anschließenden NF-Verstärkung wird mit folgenden Mitteln erreicht:

- 1.) Die Kopplung des Gleichrichters an das Gitter des ersten Verstärkerröhres wird über einen Resonanzkreis für 15 kHz vorgenommen, um mit größter Näherung die verlangte quadratische Abnahme der Verstärkung unter 15 kHz zu erreichen.
- 2.) Zur Verbesserung des quadratischen Verstärkungsverganges ist der Kathodenkondensator des 1. und 2. Rohres parallel dimensioniert.
- 3.) Die Kopplung des 2. Rohres an das 3. erfolgt über einen Tiefpass, um oberhalb der Blindfrequenz die Verstärkung schnell auf 0 absinken zu lassen.

Zur Auslösung des Blindvorganges wird die Anodenspannung des 2. Rohres mit einem kleinen Trockengleichrichter gleichgerichtet. Die auftretende Gleichspannung hebt die Gitterspannung des letzteren Rohres auf. Dieses Rohr ist als Schwinggitter und Anodenkreis als Oszillator gewickelt, der bei Aufheben der Sperrspannung des 1. Gitters wechsellastet und seine Energie als Blindstrom auf die Blindpille gibt.

Für die Blindfrequenz von 15 kHz ist die Verstärker des Empfängers so dimensioniert, dass die Spannung der Differenzfrequenz von 15 MHz, entsprechend der direkten Welle von 3,3 bis 3,5 V und der reflektierten von 30 bis 50 mV, die Sperrspannung des letzten Rohres aufhebt. Eine notwendige

FR 33.05a

-4-

Korrektur der Verstärkung nach der Abschaltung des 1. Rastens
ist leicht möglich, da Reserve an Verstärkung vorhanden ist.
Die näheren Einzelheiten sind der Schaltung zu entnehmen.

Anlage:

Schaltbild Sender: *FR33.05 d*
Empfänger: *FR33.05 b*
Schaltbildstückliste Sender: *FR33.05 e*
Empfänger: *FR33.05 e*
Konstruktion: *FR33.05*

FR 33.05 a

Beschreibung des Bodensenders

Inhalt

- 1.) Verwendungszweck
- 2.) Technische Eigenschaften
- 3.) Aufbau
- 4.) Arbeitsweise

Sender
Modulationsgerät
Kontrollempfänger
Überwachungsgerät
Topfkreis
Nachschleifenverstärker
Nachschleifenautomatik
Sendernetzgerät 1
Sendernetzgerät 2
Antenne.

FR 33.07a

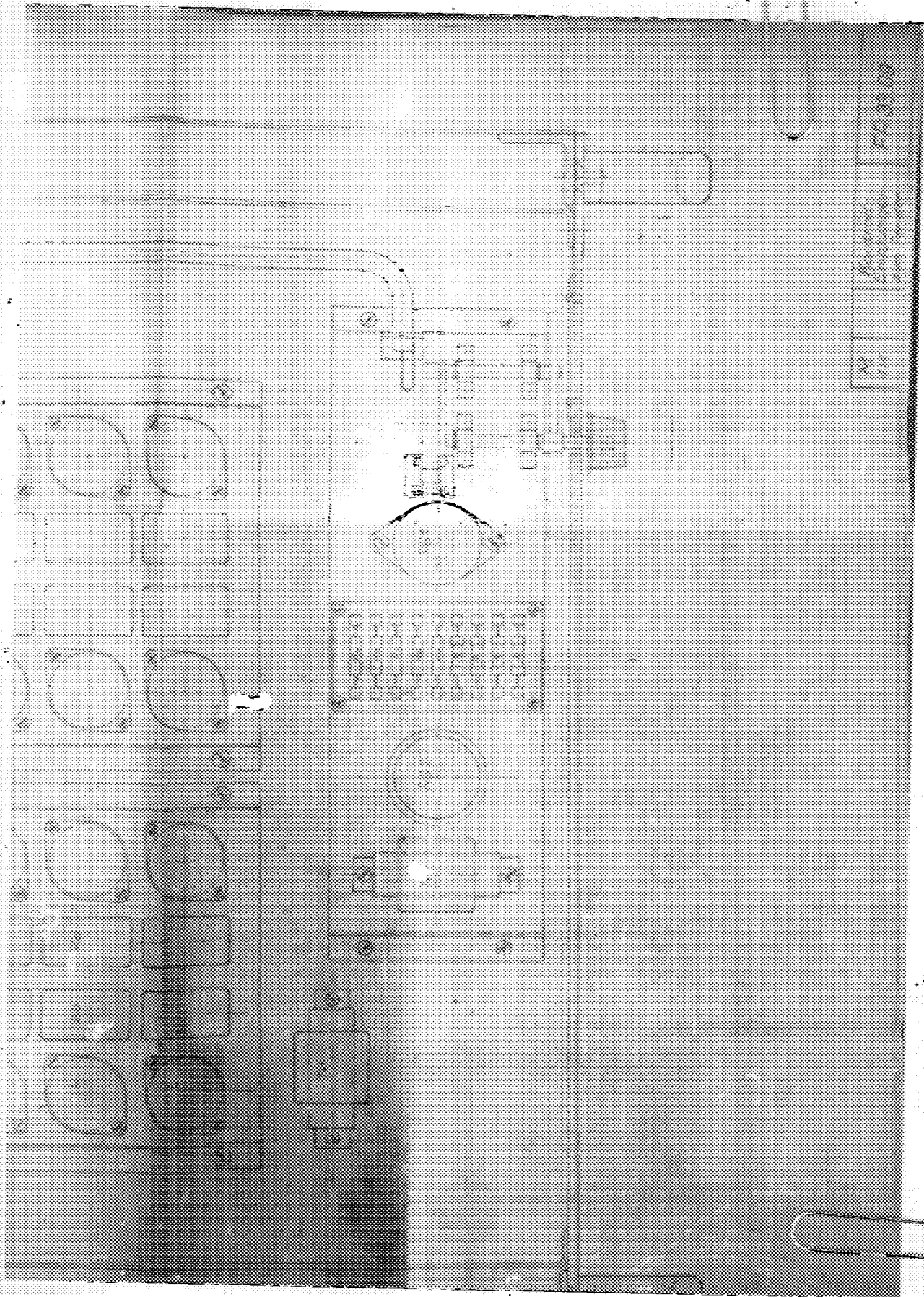
Flakfakete PR 33

.....



50X1-HUM

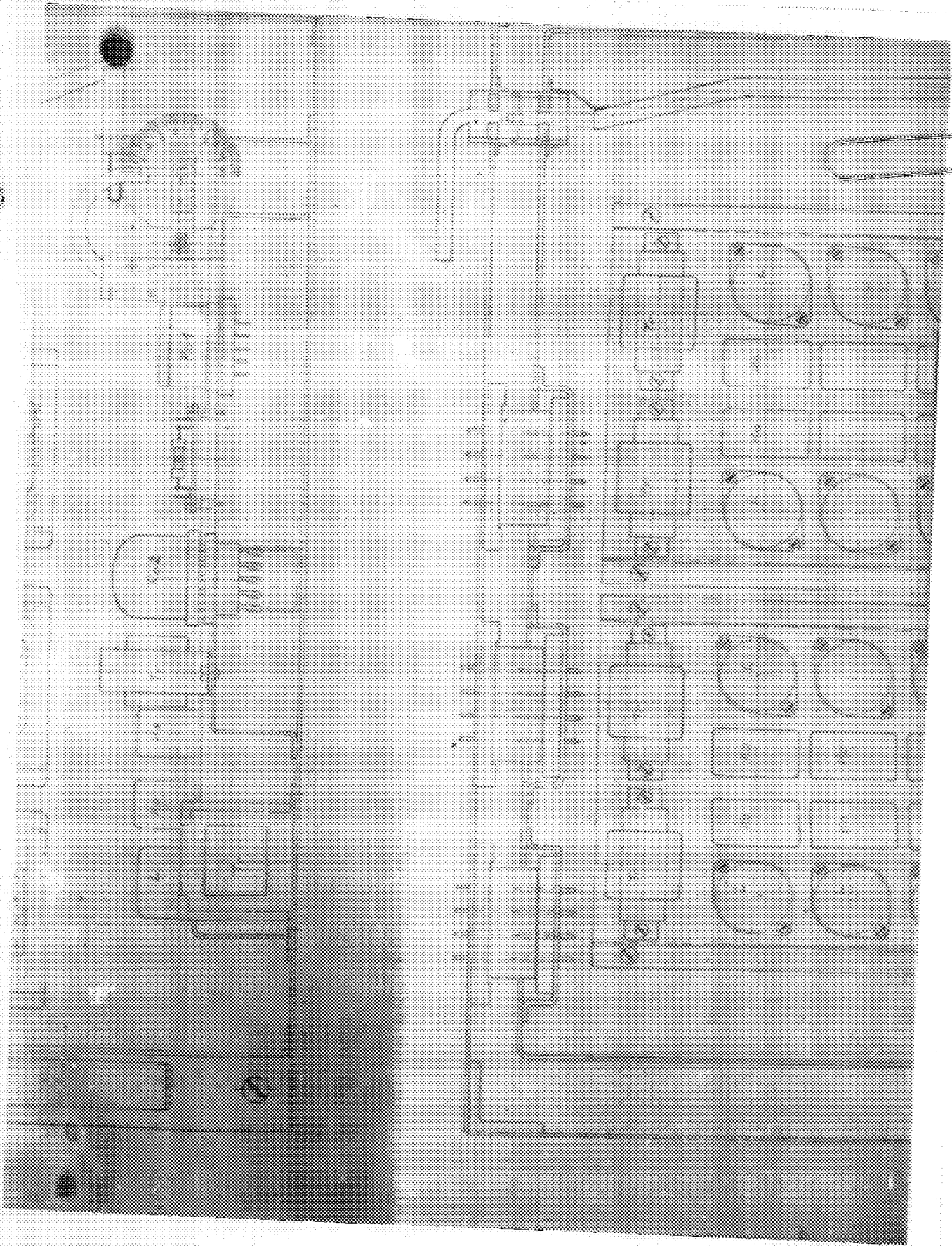
72 Seiten Beschreibung
25 Stücklisten
39 Zeichnungen

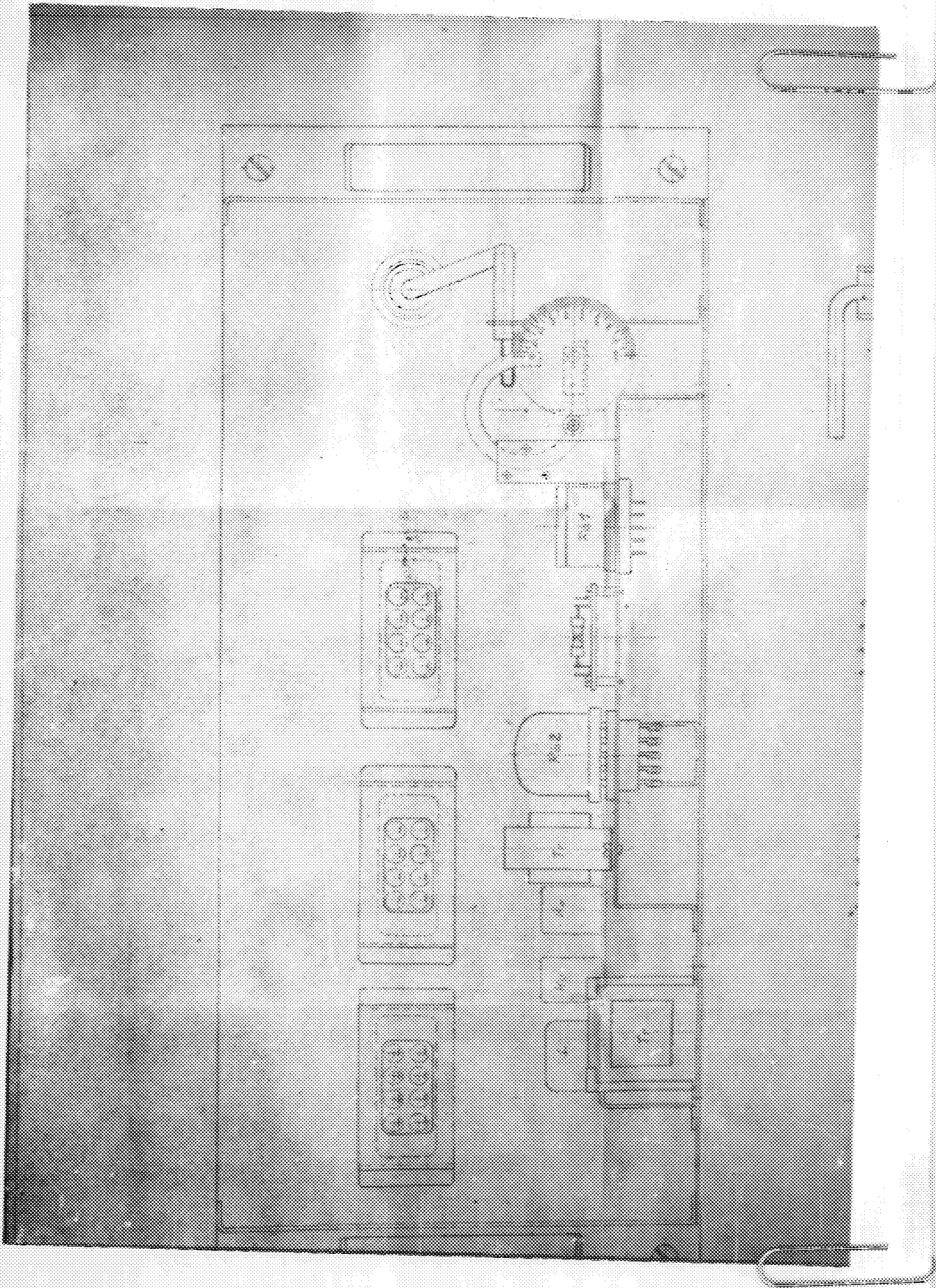


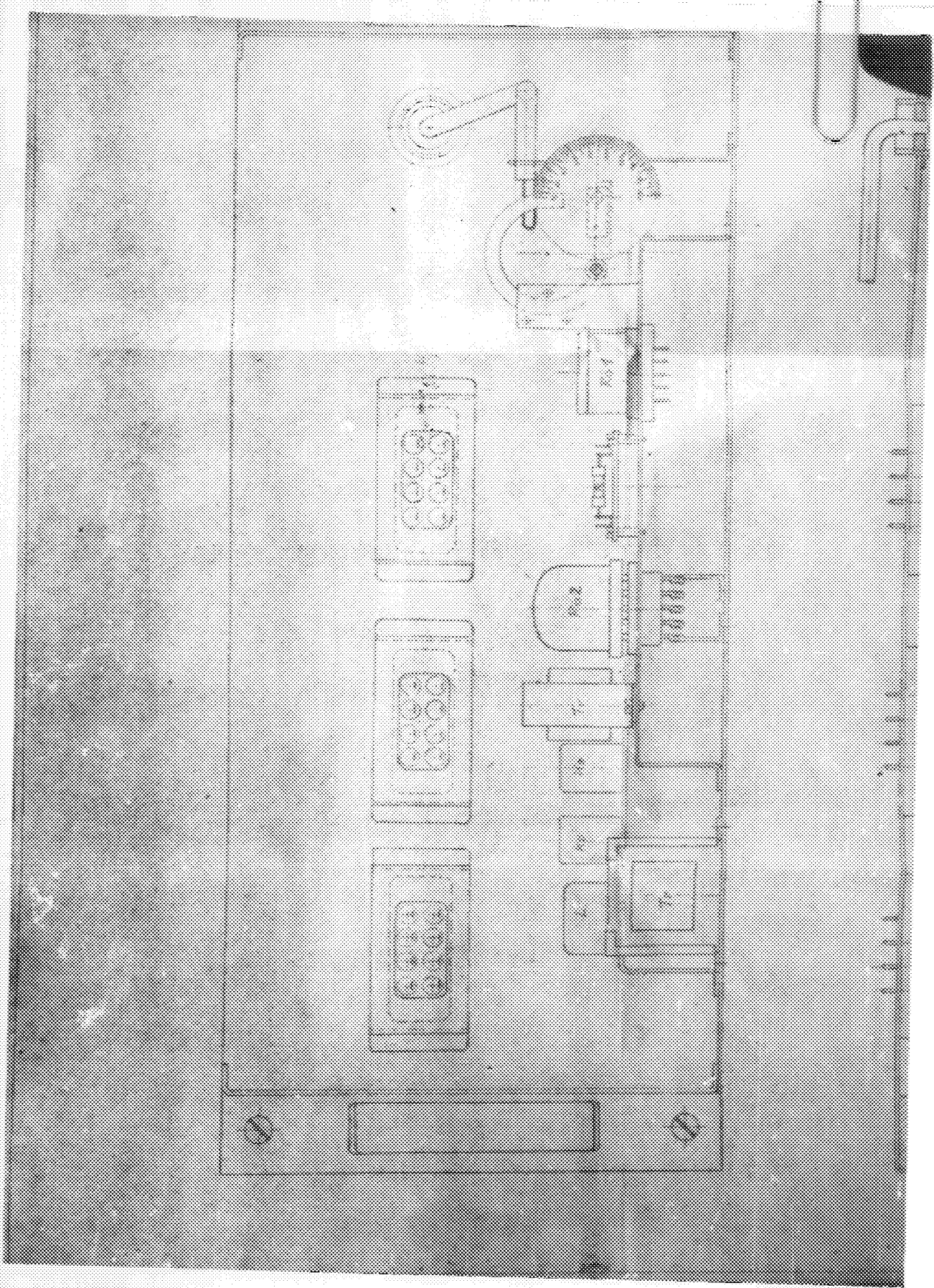
No.
 Revision
 Date

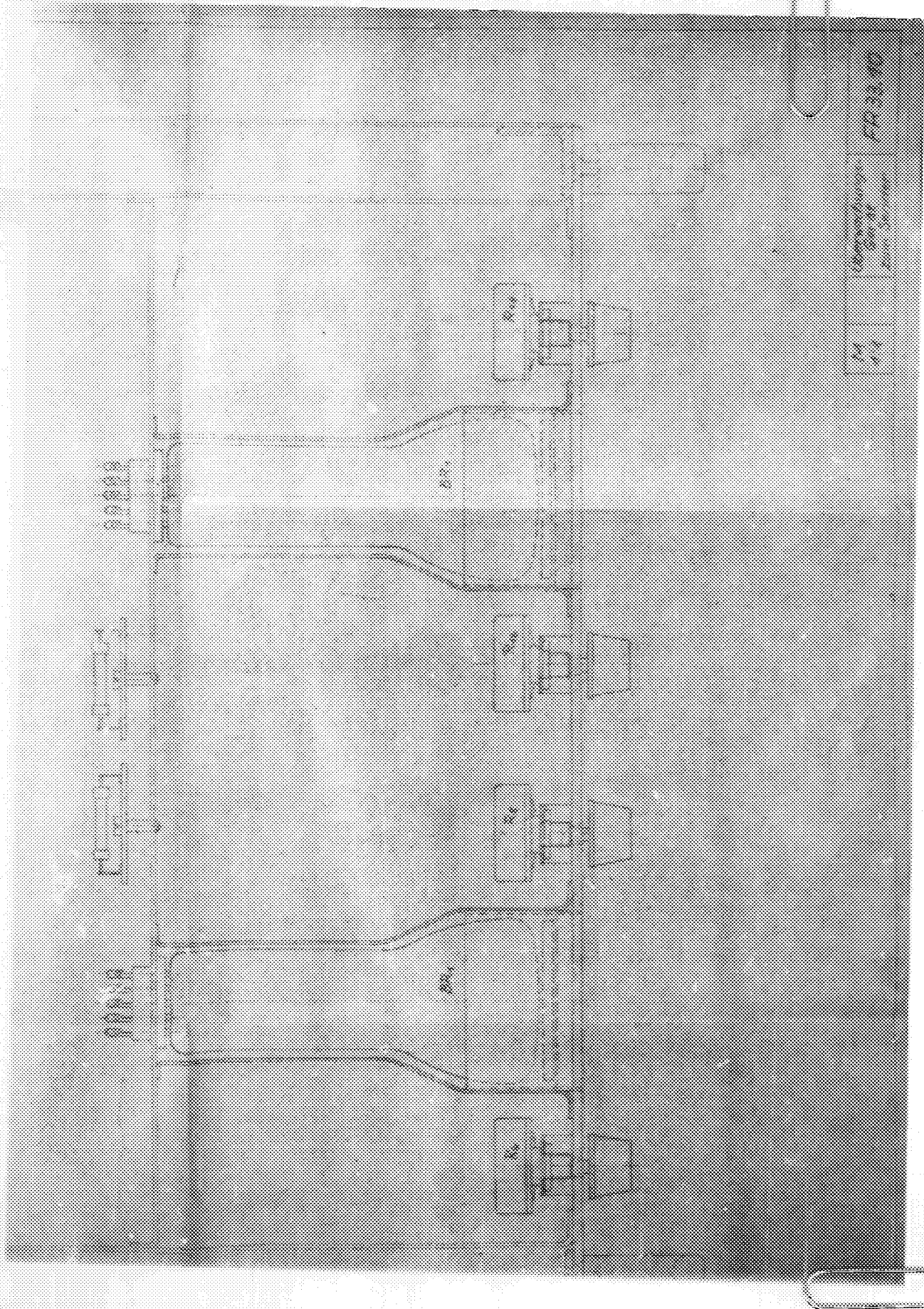
1/1
 1/1
 1/1

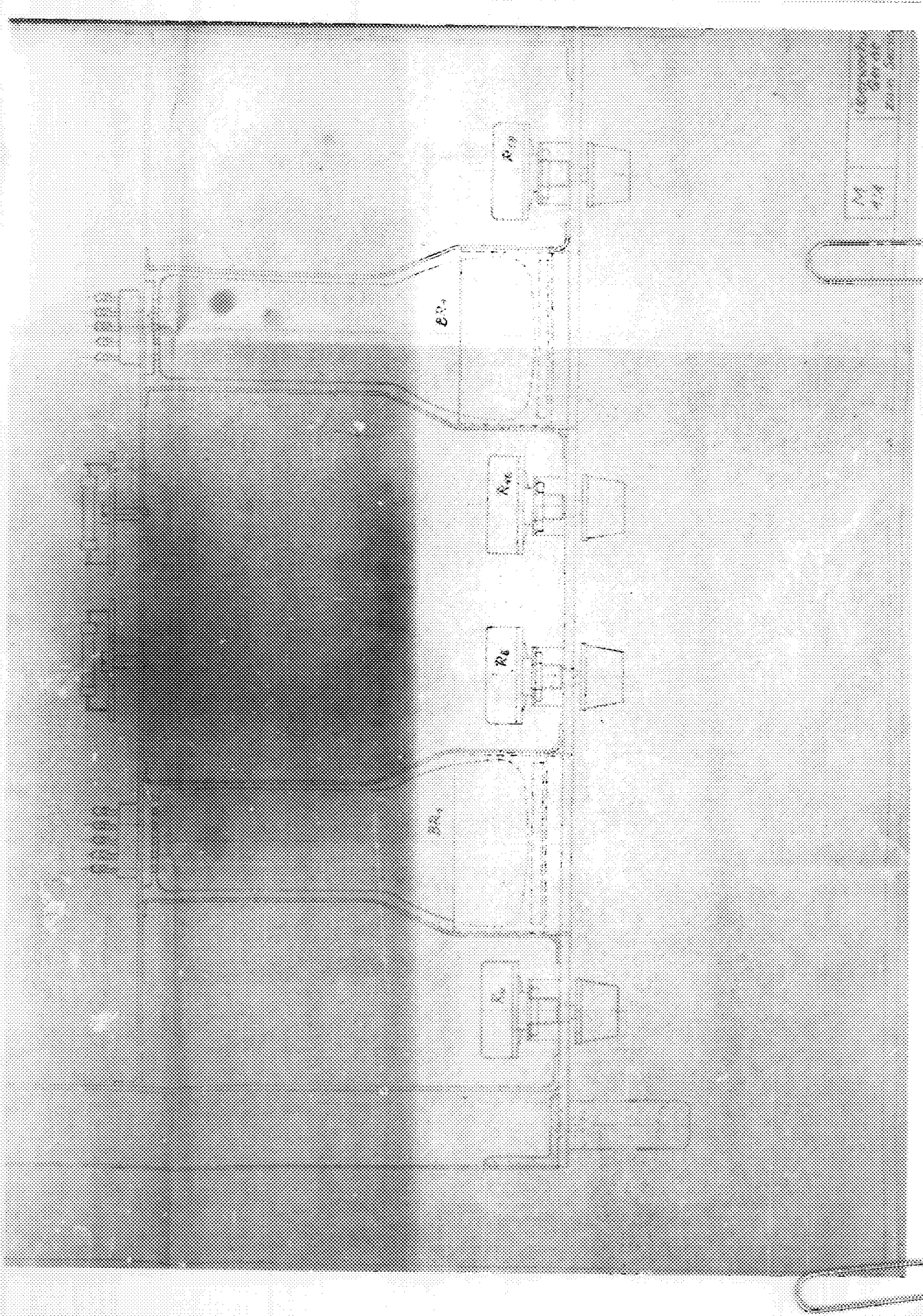
10000002-6



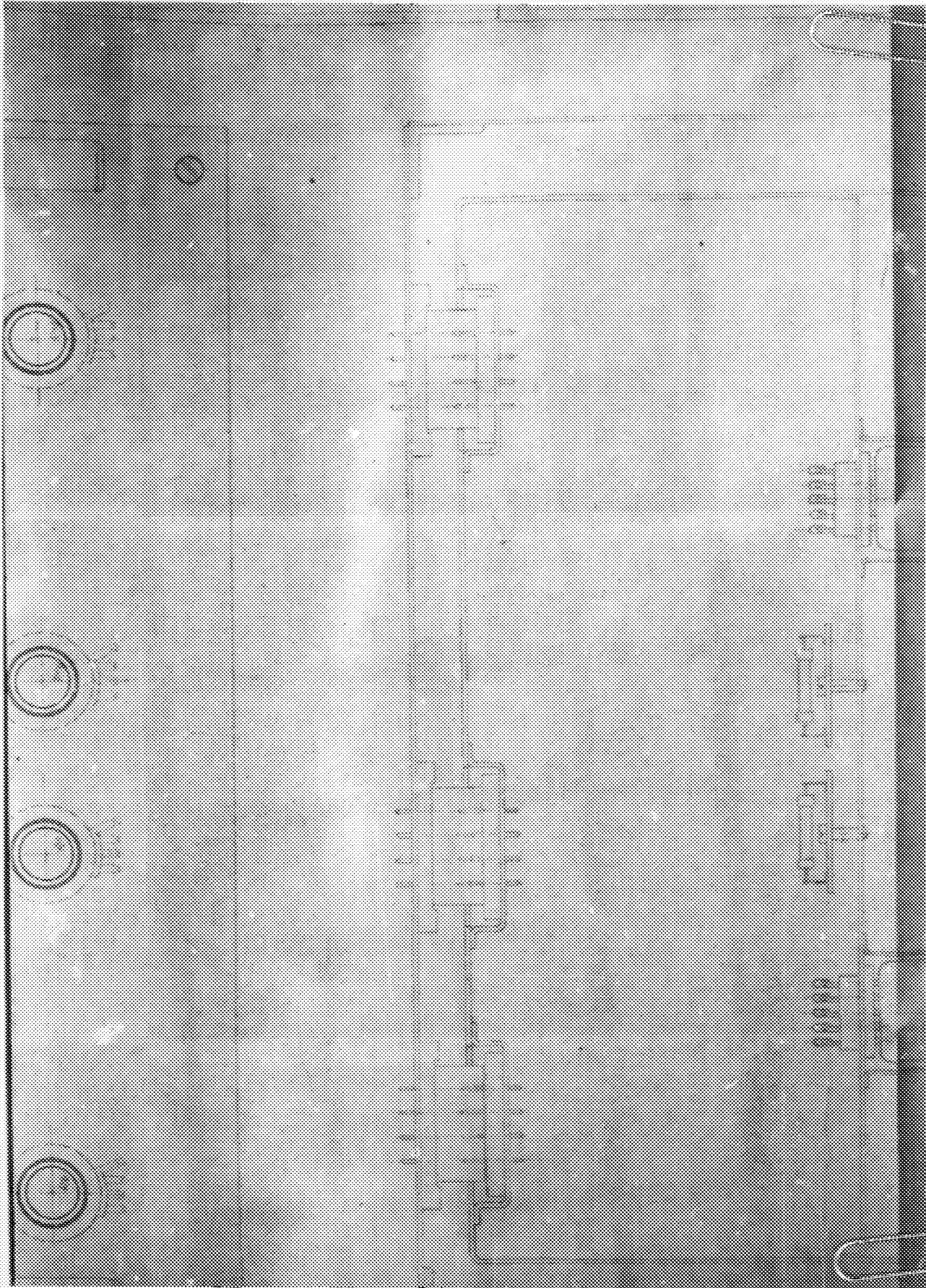


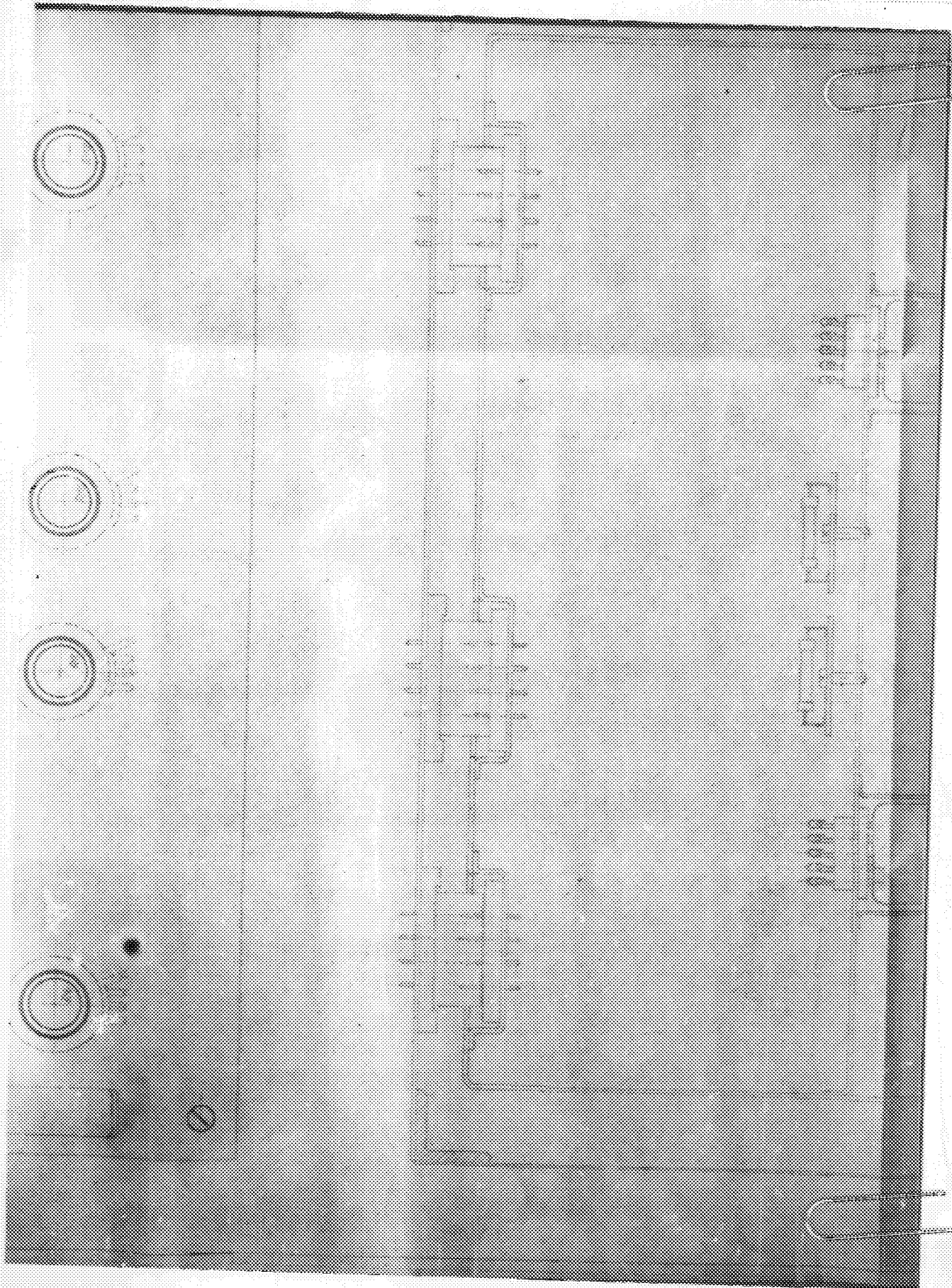


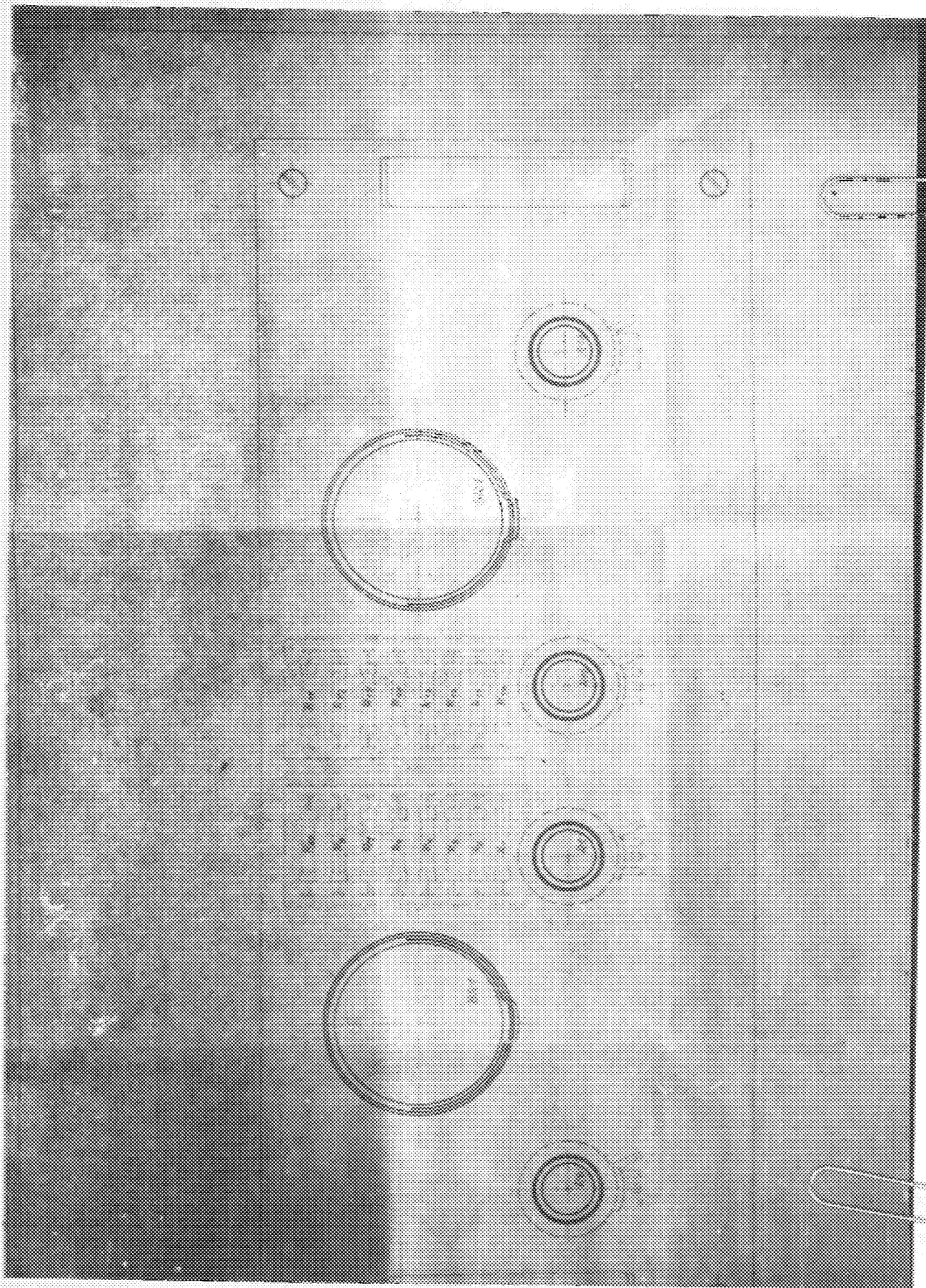


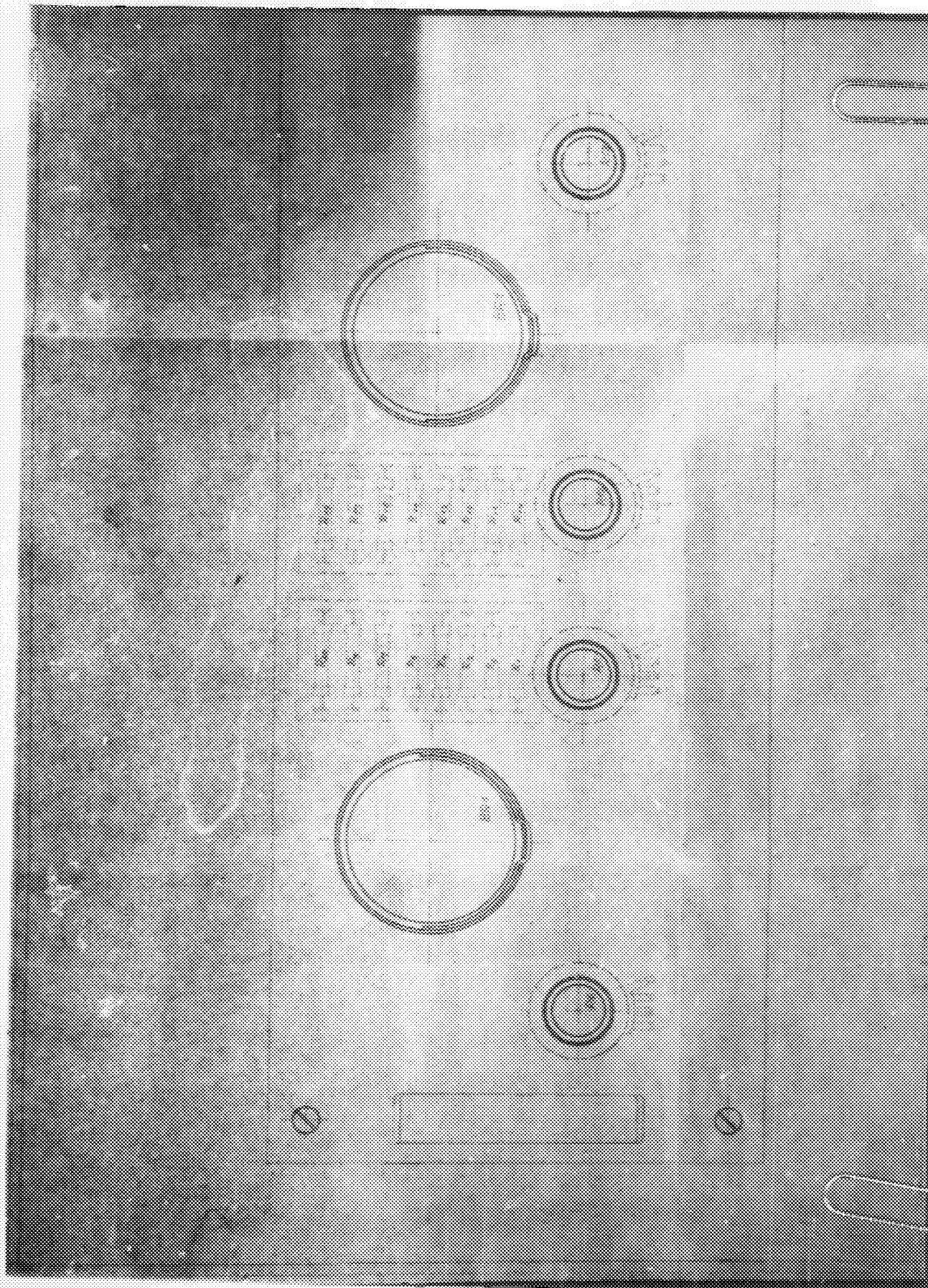


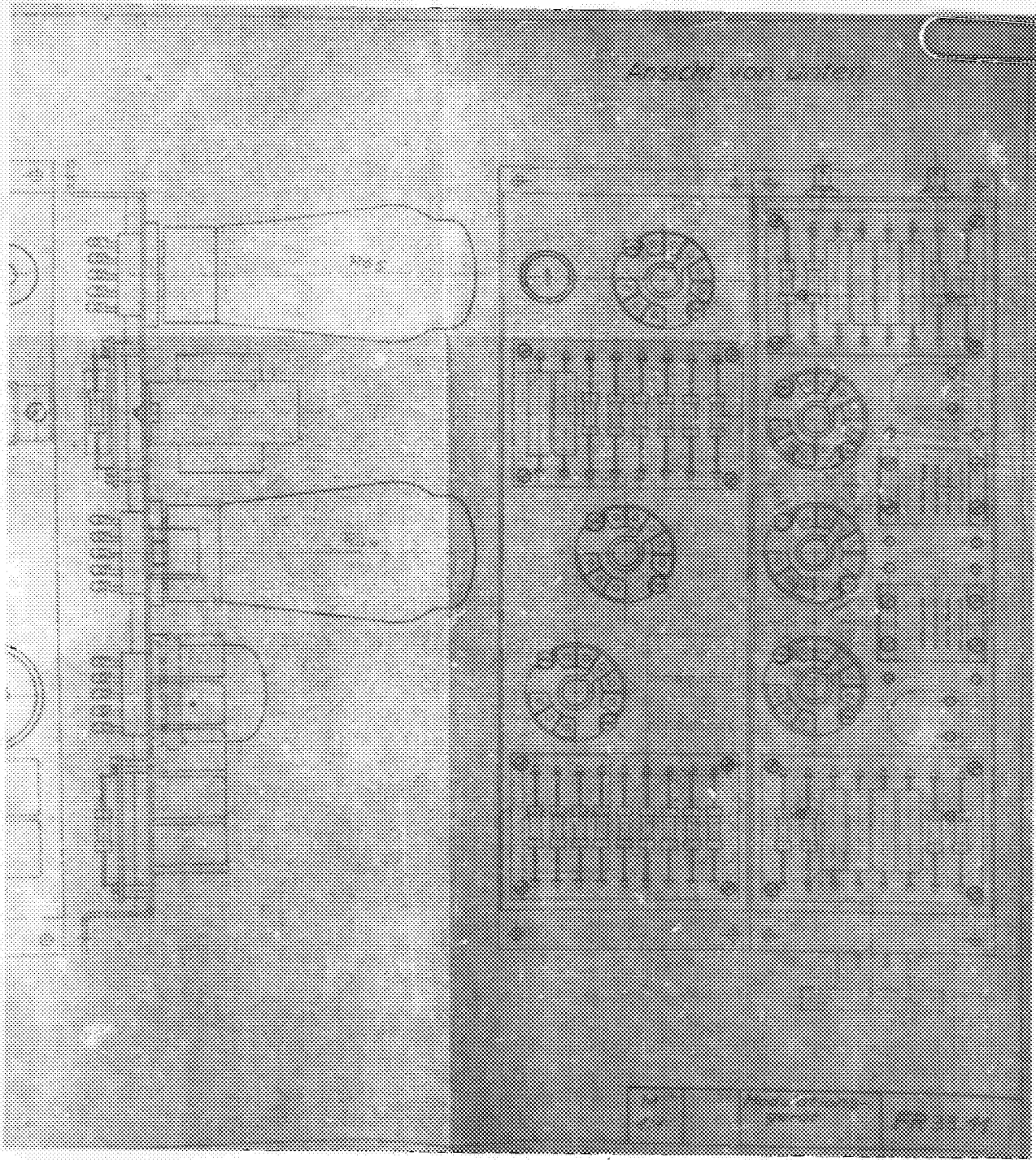
11	11
11	11
11	11

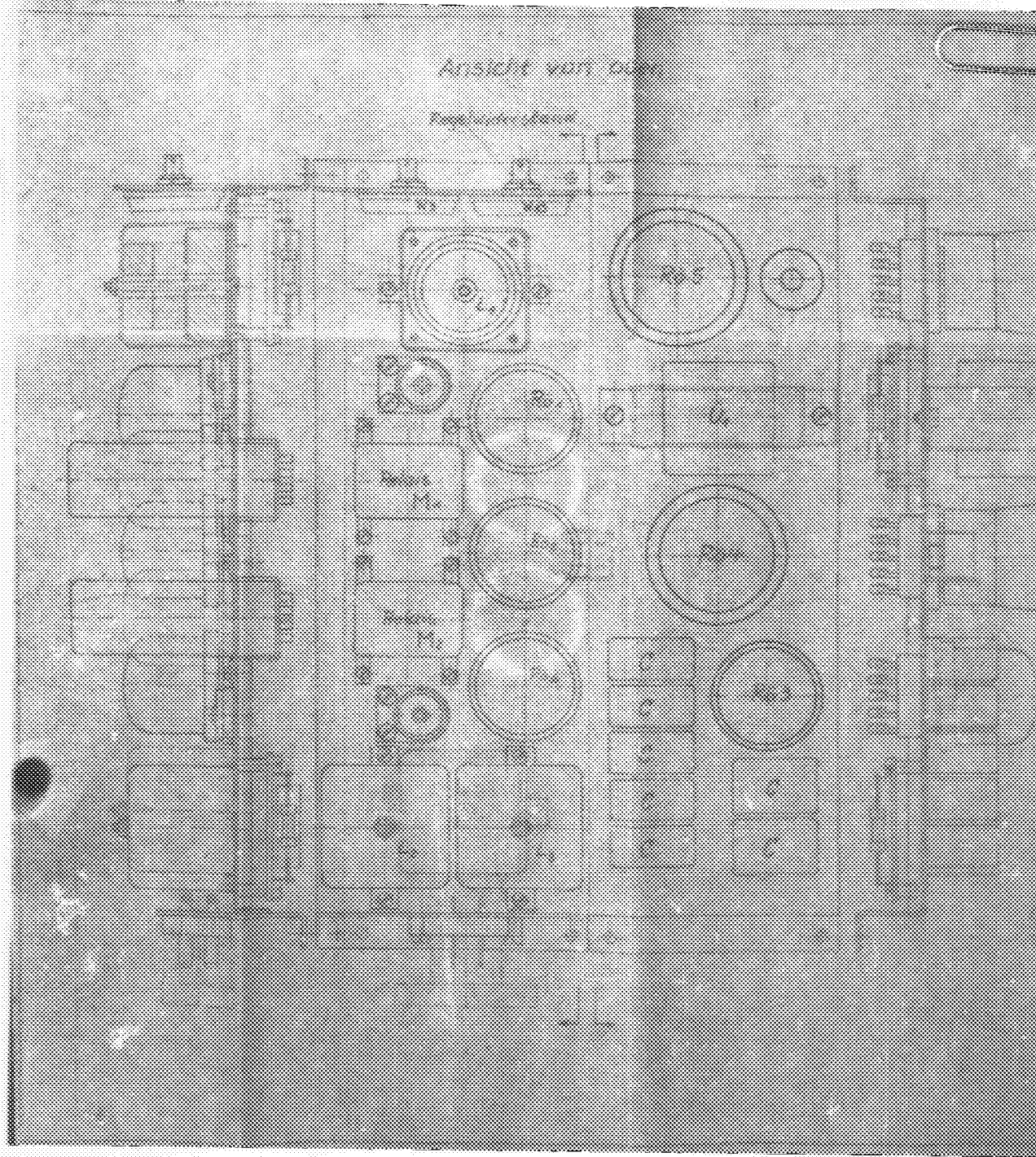


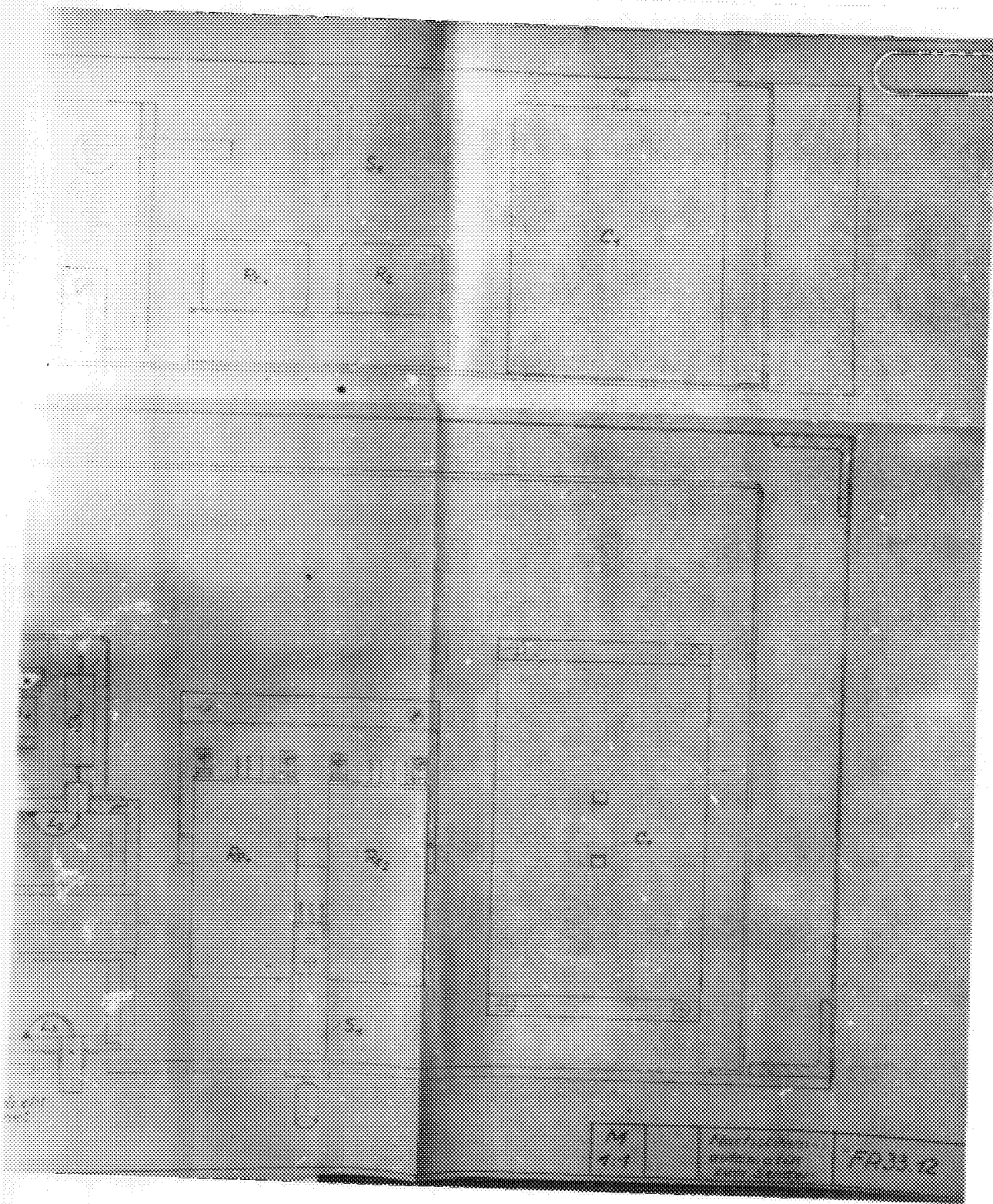


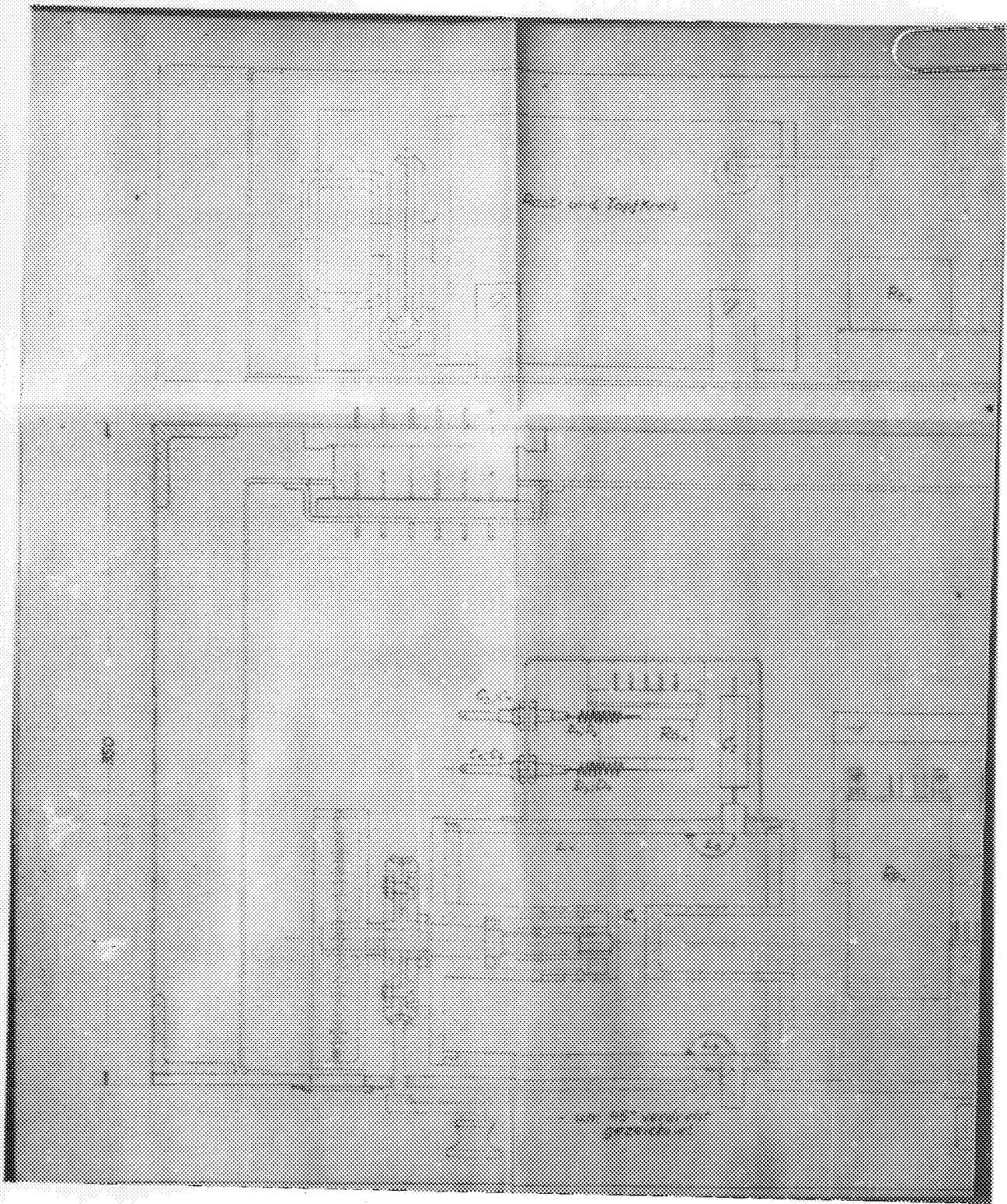


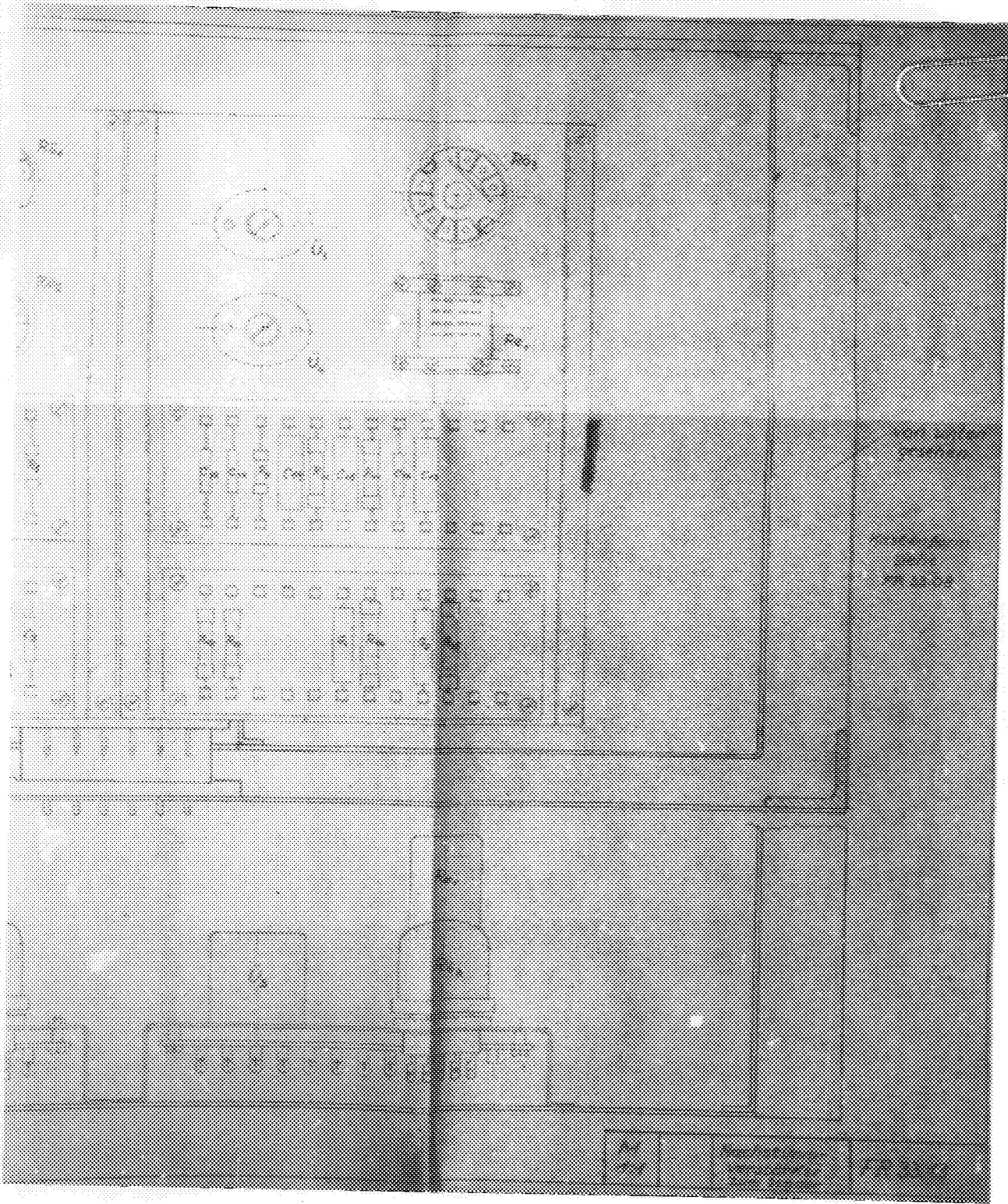


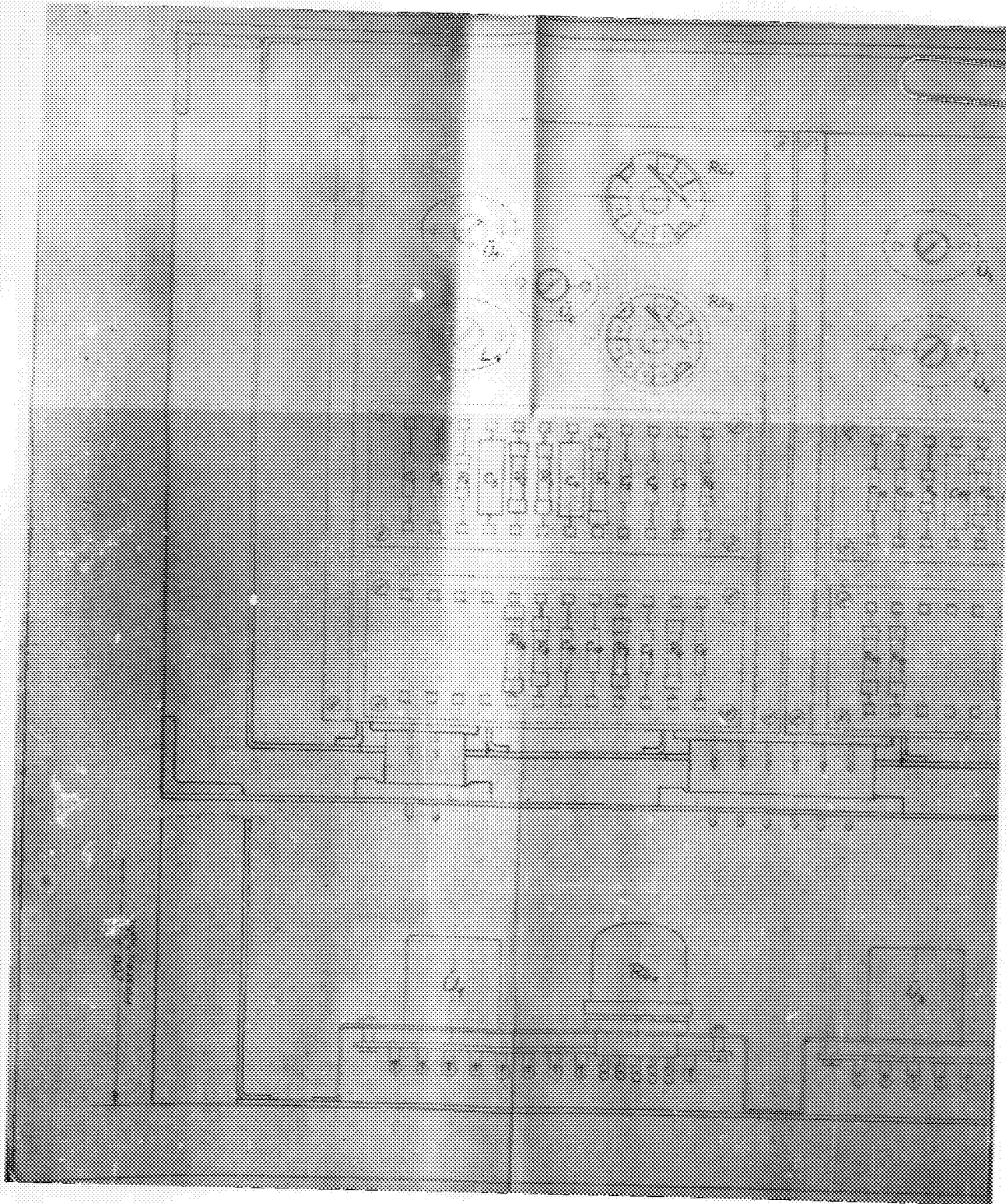


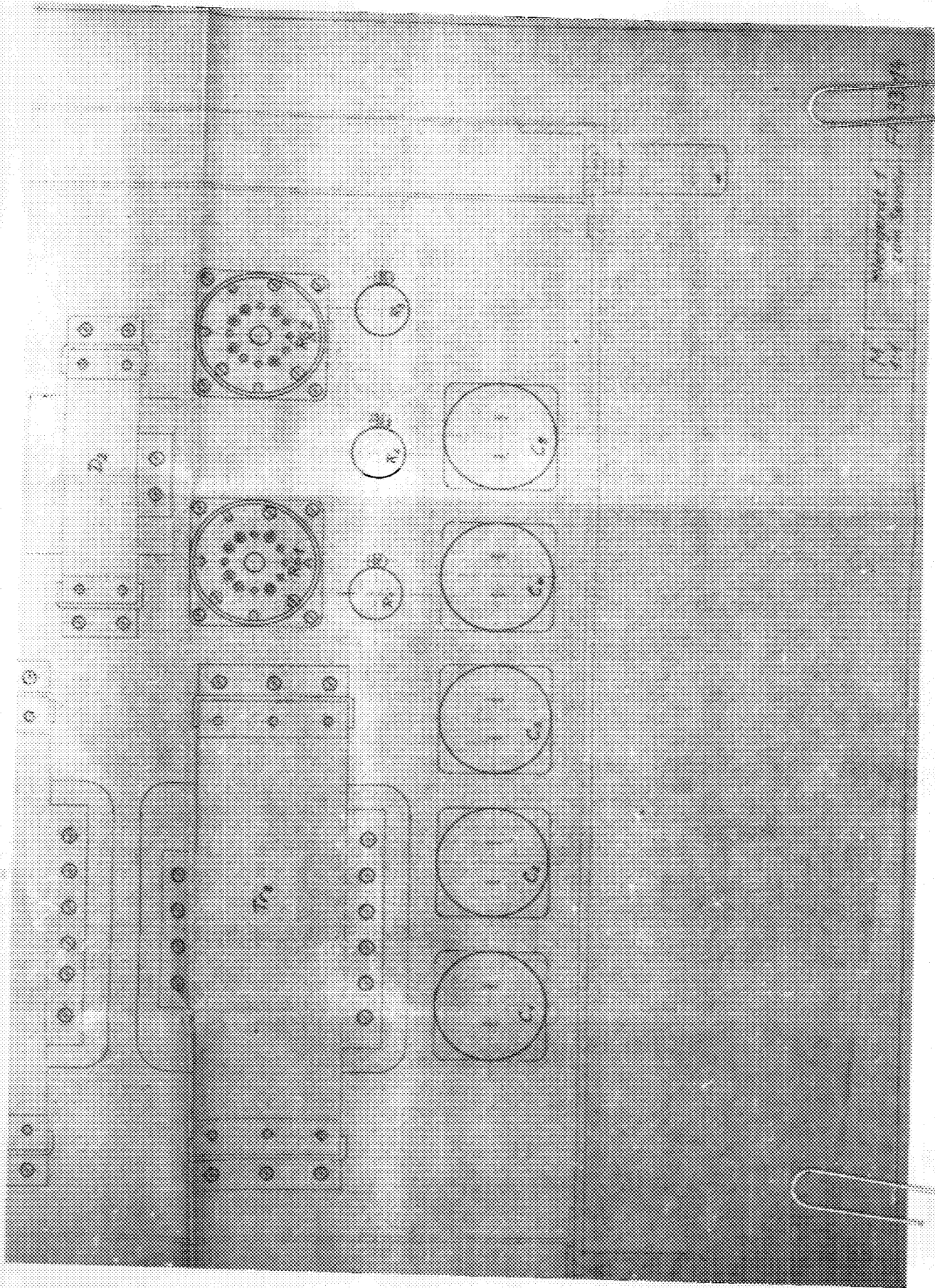


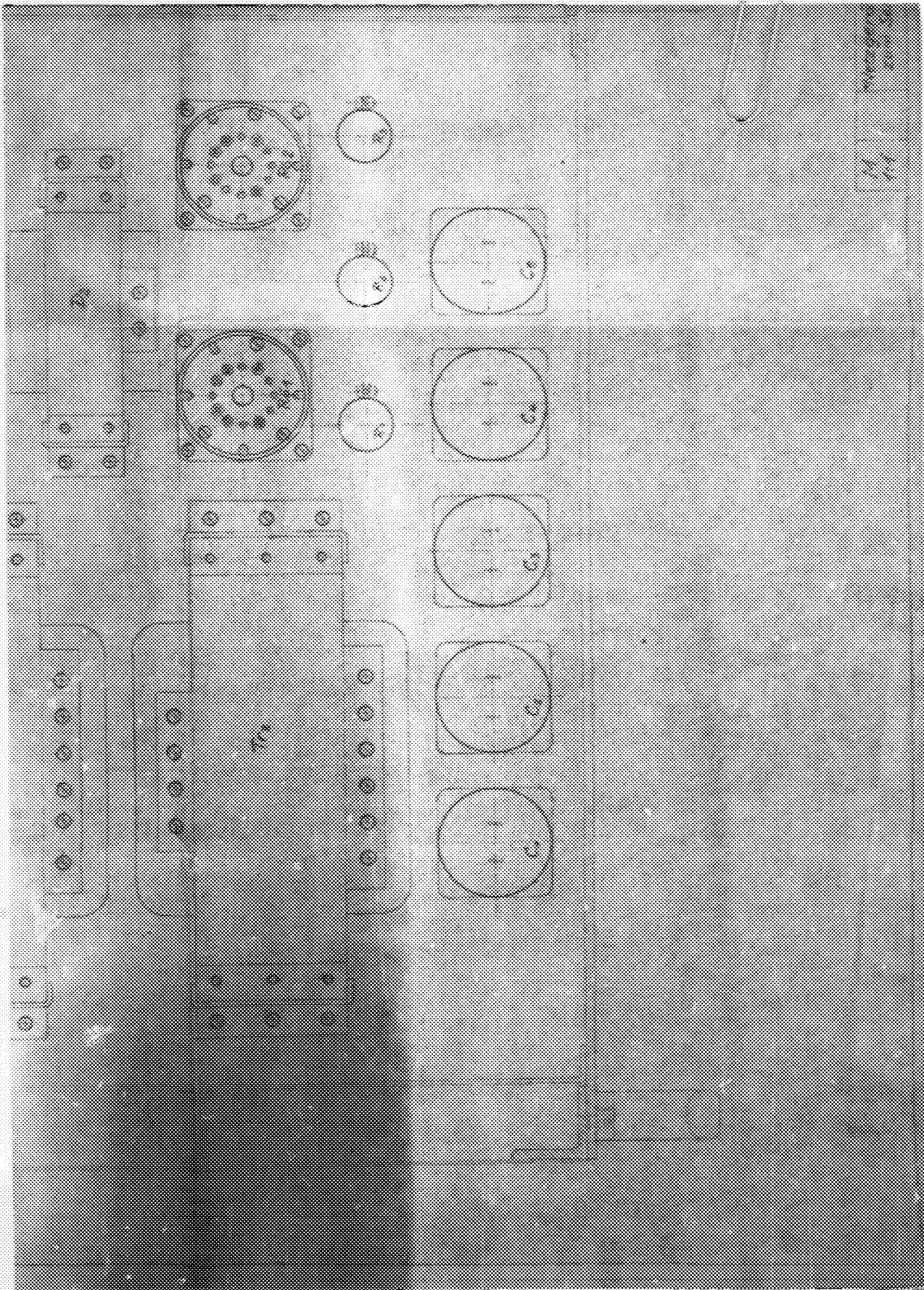


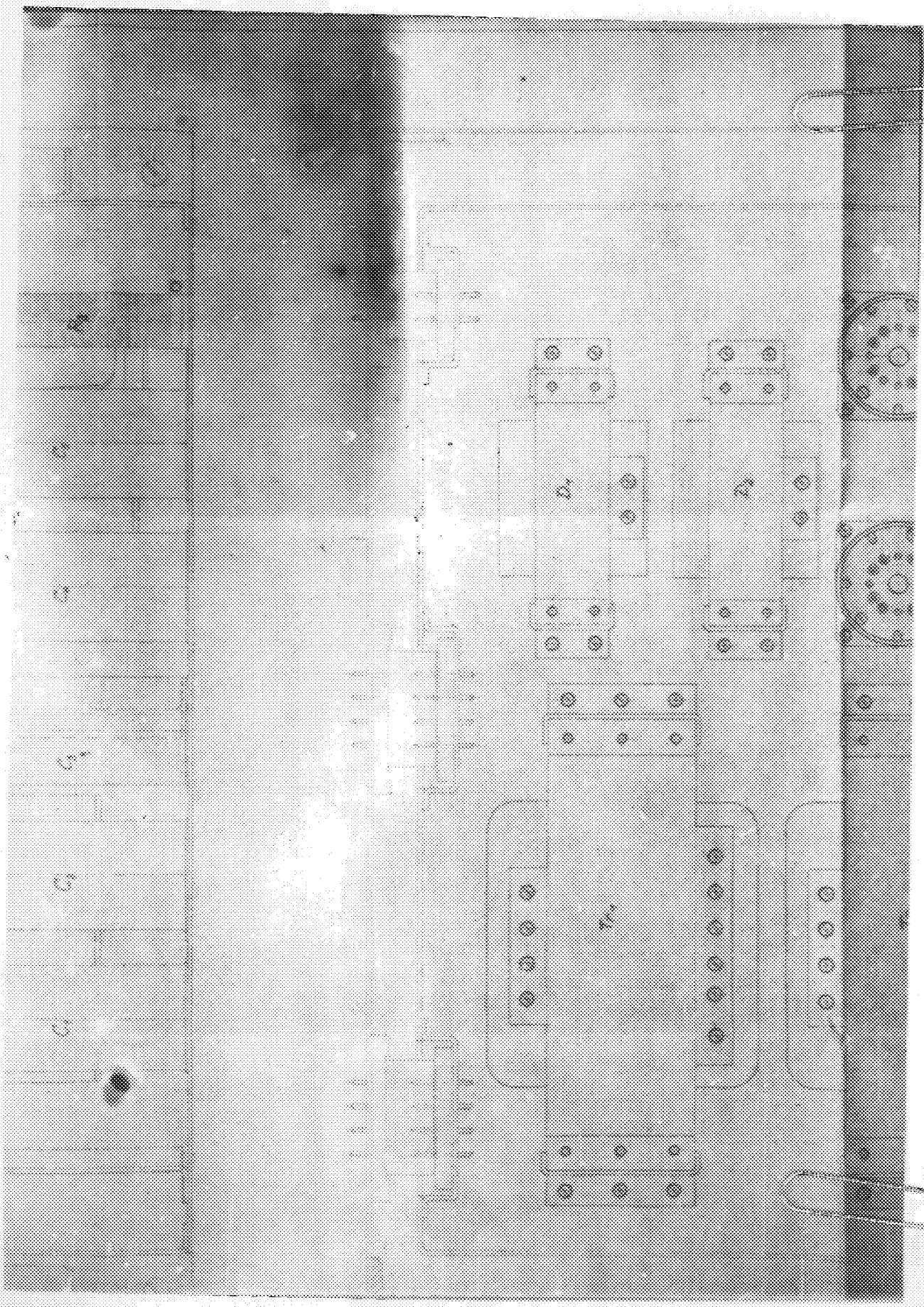


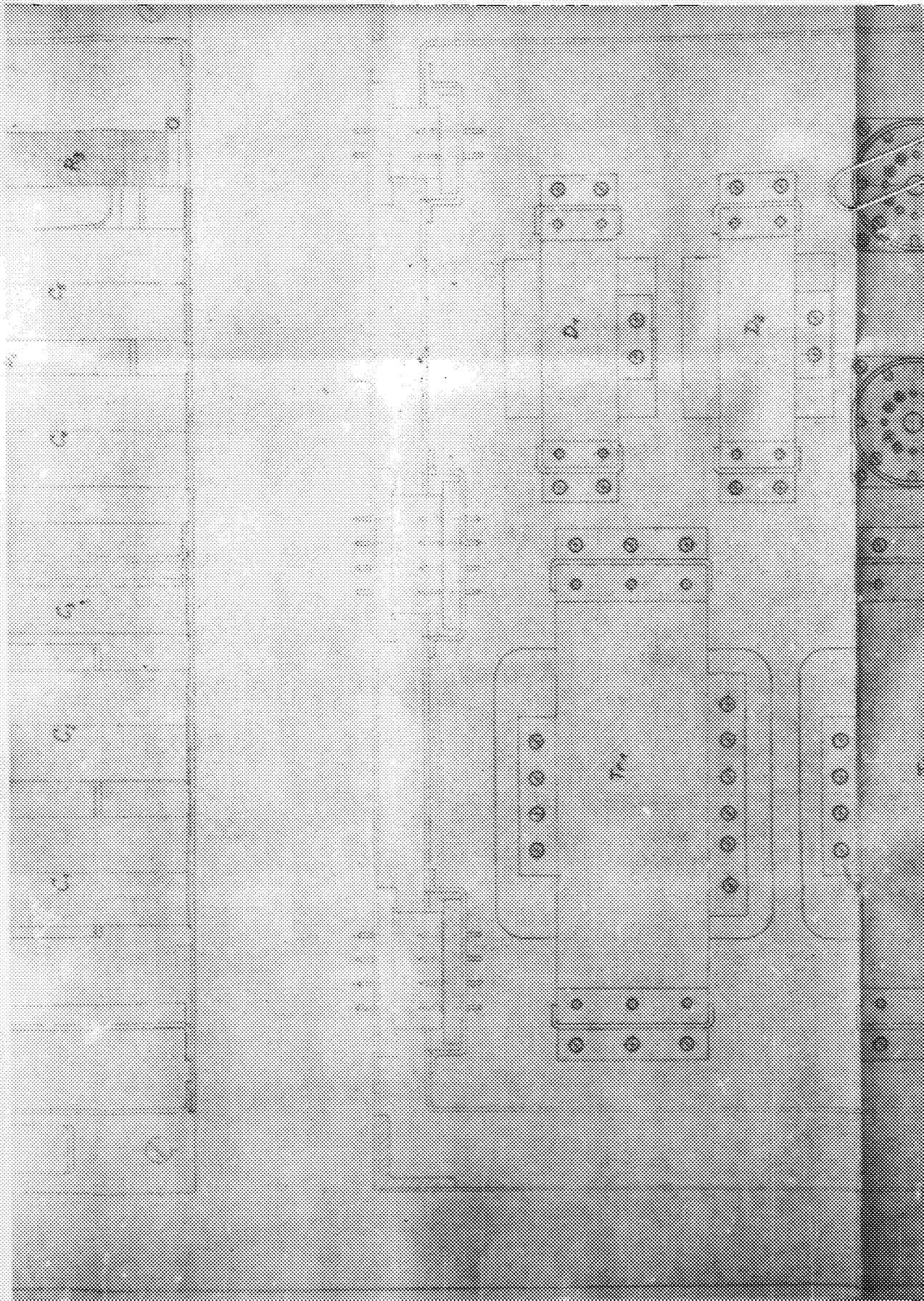


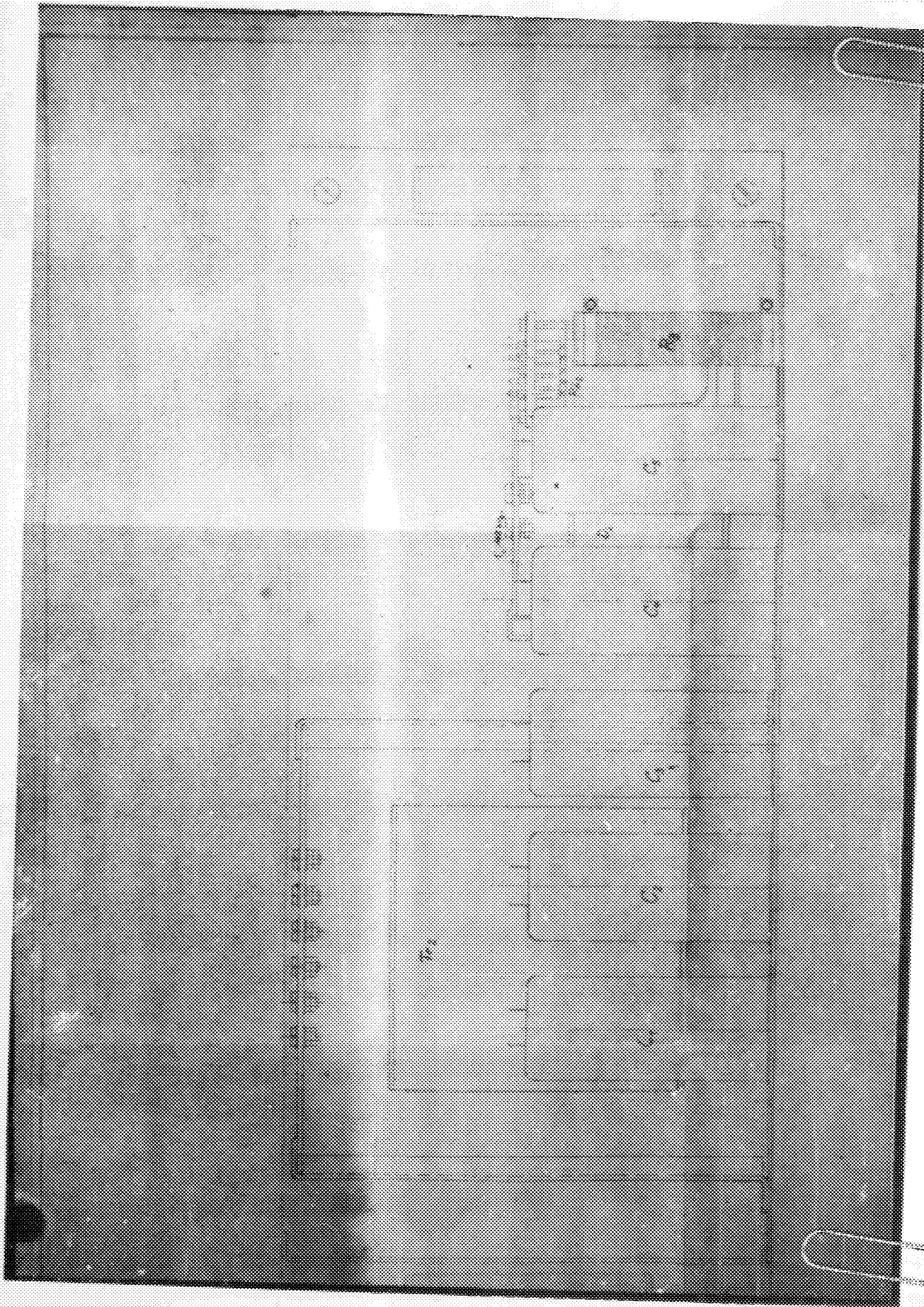


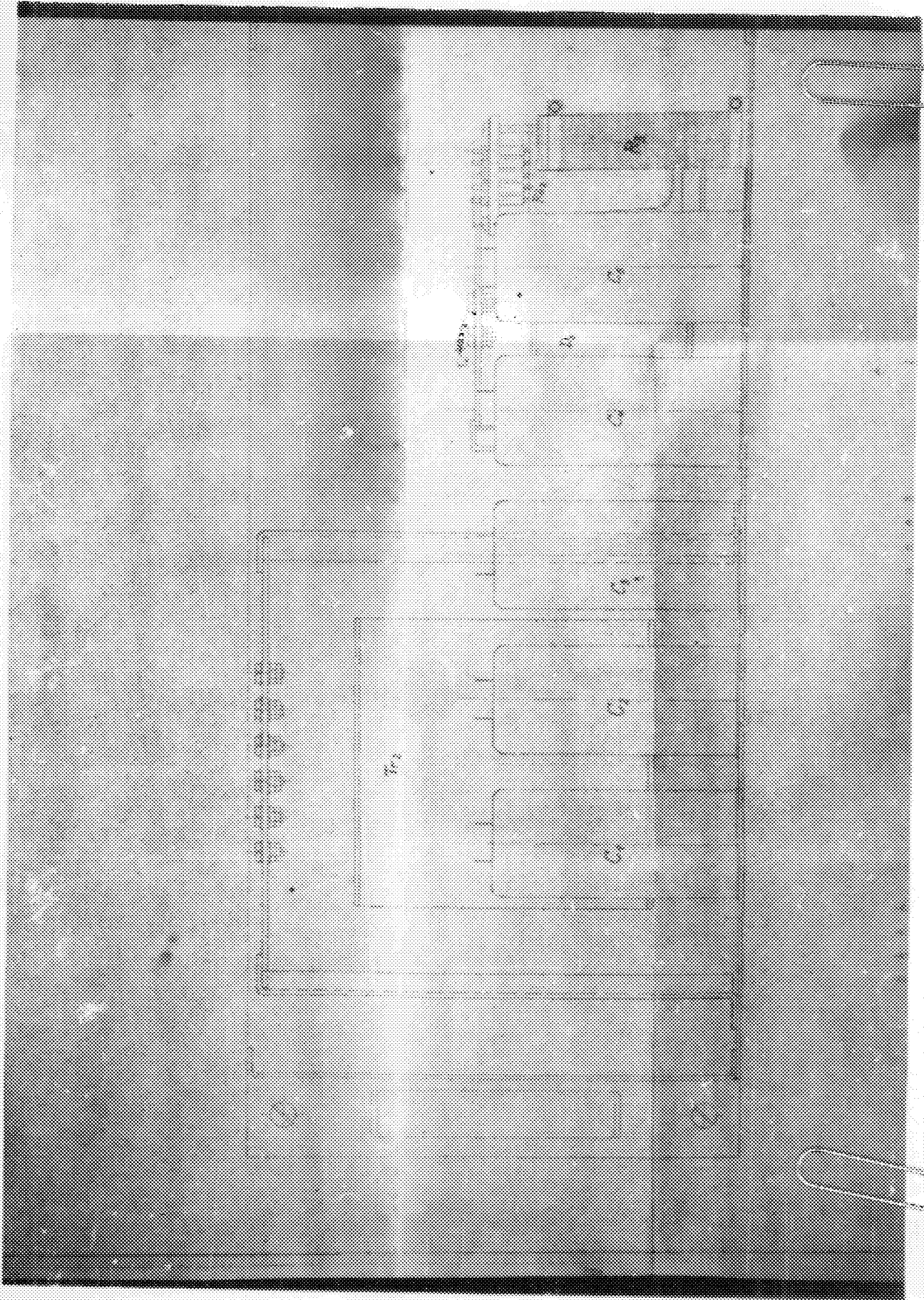


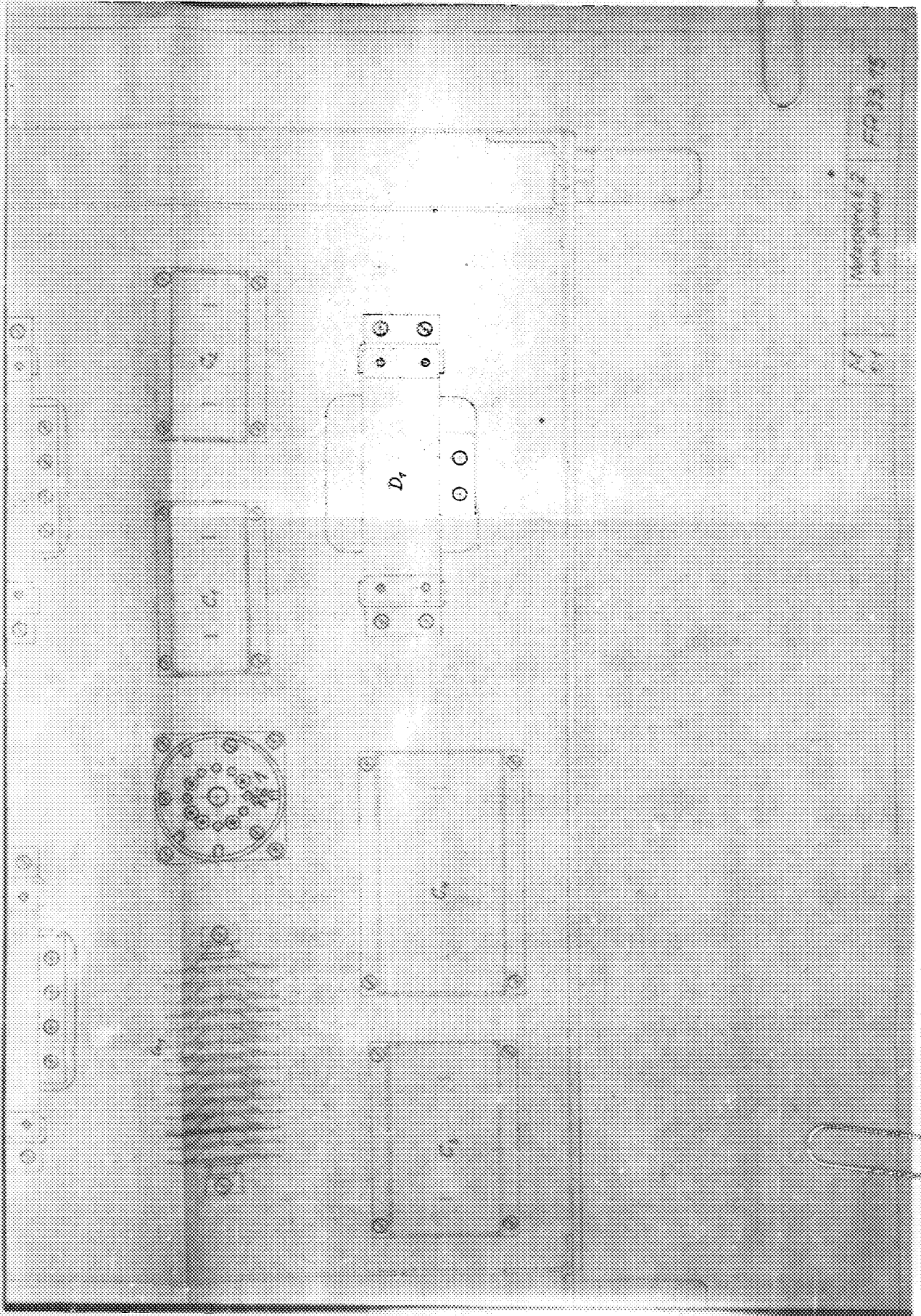


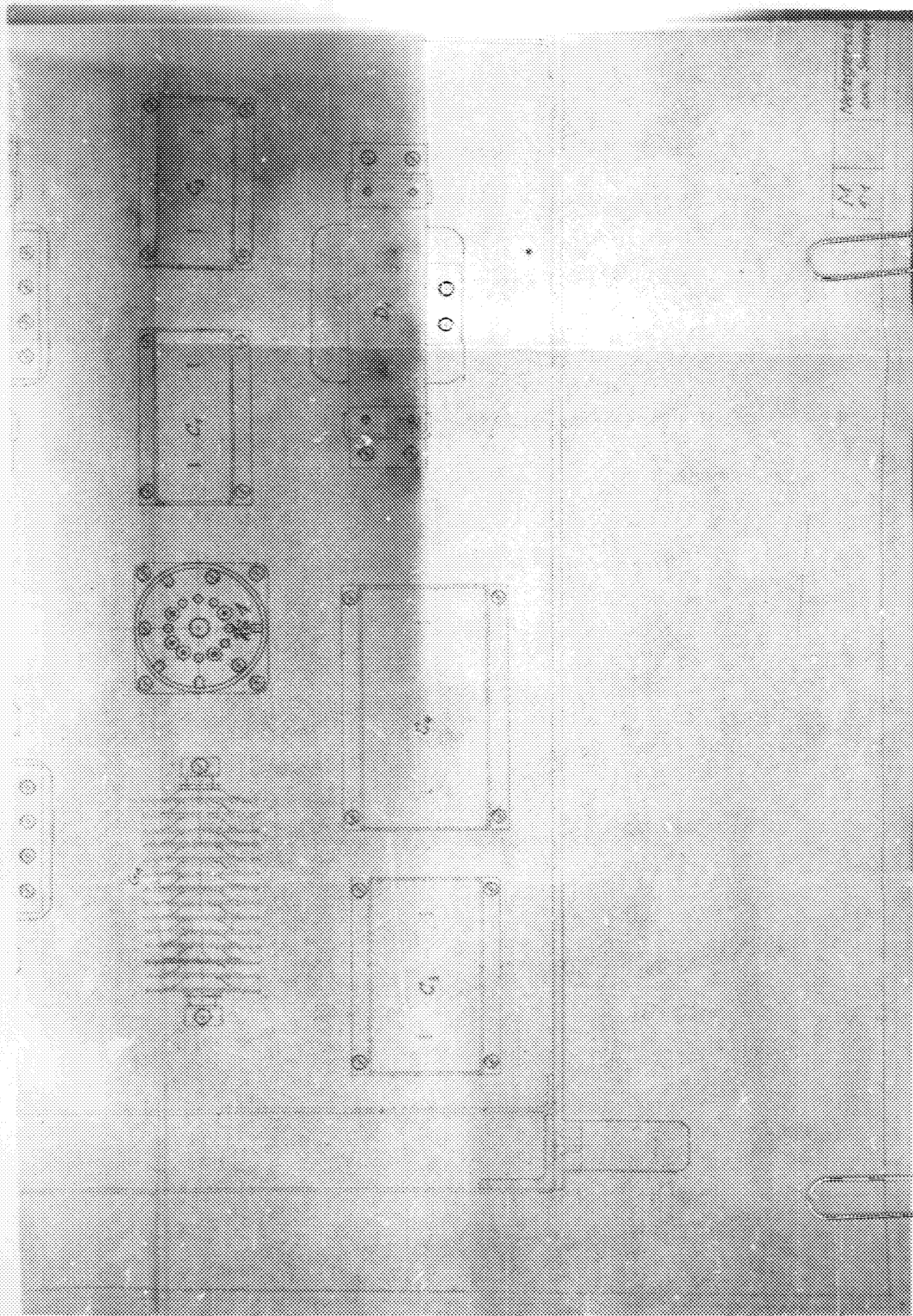


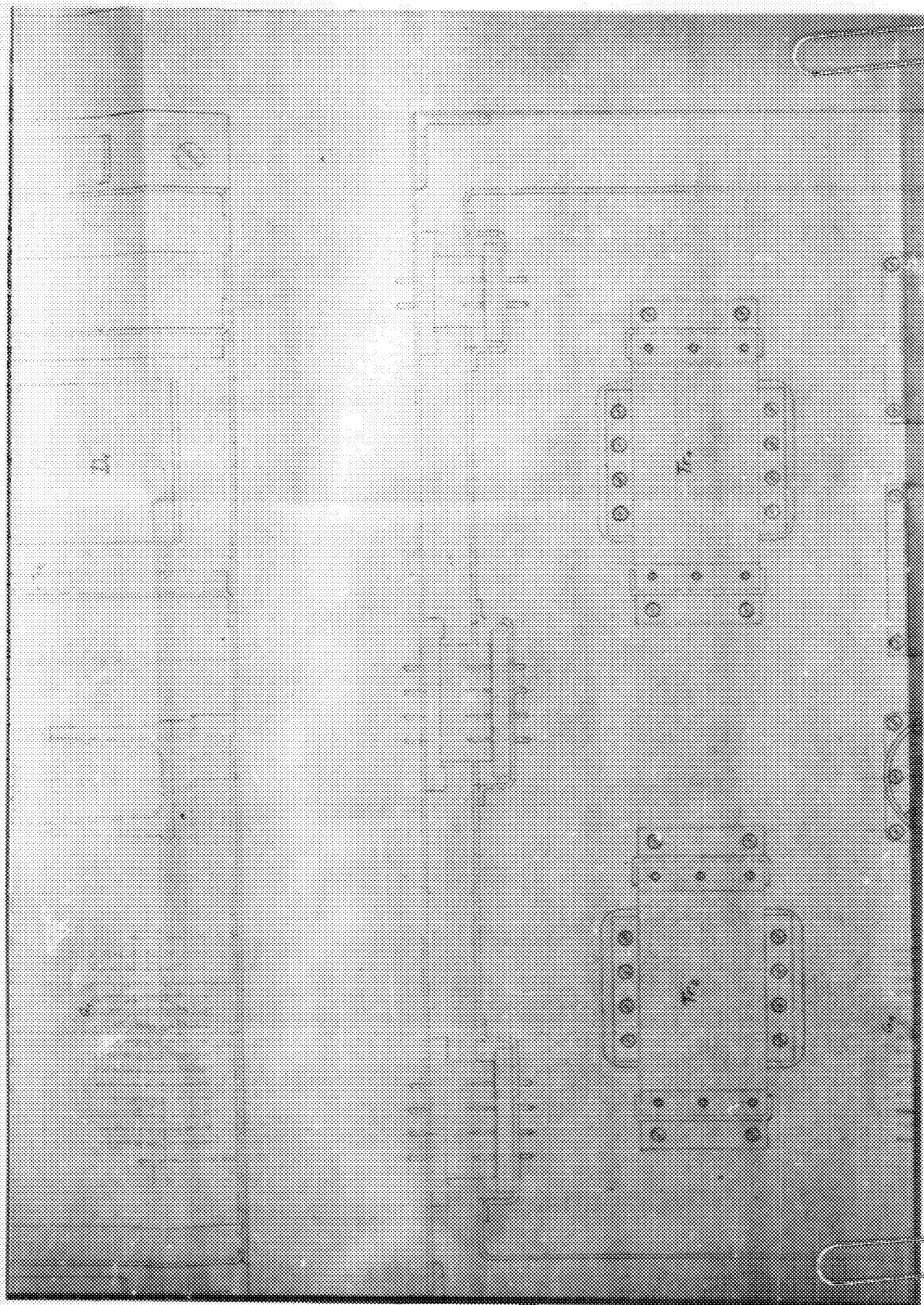


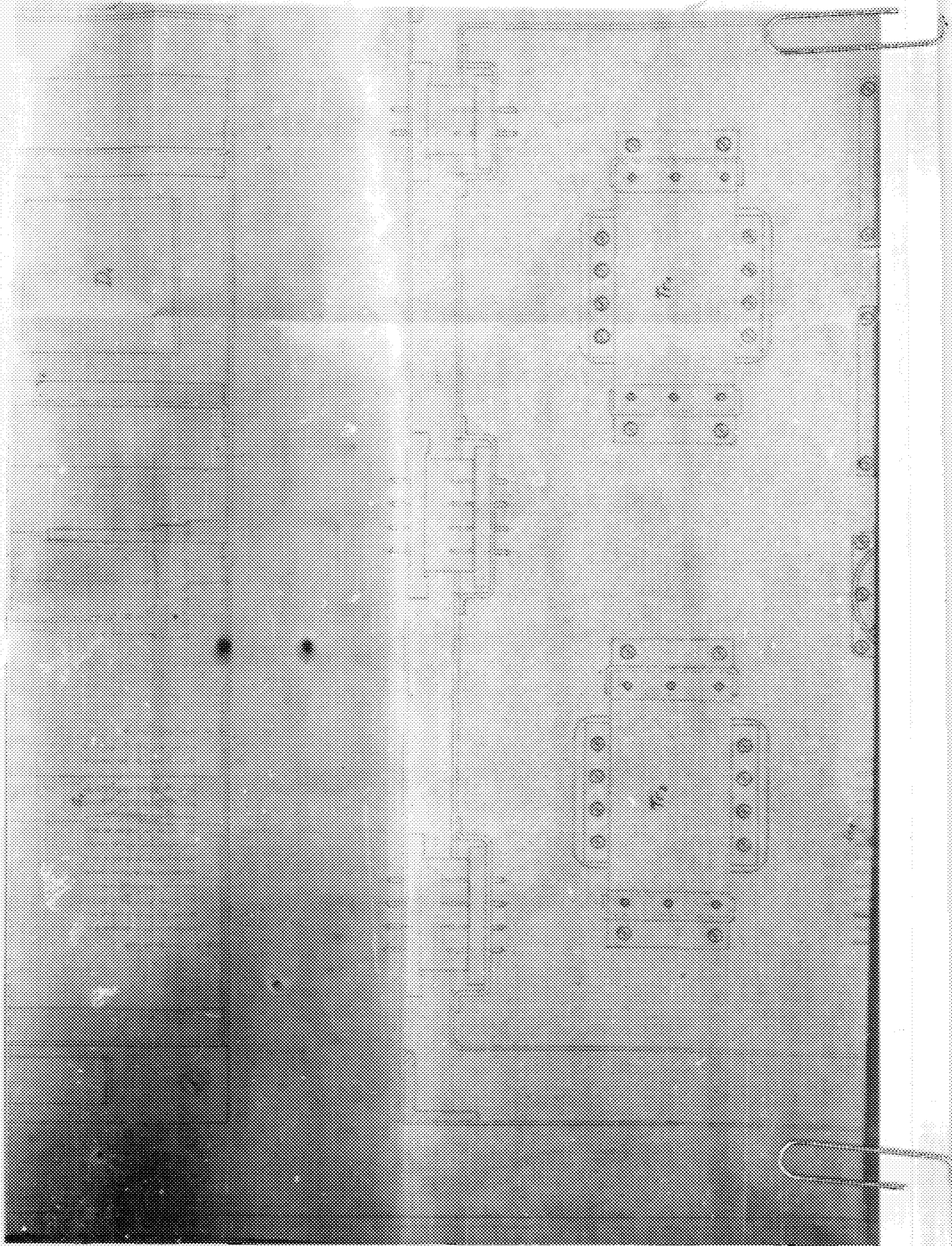


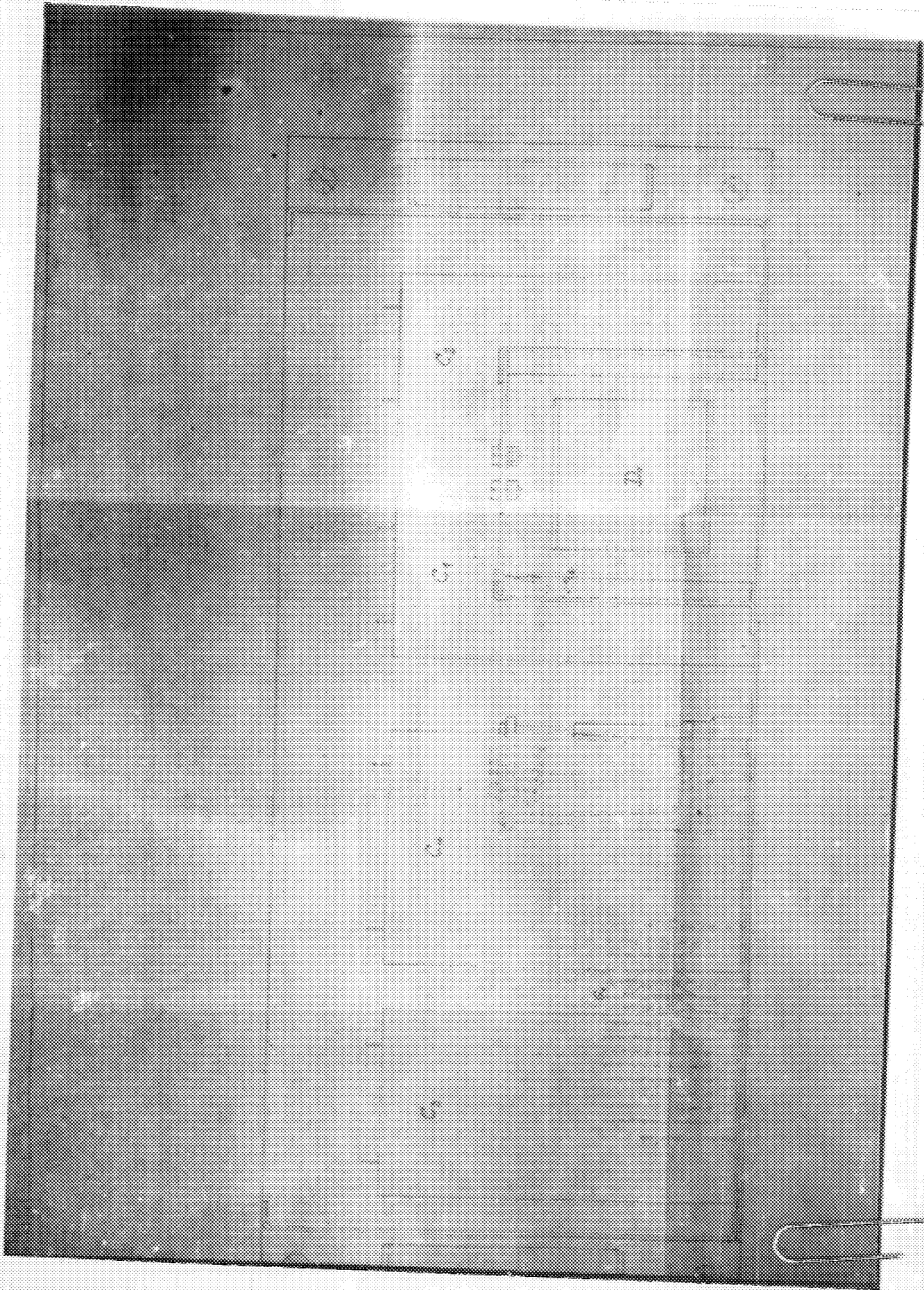


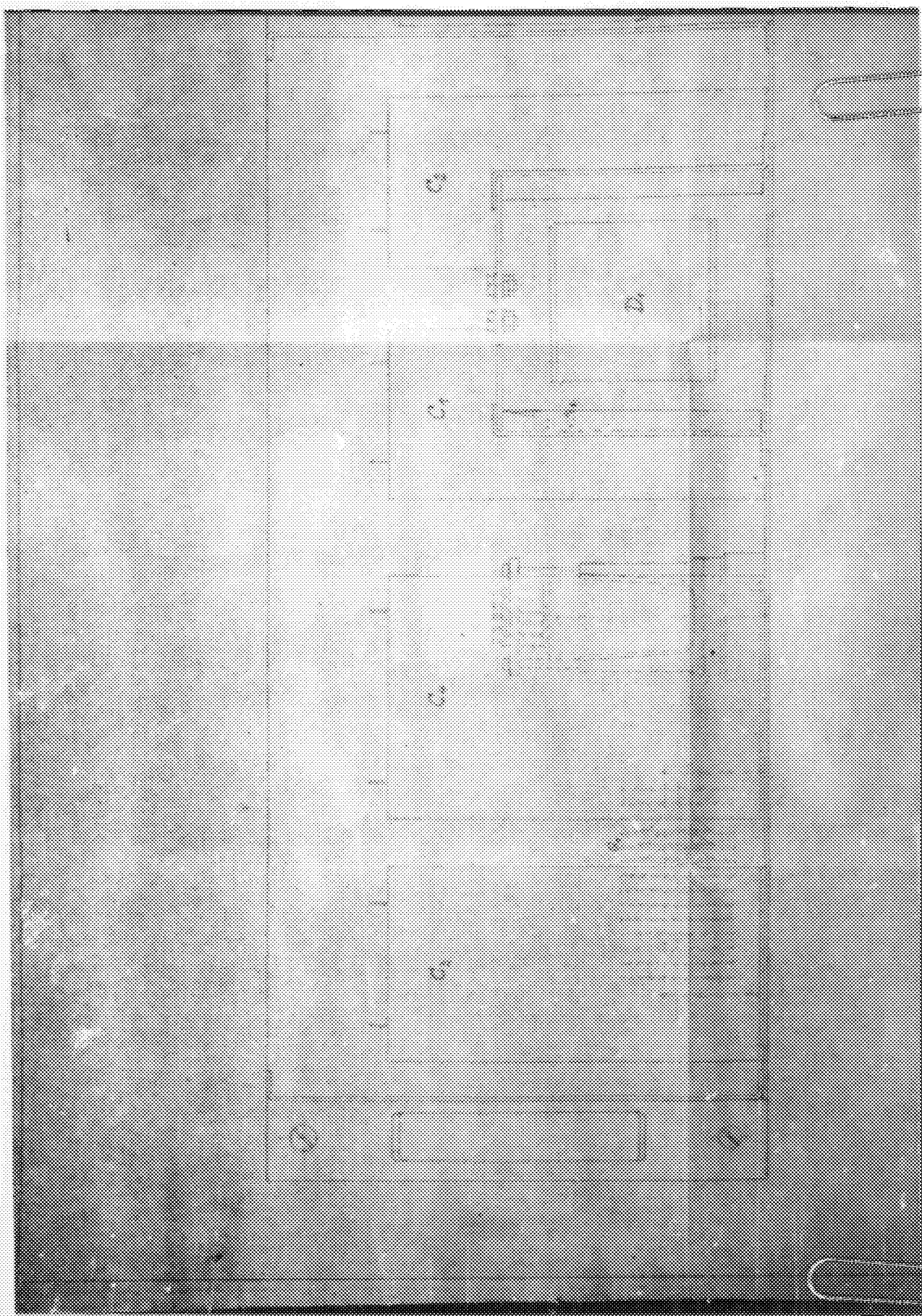


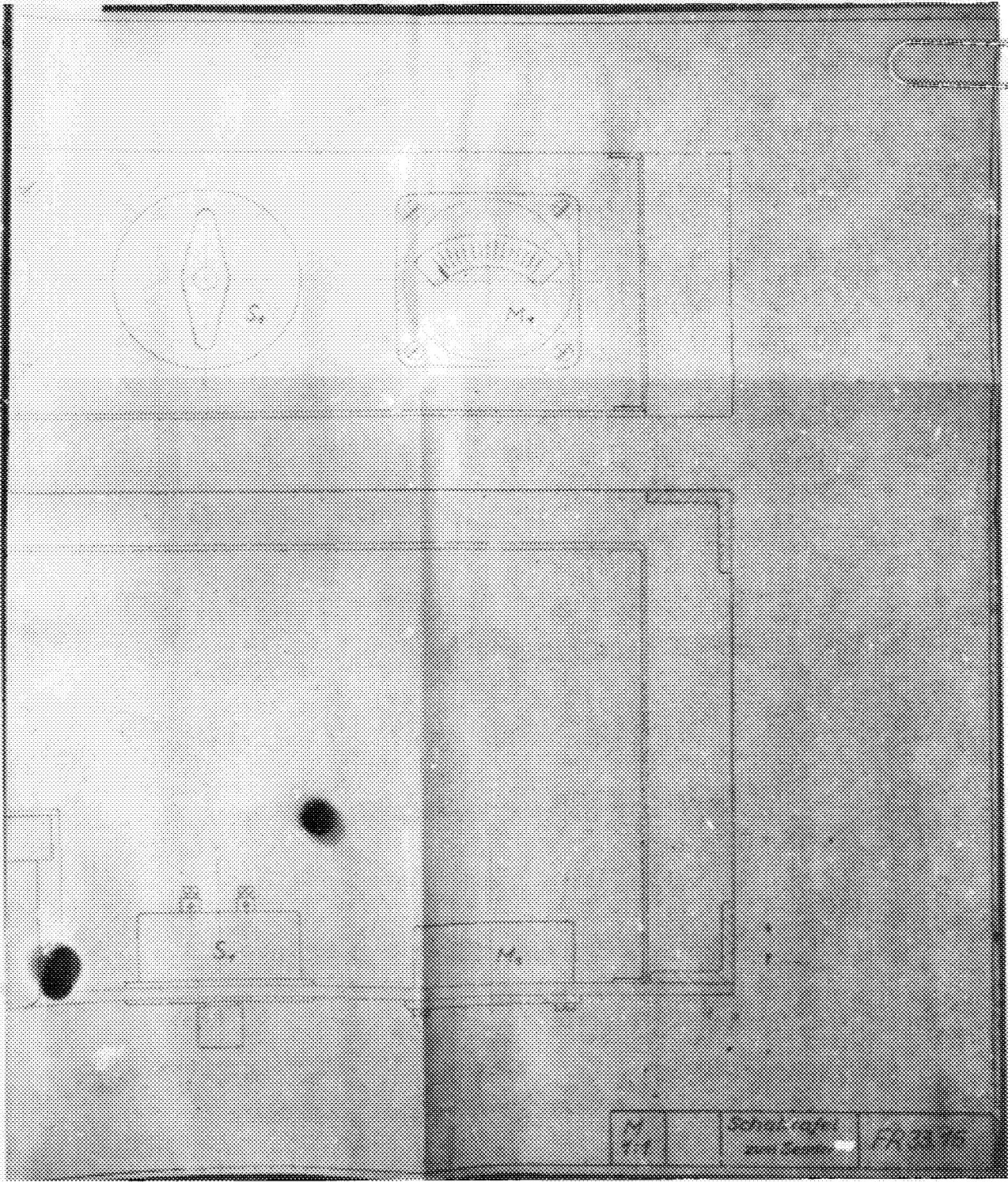


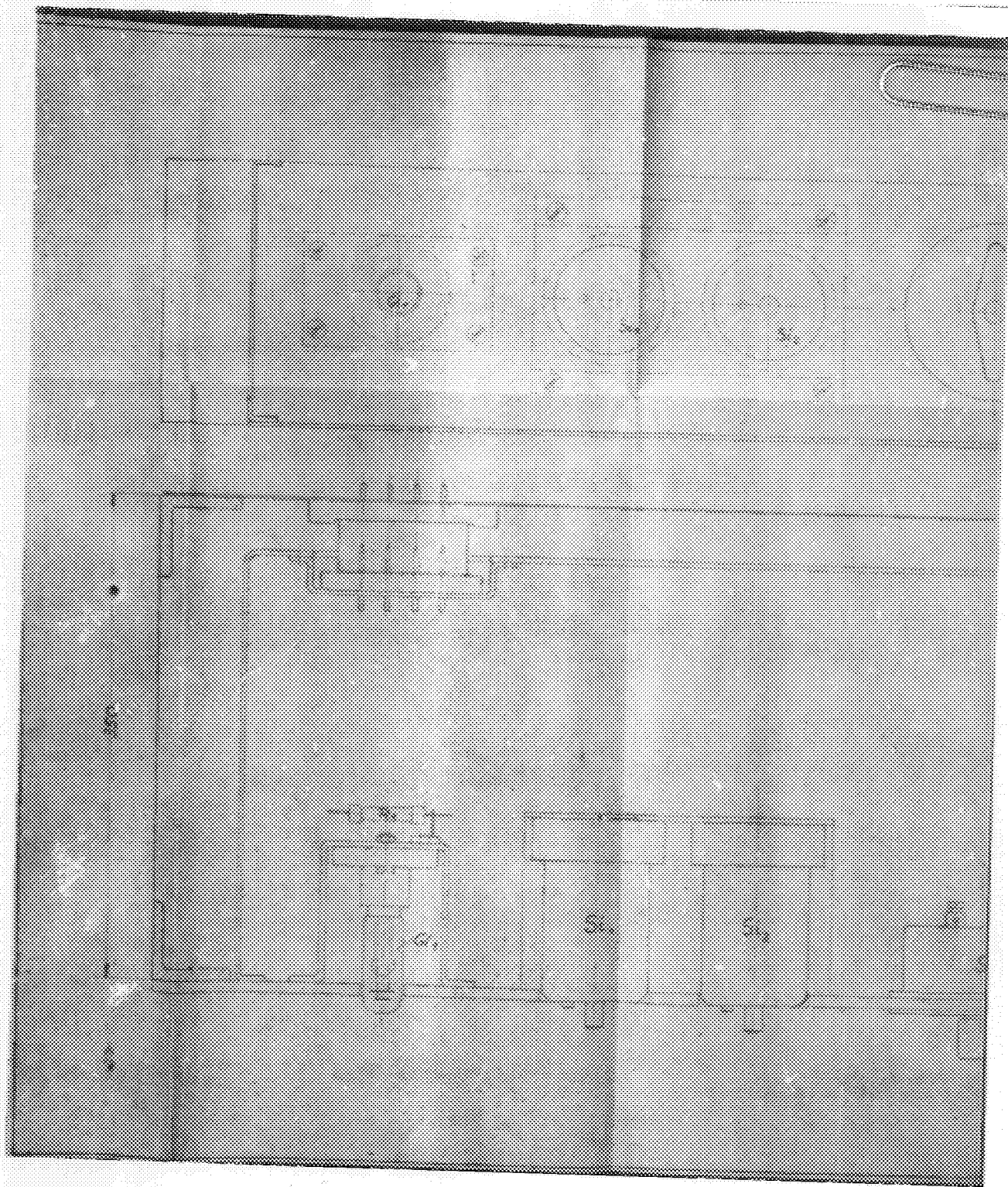


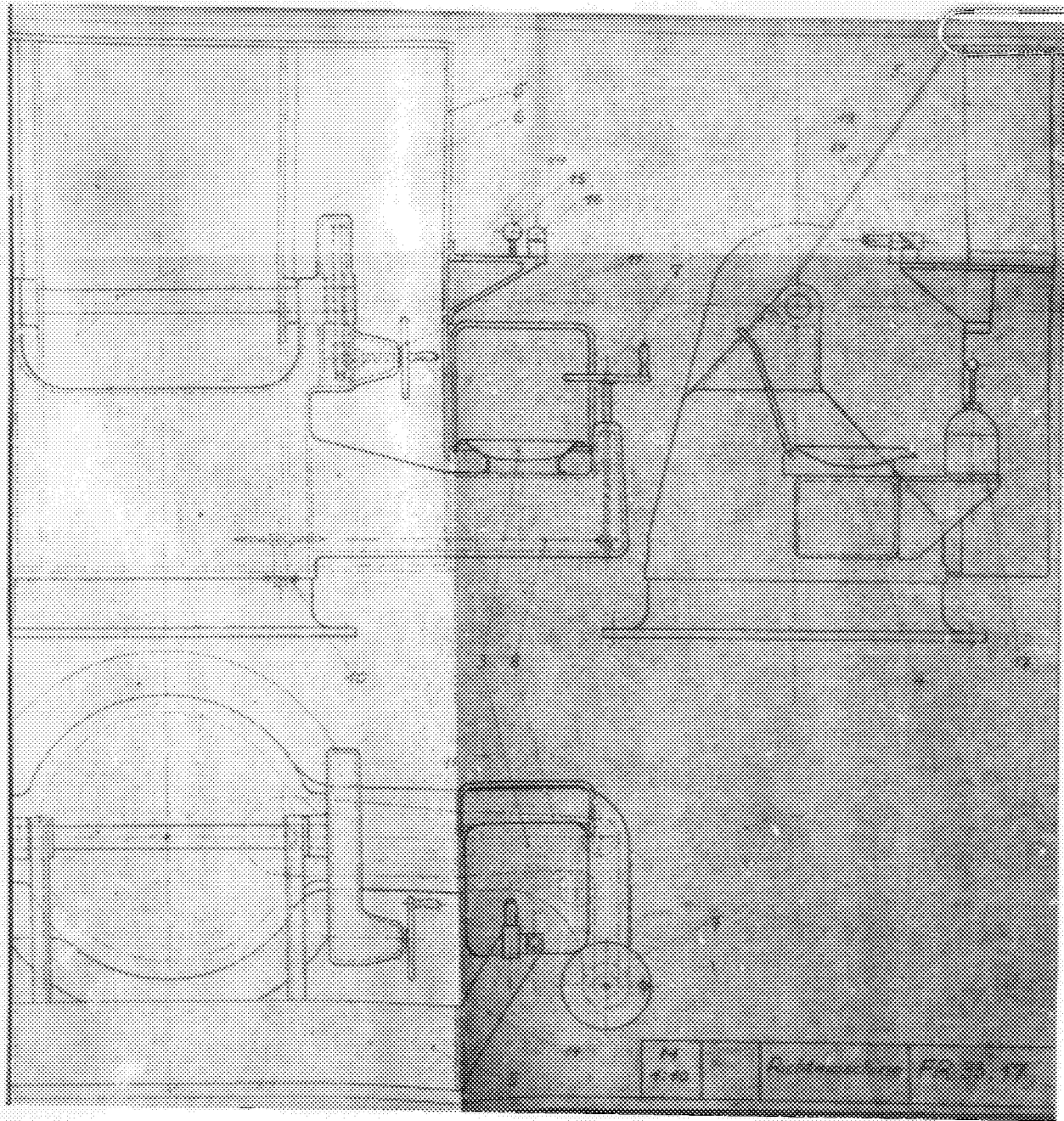


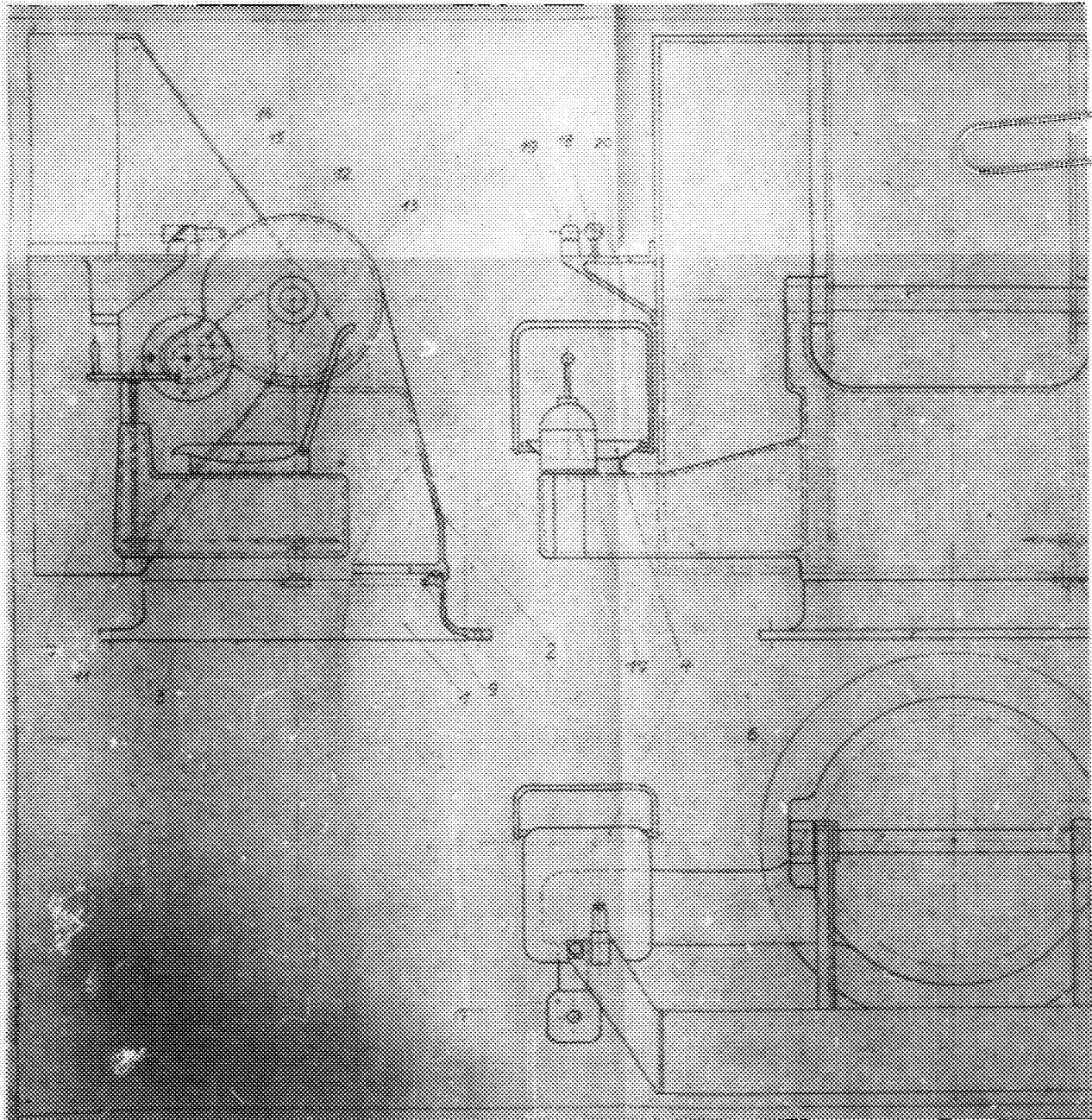


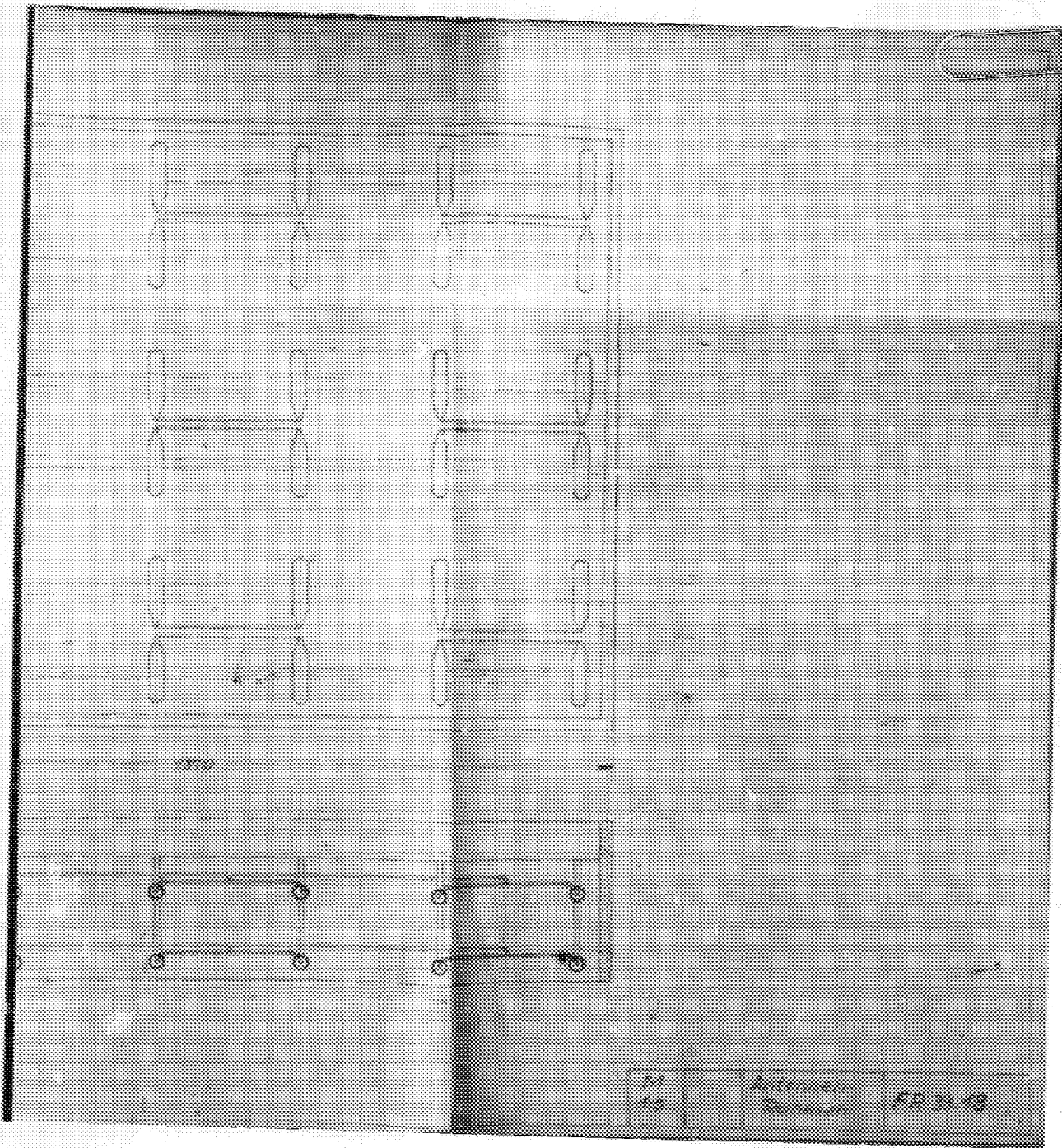




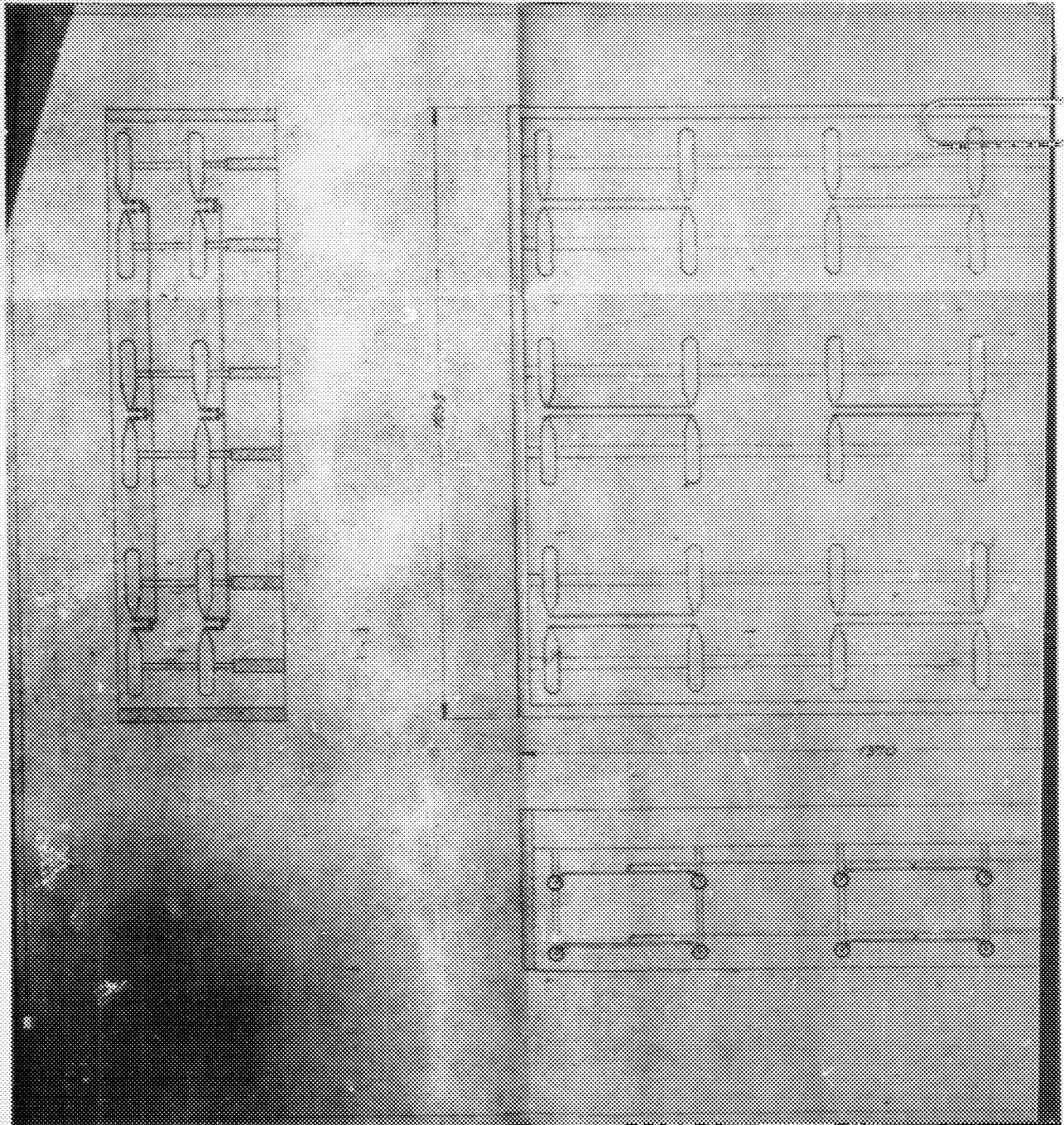




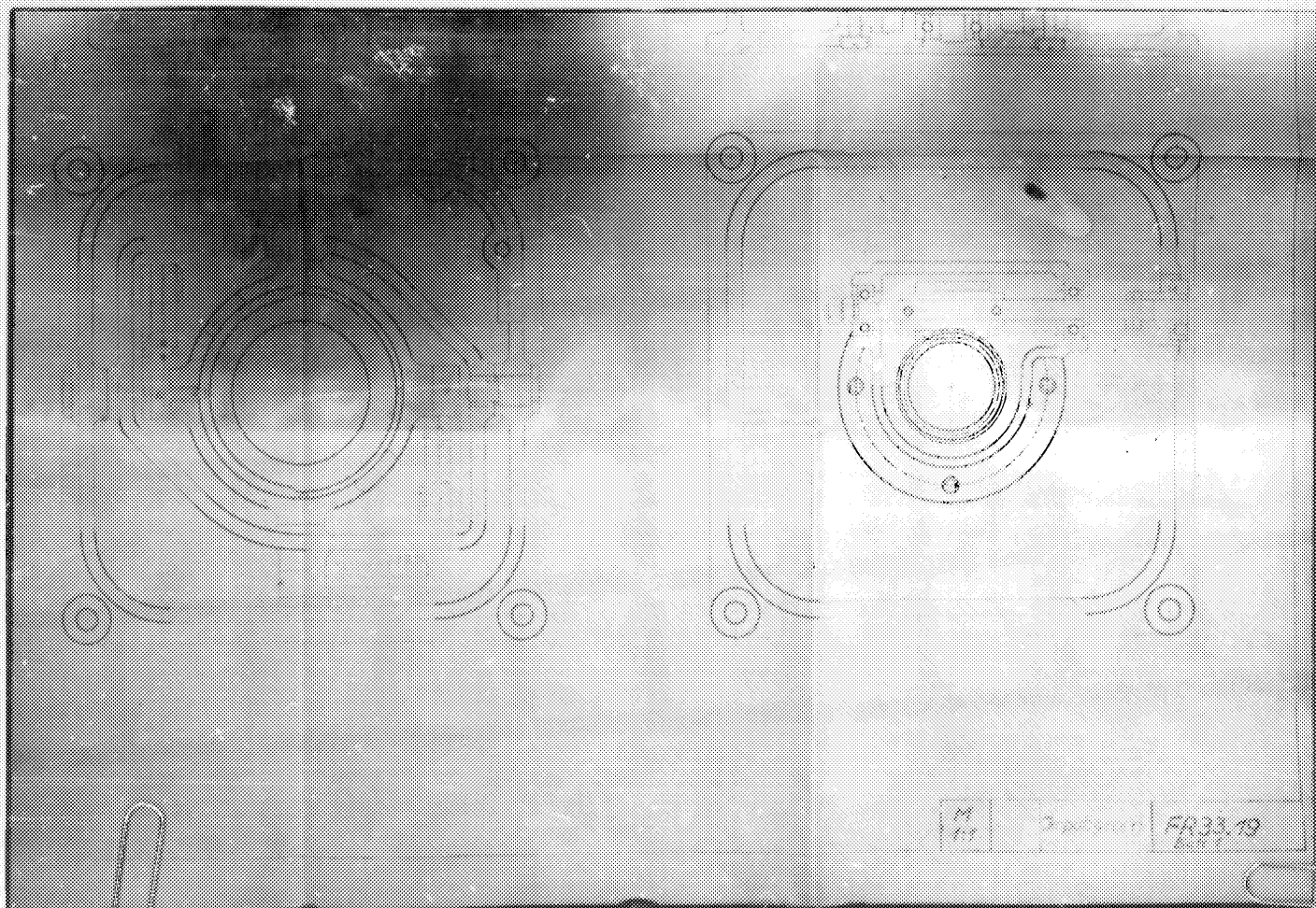




M	Antenna	FR 28-18
45	Support	

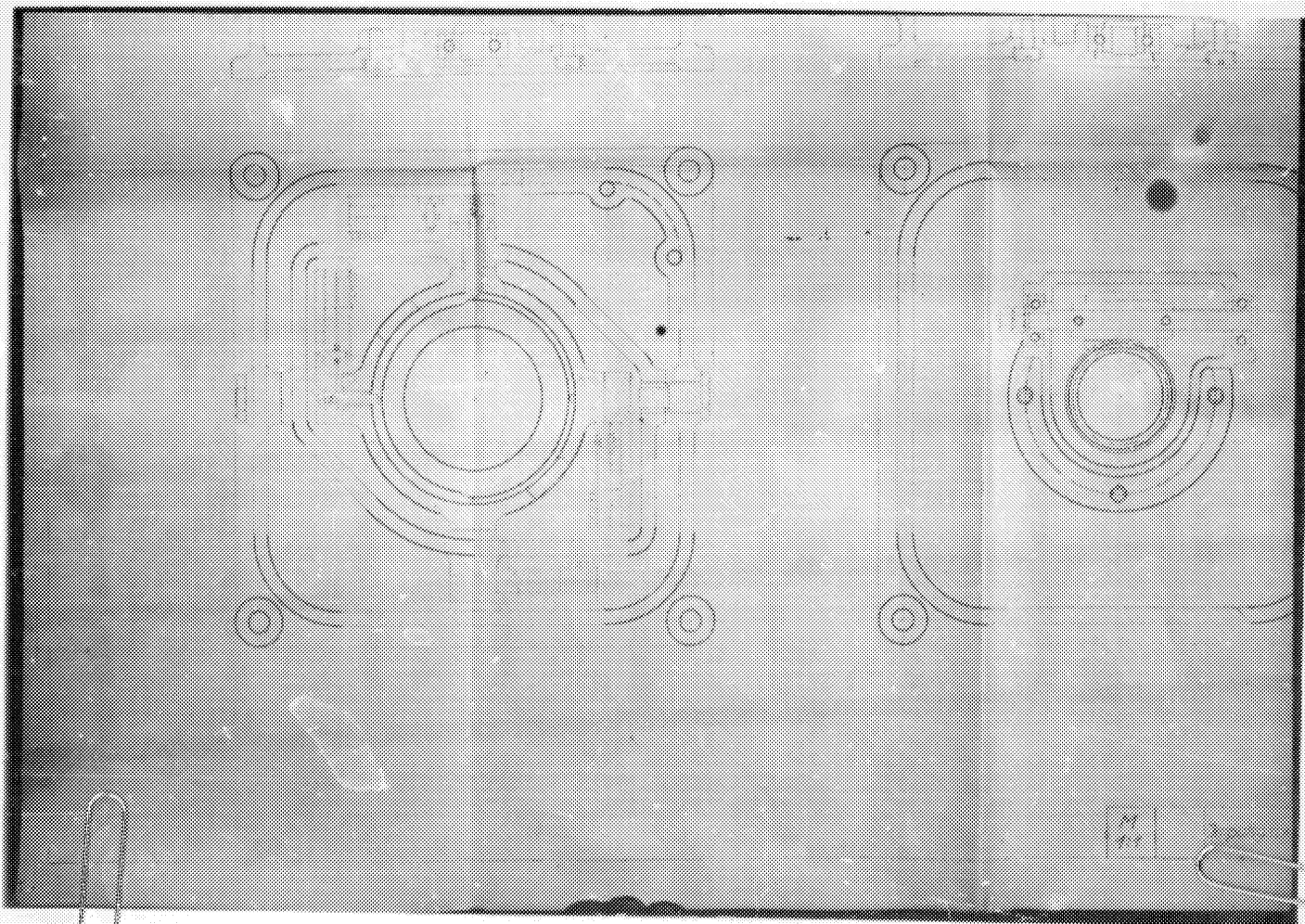


Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2012/02/07 : CIA-RDP83-00415R002900100002-6



Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2012/02/07 : CIA-RDP83-00415R002900100002-6

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2012/02/07 : CIA-RDP83-00415R002900100002-6



Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2012/02/07 : CIA-RDP83-00415R002900100002-6

