



Phys.-techn. Entwicklungslabor
Dr. Rohde & Dr. Schwarz
München

B e d i e n u n g s a n w e i s u n g

zum

UKW-Frequenzmesser 30 ... 3000 MHz

Type W I D BN 442

F.r. .9585

I. Aufbau des Frequenzmessers.

- 1) Grobmesser mit dem Bereich 30 ... 300 MHz, unterteilt in 5 Bereiche (GM). Durch Umschalten mit dem Drehknopf "GM-Bereiche" links oben kann der gewünschte Bereich eingestellt werden. Die Frequenzeinstellung wird mit dem Drehkondensator, der mit dem linken Kurbeldrehknopf abzustimmen ist, vorgenommen und an der linken direkt in Frequenzen geeichten Trommelskala abgelesen. Der Grobmesser dient zur raschen Bestimmung der Frequenzen auf $\pm 0,3\%$ genau und ist in symmetrischer Dreipunktschaltung erregt.
- 2) Feinmesser mit geringer Temperaturabhängigkeit (FM). Veränderbar in 4 Stufen mit dem Gesamtverhältnis 1:1,1 (etwa 3,0 ... 3,3 MHz). Der Temperaturkoeffizient bleibt zwischen 10 und 30°C innerhalb des Wertes von $\pm 1 \cdot 10^{-5}$ pro Grad C. Auch die grosse Trommelskala des FM auf der rechten Seite des Gerätes ist direkt in Frequenzen geeicht, besitzt aber auch eine Gradteilung mit Noniusablesung.
- 3) Normalquarzgenerator 100 kHz (NQ). Diese Stufe arbeitet mit einem Thermostatquarz unserer Type QNT; dadurch bleibt die grösste Frequenzabweichung für den oben angegebenen Temperaturbereich $< \pm 5 \cdot 10^{-6}$. Auf diese Normalquarzstufe ist die Absolutgenauigkeit des Gerätes zurückgeführt.
- 4) Mischstufe mit zwei Mischröhren. Die Überlagerung von f_x und GM, sowie von GM und FM (evtl. mit NQ) wird getrennt in je einer Röhre vorgenommen. Dabei arbeitet der FM auf die zugehörige Mischröhre über eine eigene Verzerrerstufe. Hinter diesen Mischstufen sind für die beiden genannten Interferenzen die Amplituden getrennt regelbar.
- 5) Niederfrequenz-Verstärker mit grossem Durchlassbereich (bis max. 75 kHz). Für den Betrieb der Kopfhörer arbeiten zwei Stufen, eine dritte dient zur Erzielung einer hohen Empfindlichkeit der optischen Anzeige. Zum Anschluss der Kopfhörer dienen die Buchsen an der rechten Seitenwand, zur Anzeige eine Abstimmenszeigeröhre (mag. u. v.).
- 6) Netzteil 220 V für Anoden- und Heizspannungen. (Leistungsaufnahme ca. 95 W).

-/-

II. Aufstellung und Inbetriebsetzung:

Der Frequenzmesser soll an einem erschütterungsfreien Ort aufgestellt werden. Die Raumtemperatur soll möglichst nicht mehr als zwischen 10 und 30°C schwanken. Jeder überflüssige Transport des Gerätes ist zu vermeiden, wenn es sich nicht im federnden Traggestell (siehe Abschnitt V) befindet. Zum Betrieb benötigt das Gerät 220 V.

Durch Drehen des Hauptschalters (zweiter Drehknopf von links) nach (E) wird das Gerät eingeschaltet. Der nächste Schalter setzt den Normalquarz und der ganz rechts den Feinmesser in Betrieb. Der Doppeldrehknopf unten links dient zur Amplitudenregelung. Der grosse Knopf regelt die Lautstärke der Überlagerung f_x mit GM ($f_x + GM$), der kleine Knopf die von GM mit FM ($GM + FM$). Die Messinstrumente der obersten Reihe zeigen links den Anodenstrom des Grobmessers, rechts den Anodenstrom der Feinmesser- bzw. Normalquarzstufe, dazwischen befindet sich die Anzeigeröhre.

III. Messungen.

1) Frequenzbestimmung mit dem GM - Eingeschaltet ist der Hauptschalter. Nach Umschalten des Grobmessers auf den Bereich, innerhalb dessen die zu erwartende Frequenz liegt, wird durch Drehen der Abstimmung die Interferenz im Kopfhörer oder mag. Auge gesucht. Die Einstellschärfe der optischen Anzeige beträgt einige Hertz; bei den hier vorliegenden hohen Frequenzen ist deshalb eine Einstellung auf Schwebungslücke schwierig, aber auch nicht notwendig, eine möglichst gute Einstellung nahe an Schwebungsnull genügt. (Siehe auch Abschnitt III 2 b). Beim Einstellen der Frequenz muss man bei starken Sonden oder enger Ankopplung darauf achten, nicht vornehmlich auf eine Harmonische zu überlagern. Zur Ankopplung lege man an die abgeschirmte HF-Buchse "Einkopplung" an der linken Seitenwand eine kurze Antenne oder eine möglichst abgeschirmte Verbindungsleitung zu dem zu messenden Sender, da das Gerät infolge der hohen Eingangsempfindlichkeit sonst stör anfällig ist. Die Eingangsempfindlichkeit des Grobmessers beträgt etwa 2 mV. Der Grundbereich des Gerätes im GM reicht bis 300 MHz ($\lambda = 1 \text{ m}$). Darüber hinaus wird die Messung durch Überlagerung von Oberwellen vorgenommen, sodass der Messbereich bis etwa 3000 MHz ($\lambda = 10 \text{ cm}$) geht. Der GM ist auf oberwellenreichen Schwingungen eingestellt, sodass man durch Veränderung seiner Frequenz die zu messende Frequenz der Reihe nach mit mehreren seiner Harmonischen überlagern kann. Wie in diesem Fall $\lambda_x = \lambda_n - \lambda_{(n-1)}$ wäre, so gilt entsprechend für die gesuchte Frequenz f_x :

$$f_x = \frac{f_1 \times f_2}{f_1 - f_2} \quad ; \text{ wenn } f_1 \text{ und } f_2 \text{ zwei nebeneinanderliegende}$$

Oberschwingungen sind.

-/-

Eingestellt wird bekanntlich beim Abhören auf Tonminimum oder Schwebungslücke. Bei der optischen Anzeige achte man darauf, dass die Abstimmanzeigeröhre beim Durchgang durch die Interferenz rechts und links von der Lücke einen Leuchtwinkelausschlag zeigt, bevor man im Kopfhörer etwas hört. Dies beruht darauf, dass der Hörbereich auf etwa 15000 Hz begrenzt ist, während die optische Anzeige bis etwa 75 kHz arbeitet; die genaue Interferenz legt man durch Einstellung auf den geringsten Leuchtwinkel fest. Da der NF-Verstärker besonders auf die Verstärkung eines weiten Frequenzbandes durchgebildet ist, lässt sich gerade bei den höchsten Frequenzen mit dem magischen Auge noch eine einwandfreie Einstellung ermöglichen.

2) Feinmesser: Eingeschaltet ausser dem Hauptschalter der FM.

Bei Feinmessungen soll das Gerät stets vorher 20 Min. eingeschaltet worden, um sich einzulassen.

a) Soll eine Frequenz genauer bestimmt werden, als der GM zulässt, so überlagert man zusätzlich noch eine Oberschwingung des FM. Der Vorgang ist dann derart, dass ausser der ungefähr bestimmten Grobfrequenz und der überlagerten Feinfrequenz die Ordnungszahlen der verwendeten Harmonischen bestimmt werden. Dann wird rückwärts aus der genauen Feinfrequenz und der Ordnungszahl "n" die Grobfrequenz ebenso genau ermittelt. Zur Erläuterung diene folgendes Beispiel: Die GM-Messung zeige eine Senderfrequenz bei 89 MHz. Eine deutliche Oberschwingung erscheine im FM bei 3170 kHz. $n = \frac{89}{3.17} = 28,00$; also nahe bei 28; wir haben die 28. Harmonische.

Die genaue Frequenz am GM ist also dann: $3,17 \times 28 = 88,76$ MHz.

Ist das mag. Auge durch die Überlagerung $f_x + GM$ bereits voll ausgesteuert, so regle man vor der Feinmessung die Amplitude $f_x + GM$ (grosser Knopf) etwas zurück, da sonst die Überlagerung mit dem FM - besonders bei höheren Oberwellenzahlen - nicht mehr deutlich sichtbar wird, auch wenn man sie im Kopfhörer noch vernimmt. Ähnlich muss umgekehrt bei geringer Amplitude der Messfrequenz die Interferenz $GM + FM$ (kleiner Knopf) zurückgeregelt werden. Bei diesen Harmonischen-Vergleichen ist die Amplitude der Überlagerung zu beachten, da ausser den ganzzahligen auch $1/2$ -Oberwellen hörbar sein können, die un schön in der Rechnung sind. Ist man mit dem Gerät nicht vertraut, können bei Messungen mit dem Feinmesser im letzten GM-Bereich (300 MHz) durch ungenaues Ablesen Fehler entstehen, obwohl bei der GM-Genauigkeit von 0,3% der Abstand zweier Oberwellen - im ungünstigsten Fall 1% - reichlich Spielraum lässt. Überlagert man - nach Bestimmung der Grundwelle - f_x so mit einer GM-Oberwelle, dass dieser etwa im 5. Bereich arbeitet, dann ist die Oberwellenzahl $GM-17$ erheblich niedriger und schliesst auch diese Fehlerquelle aus.

Bei abwechselnden Messungen mit dem GM und FM darf der FM nicht dauernd eingeschaltet bleiben, da sonst durch störende Überlagerung Irrtümer entstehen können. Man schaltet deshalb den FM bei kurzem Nichtgebrauch auf Stellung "Einlaufen" zurück.

b) Die Einstellung der Interferenz mittels Kopfhörer oder Anzeige wird, wie bei der Überlagerung am Grobmesser beschrieben, vorgenommen. Bei genauer Messung mit dem FM ist vor allem darauf besonders Wert zu legen, dass die Abstimmung des GM auf die zu messende Frequenz möglichst scharf ist. Ist das nämlich nicht der Fall, so vervielfacht sich der Betrag der Falschmessung mit der Ordnungszahl der Oberwelle GM-FM und die genaue FM-Messung ist u.U. wertlos.

Bei den höheren Frequenzen wird sich aber oft eine genaue Abstimmung auf die Schwebungslücke nicht erhalten lassen, da hierfür die zu messende Frequenz nicht die nötige Konstanz besitzt und deshalb die Einstellung unmöglich ist. Dabei berücksichtige man aber folgendes: Die für das Gerät angegebene Genauigkeit der direkten Eichung von $\pm 3 \cdot 10^{-5}$ absolut erlaubt innerhalb der GM-Bereiche folgende Messunsicherheit:

bei 30 MHz	:	$\pm 3 \cdot 10^{-5}$	=	0,900 kHz	;
80 MHz	:	$\pm 3 \cdot 10^{-5}$	=	2,4	kHz ;
200 MHz	:	$\pm 3 \cdot 10^{-5}$	=	6,0	kHz ;
300 MHz	:	$\pm 3 \cdot 10^{-5}$	=	9,0	kHz .

Das bedeutet also, dass ein Herausfallen aus dem Schwebungsnul innerhalb dieser Grenzen unbedenklich ist.

3) Messungen mit dem Normalquarz. Eingeschaltet ist ausser dem Hauptschalter der NQ.

a) Absolutkontrolle des Feinmessers. Zu dieser Prüfung wird der Normalquarz auf Stellung "Normalquarz an FM" gebracht. Dadurch wird der GM abgeschaltet, sodass an der 2. Mischröhre nur der FM und der NQ liegen; ausserdem wird gleichzeitig der Durchlassbereich des NF-Verstärkers nach hohen Frequenzen begrenzt (bis max. 12000 Hz). Zu dieser Prüfung ist eine genaue Einstellung des FM natürlich besonders wichtig. Zwar genügt zur Erhaltung der Messgenauigkeit von $3 \cdot 10^{-5}$ eine Einstellung auf ca. 90 Hz, doch ist die Dimensionierung der optischen Anzeige des Gerätes so, dass ohne weiteres Quarz und FM auf wenige Hertz ausgeschweift werden können. Man kann beim Durchdrehen des FM alle 100 kHz Punkte von 3000 ... 3300 kHz bestimmen, daneben aber auch die $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ Oberwelle, also die 50 und $33\frac{1}{3}$ kHz-Punkte. Auf diese Weise lassen sich sämtliche Bereiche überprüfen.

Kommen die Prüfwerte nicht an der richtigen Stelle der Skala (nach Röhrenwechsel, sehr langer Dauerbetrieb usw.) so können sie mit dem Korrekturtrimmer rechts ("Nachstimmung") richtig gestellt werden. Die Konstruktion dieses Trimmer-Drehknopfes verhindert eine unbeabsichtigte Verstellung. Diese Kontrolle wiederhole man öfters bei genauen Messungen; dabei genügt es, als Prüfpunkt den nächstgelegenen Quarzpunkt in dem betreffenden FM-Bereich zu verwenden.

b) Normalfrequenzen: Man kann über den ganzen Bereich hinweg Quarzharmonische nach folgender Methode, die besonders für Eichungen sehr brauchbar ist, bekommen:

Nach 3a wird erst der FM und der NQ zur Übereinstimmung gebracht und dann der NQ-Schalter auf "Normalquarz an GM" gestellt, ohne den FM abzuschalten. Man hört nun die Interferenz des GM mit den Harmonischen des FM, dem dabei die Quarzfrequenz 100 kHz aufmoduliert ist, also ein Spektrum von 100 kHz-Punkten im ganzen GM-Bereich. Stimmen FM und NQ genau überein, dann sind auch die so gemessenen Punkte gleich genau.

4) Genauigkeit.

Die Genauigkeit des GM beträgt $\pm 0,3\%$ absolut. Die Genauigkeit des FM ist etwa $\pm 2 \cdot 10^{-5}$, dabei empfiehlt sich für diese hohe Genauigkeit die Verwendung der Noniusskala und Kurvenablesung, die direkte Eichung hat etwa $\pm 3 \cdot 10^{-5}$. Die Kurven enthalten den Steigungsfaktor ($\Delta f/f / \text{Skt} = \text{ca. } 1,5 \cdot 10^{-4}$), dessen Kenntnis besonders für Differenzmessungen angenehm ist. Der angegebene Wert gilt je Skalenteil und zeigt, dass die Ablesegenauigkeit des FM den Wert $2 \cdot 10^{-5}$ übersteigt (pro 1 Non.Skt.). Der eingebaute Thermostatquarz hat eine Frequenz von 100,000 kHz, die mit einer Absolut-Genauigkeit von ± 2 Hz eingehalten wird; auf ihn wird die Genauigkeit des ganzen Gerätes zurückgeführt.

Bei der Umrechnung von Frequenzen in Wellenlängen ist auf den zur Zeit richtigen Wert der Lichtgeschwindigkeit zu achten. $c = 2,9980 \times 10^8$ m/sec.

IV. Röhren.

Nach dem Öffnen des Klappdeckels an der Rückwand des Frequenzmessers sind die Röhren zugänglich. Die Röhren stehen von links in dieser Reihenfolge:

Auf dem Chassis:

- 1) Röhre des Feinmessers EF 12
- 2) Röhre der Normalquarzystufe EF 12
- 3) Verstärkerröhre der 3. Stufe EF 12
- 4) Verstärkerröhre der 2. Stufe EDD 11
- 5) Verstärkerröhre der 1. Stufe EF 12

Auf dem Aggregat:

- 6) Verzerrerröhre EF 14
- 7) Grobmesserröhre LD 1
- 8) 1. Mischröhre RV 12 P 2000
- 9) 2. Mischröhre RV 12 P 2000

Am Netzteil:

- 10) Gleichrichterröhre A Z 11
- 11) Stabilisator STV 2 30/40

An der Frontplatte:

- 12) Anzeigeröhre EM 11.

Zur Absicherung des Gerätes befinden sich auf der Rückseite zwei 700 mV Sicherungen.

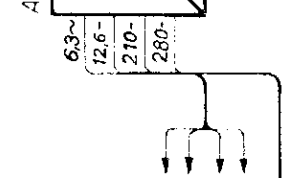
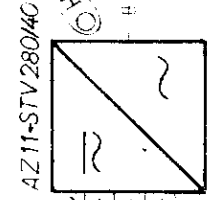
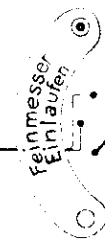
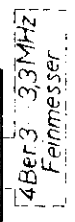
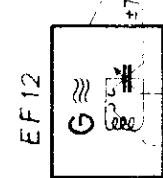
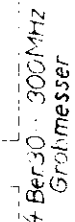
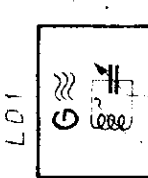
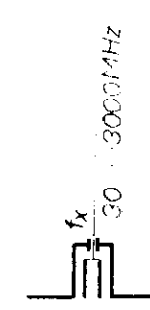
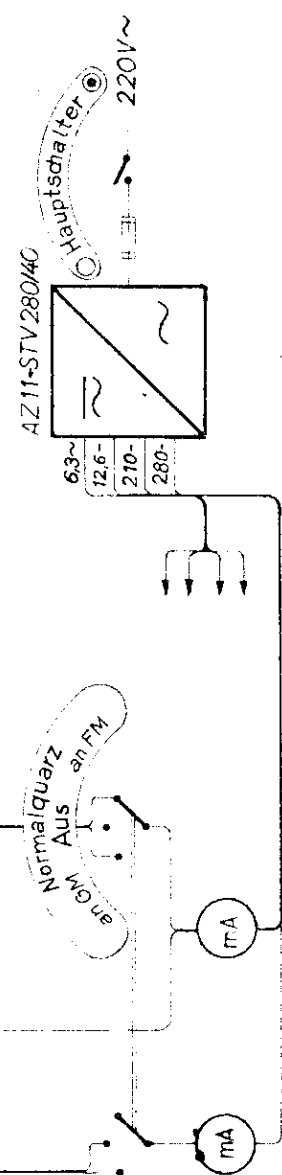
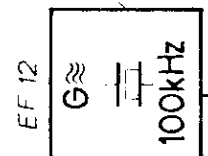
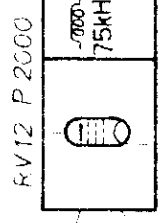
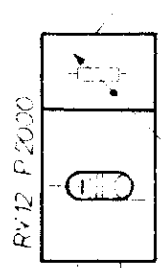
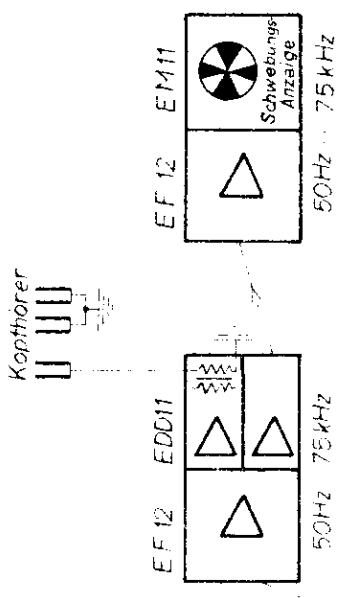
Die Abstimmanspeiseröhre kann durch Abnehmen des Abdeckringes in der Mitte der Frontplatte ausgewechselt werden. Die Änderung der Eichung beim Auswechseln der FM-Röhre kann, wie unter dem Abschnitt "Absolutkontrolle" beschrieben, nachgestellt werden.

V. Federgestell

Soll der UKW-Frequenzmesser nicht nur im Labor, sondern auch als ortsvoränderliches Gerät verwendet werden, so ist der Einbau in das federnde Rohrtraggestell BN 98020 oder 98021 nötig. Bei letzterem wird ausserdem die Frontplatte für den Transport durch einen Leichtmetalldeckel spritzwasserdicht abgeschlossen und so vor Beschädigungen geschützt. Die federnde Aufhängung des WID empfiehlt sich auch in all den Fällen, wo er irgendwelchen Erschütterungen ausgesetzt sein kann, damit ein klingfreies Arbeiten ermöglicht wird.

Bei nachträglicher Beschaffung des Rohrgestells ist die Einsendung des Frequenzmessers zum Einbau notwendig.

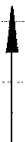
Zur Erhöhung der vielseitigen Anwendungsmöglichkeit des Gerätes liefern wir passende Laborwagen (BN 98010 für WID allein und BN 98011 für WID mit Traggestell). Diese fahrbare Anlage kann nun überall im Betrieb eingesetzt werden.



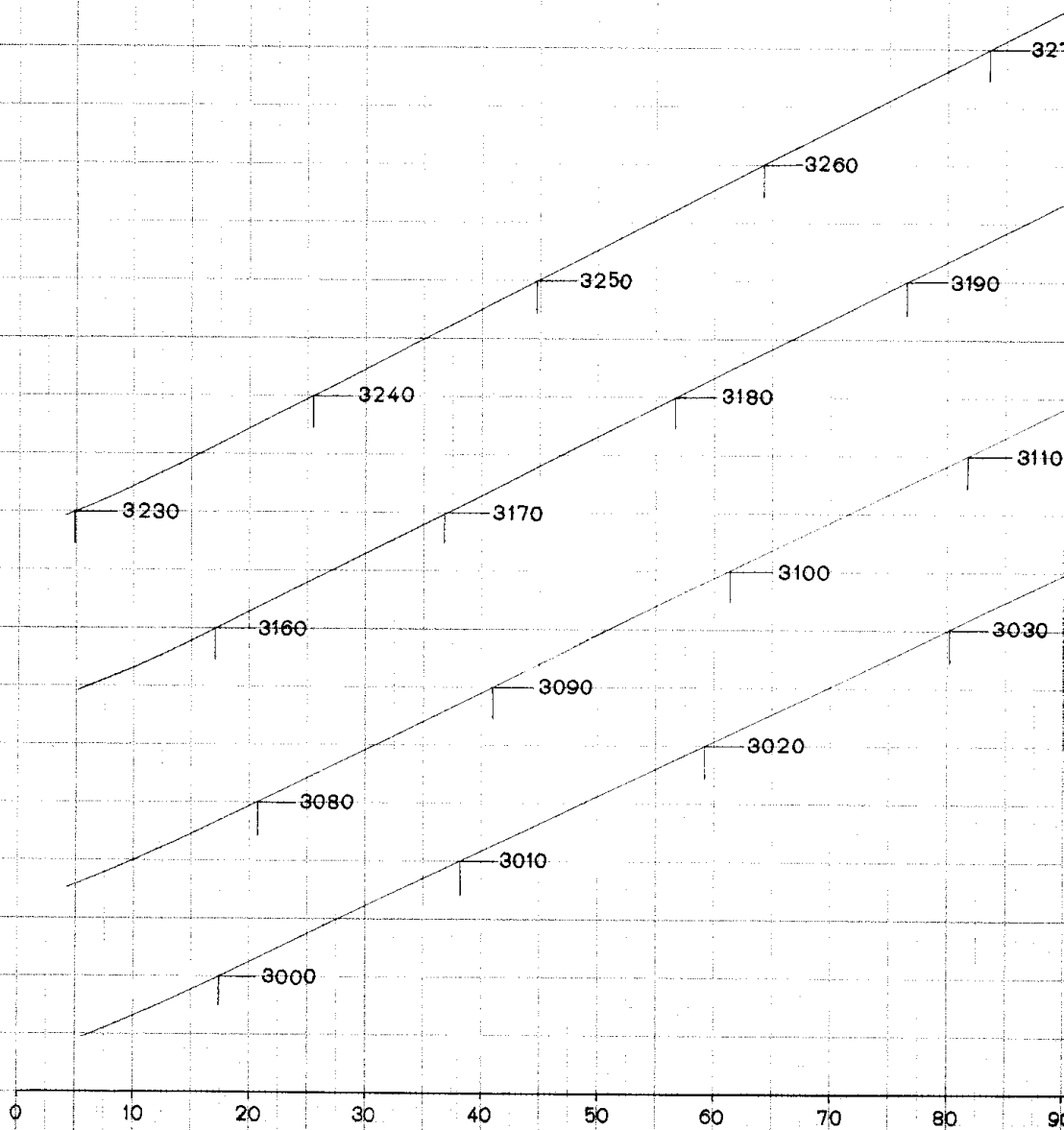
entw.: 3.9.41	Physikalisch-techn. Entwicklungslabor. Dr. Rohde & Dr. Schwarz	SZN SF 43-02
gez.: 9.9.41		
gepr.: 10.9.41		
Type WID	UKW Frequenzmesser 30-3000MHz BN 441	Ereits für:
		ersetzt durch:

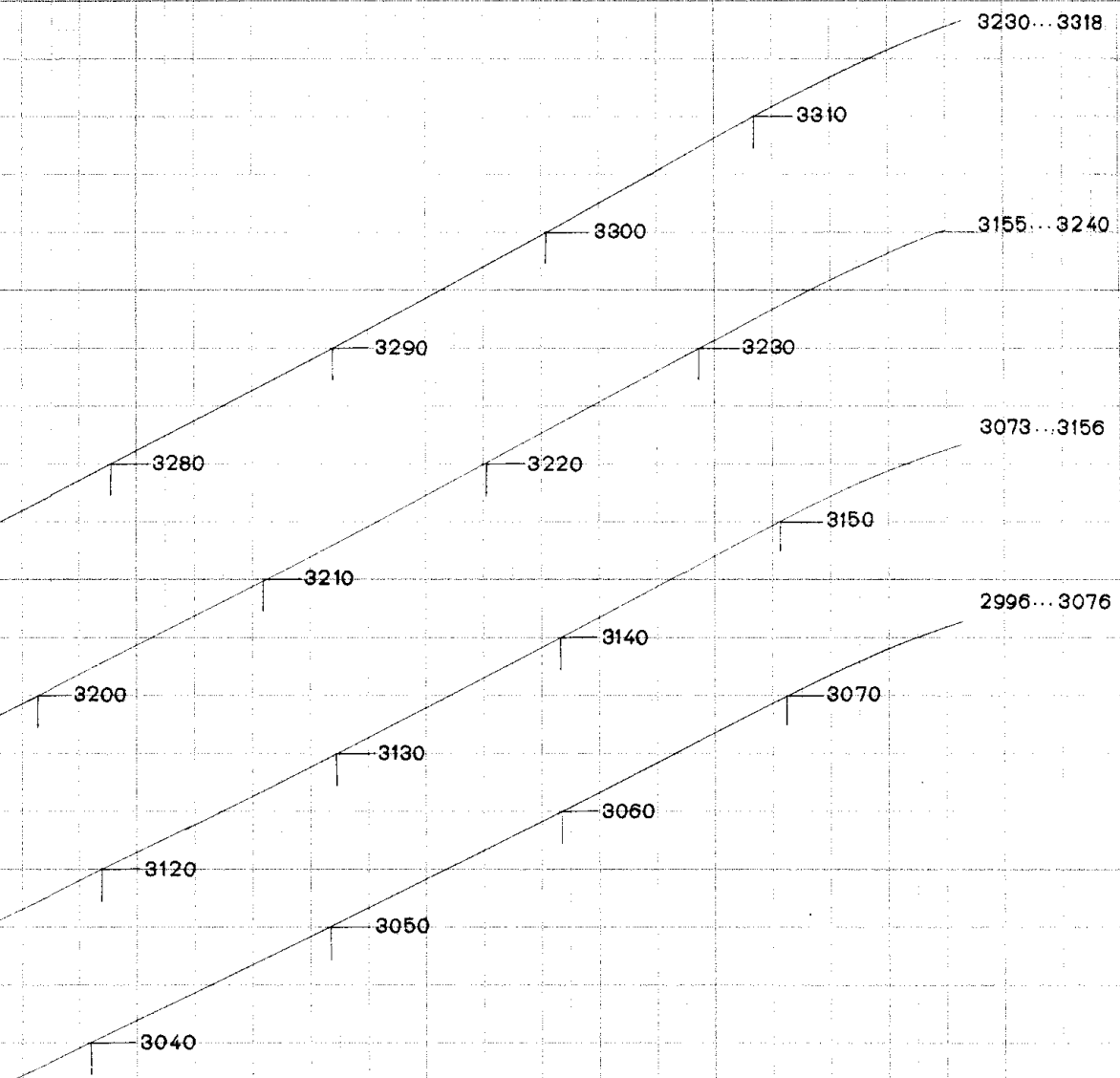
Diese Zeichnung darf ohne unsere Genehmigung weder kopiert noch dritten Personen oder Konkurrenzfirmen mitgeteilt werden. (§ 1 Ziffer 3 des Gesetzes vom 1. Juni 1901.)

kHz



Physikalisch Techn. Entwicklungslabor.
Dr. Robde & Dr. Schwarz





$\Delta f/f/Skt. = 1,606 \times 10^{-4}$

WID 9585

Feinmesser

22.1.43 Bl.45 M.K.

— α

100 110 120 130 140 150 160 170 180