

Übersetzung der deutschen
Ausgabe nach R 12070

Zusammenge stellt
nach R 15191

Printed in Western Germany

Instruction Book

FREQUENCY CONTROLLER

Type XKE

BN 444834

Supply of Replacements

Replacements are supplied on request by your nearest R&S agents or the principals ROHDE & SCHWARZ, D 8000 München 80, Mühldorfstraße 15; telephone (0811) 401981; telex 05-23703; telegram rohdeschwarz muenchen.

In your own interests, please let us have the following specifications when ordering replacements:

- (a) Reference Number and R&S Stock Number of the defective component (according to parts list).
- (b) Type or Order Number (BN) and Serial Number (FNr.) of the equipment (e. g. according to front-panel engravings).

Please specify the exact address in order to avoid unnecessary delays in delivery.

"Zusammenstell-Vorschrift"

The "Zusammenstell-Vorschrift" is a reference list specifying the different parts of the instruction book. With the aid of this list (ZV), it is possible to check up on the latest amendment (ÄZ) of the parts lists, circuit diagrams and drawings, and to find out whether all specified parts are in fact included in the instruction book.

Sections that are missing in the instruction book but listed in the "Zusammenstell-Vorschrift" were either not available when the instruction book was compiled or have been omitted unintentionally. Please inform us in this case, indicating the reference number (R-Nr.) of the list in the lower right-hand corner and the item number (Pos. -Nr.).

Table of Contents

1.	<u>Specifications</u>	4
2.	<u>Uses</u>	7
3.	<u>Description</u>	9
4.	<u>Theoretical Considerations, Functioning</u>	11
4.1	Phase Follow-up System	11
4.1.1	Behaviour in the Case of Small Phase Differences	11
4.1.2	Behaviour in the Case of Large Phase Differences	12
4.2	Frequency Controller	12
4.2.1	Effects of Disturbances on Frequency Control	13
4.2.1.1	Phase Jumps of Pilot Frequency	13
4.2.1.2	Periodic Phase Variations	14
4.2.1.3	Rising Function, Aging	15
4.3	Output for Phase Recorder	16
4.3.1	Frequency Control Off	17
4.3.2	Frequency Control On	17
4.4	Output for Level Recorder	18
5.	<u>Preparation for Use</u>	19
5.1	Adapting to the Available AC Supply Voltage	19
5.2	Changing the Crystal Filter Y1	19
5.3	Reception of Frequencies in the Range 110 - 199 kHz	20
5.4	Adjusting the Time Constant T_f	20
5.5	Incorporating the Synchro Receiver	21
5.6	Setting up and Connecting the Antenna	22
5.6.1	Ferrite Antenna	22
5.6.2	Wire or Rod Antenna	23
5.6.3	Lightning Protection	23
5.7	Connecting Cables	24

6.	<u>Operating Instructions</u>	24
6.1	Preparation for Use	24
6.1.1	Overdrive Check	24
6.1.2	Signal Level	25
6.1.3	Threshold	25
6.1.4	Stopping of Controller in the Case of Pilot Frequency Outage	25
6.2	Recording the Frequency Variation	26
6.3	Operating Instructions and Adjustment Procedure for the Phase Recorder	27
6.4	Operating Instructions and Adjustment Procedure for the Level Recorder	28
6.5	Example of Phase Recording Evaluation	28
7.	<u>Maintenance and Trouble Shooting</u>	31
7.1	Checking the Polarity of the Synchro System	31
7.2	Checking the Sensitivity	32
	<u>Translations for Drawings and Diagrams</u>	34
	<u>Translations for Parts Lists</u>	40

1. Specifications

Inputs

Pilot frequency f_1 (= incoming frequency)	any multiple of 100 Hz in the ranges 10 to 25 kHz and 110 to 125 kHz any multiple of 500 Hz in the ranges 25 to 100 kHz and 135 to 199 kHz, selection by insertion of appropriate filter panel and use of frequency converter
Input voltage f_1 required for driving to full output	1 μ V to 2 V, adjustable, input impedance 50 Ω ; socket BNC series
Controlled frequency f_2	100 kHz
Input voltage f_2	min. 100 mV to max. 2 V, input impedance 2 k Ω ; socket BNC series
Selectivity in the pilot frequency channel	≥ 33 dB at 100 Hz from f_1 ≥ 50 dB at 500 Hz from f_1
Total bandwidth = lock-in range	approx. 2×10^{-7} of the incoming pilot frequency
Outputs	
Sync output f_3	100 kHz synchronous with f_1 , 1 V, output impedance 50 Ω ; socket BNC series
for operating the trimmer of the frequency standard	3 x 6 V for DC synchro receiver
for phase recording	0 to 6 mA, linear for 0 to 100 psec phase difference between f_1 and f_2 , output impedance approx. 2.5 k Ω
for recording the received voltage	0 to 6 mA, for 0 to full level, output impedance approx. 1 k Ω
Time constant in conjunction with Type XSD	10,000/50,000/250,000 sec, by gear changing
Response threshold	15 to 100% of full level, adjustable in steps
Operating voltages	AC supply and/or battery
AC supply	110/125/220/240 V $\pm 10\%$ -20% 47 to 400 Hz, approx. 13 VA

R 14229
766
B1. 4

Battery 11 to 16 V DC, approx. 6 W,
not chargeable from the set

Dimensions (W x H x D)

rack-mounting unit
according to DIN 520 x 168 x 440 mm
19" rack-mounting unit 484 x 176 x 440 mm
cabinet model with cover 540 x 234 x 453 mm

Weight

cabinet model approx. 27.5 kg
rack-mounting unit approx. 18.0 kg

Designation for ordering
(please state frequency of
pilot signal to be received)

Cabinet model Frequency Controller Type XKE,
BN 444834

Rack-mounting unit
according to DIN Frequency Controller Type XKE,
BN 444834 D

19" rack-mounting unit Frequency Controller Type XKE,
BN 444834 DZ

Accessories supplied 1 power cord LK 08038
(included in price)
1 synchro receiver BN 444834-50
(only for incorporation into the
Frequency Standard Type XSD)
1 filter panel BN 444834-14/...
(frequency between 10 and 100 kHz,
according to order, incorporated
in Type XKE)
1 RF patch cord BN 9111505/100
(1 metre, BNC plug)
1 5-core patch cord NG 600-2/100
(1 metre, Tuchel-type plug)
1 RF plug BNC series, FHM 11013/50

Recommended accessories 1 ferrite antenna BN 4448341

R 11229

766

21.5

Table of Standard Frequency Stations (as at January 1966)

Country	Call sign	Location	Carrier frequency (kHz)	Emitted power (kW)
USA	NAA	Cutler, Maine	17.8	1000
	NBA	Balboa, C.Z.	24.0	30
	NPG/HLK	Jim Creek, Wash.	18.6	250
	NPM	Lualualoi, Hawaii	26.1	100
	WWVL	Ft. Collins, Co.	20.0	1
	NSS	Annapolis, Md.	21.4	100
	WWVB	Ft. Collins, Co.	60.0	7 ⁺)
England	GBR	Rugby	16	40
	MSF	Rugby	60	10 ⁺)
Federal Republic of Germany	DCF 77	Mainflingen	77.5	12 ⁺)
Switzerland	HBG	Prangins	75	25 ⁺)
USSR	ROR		25	
CSR	OMA		50	

⁺) Transmitter power

The above-mentioned American and English frequency stations are controlled either directly or indirectly by atomic frequency standards. The maximum error ($\frac{\Delta f}{f}$) of the emitted carrier frequencies is less than 5×10^{-11} . They refer to the frequency of 9,192,631,770 Hz of the cesium beam frequency standard from which they differ by a defined amount to synchronize with universal mean time UT2.

R 11229
766
El. 6

Deviation ($\frac{\Delta f}{f}$) 1962 and 1963 -130×10^{-10}

Deviation ($\frac{\Delta f}{f}$) as from 1964 -150×10^{-10}

Deviation ($\frac{\Delta f}{f}$) as from 1966 -300×10^{-10}

All stations can be received with the Frequency Controller Type KKE in Europe, most of them can even be received at any point on the earth.

2. Discussion

Crystal-controlled frequency standards are essential for governing the accuracy of equipment such as crystal clocks and precision frequency measuring systems, e.g. our Types CAC and XZA. They have become very important for driving the decade synthesizers and exciters, e.g. our Type NO 263 used in transmitters, and for the synchronization of TV transmitters with precision offset.

The very high frequency stability needed requires constant comparison with primary standard frequencies as supplied by many scientific institutes and commercial enterprises. However, these standard radio signals cannot be used directly since propagation is unreliable, so that a secondary local frequency standard is required which must be constantly corrected. Standard frequencies in the VLF range from 10 to 30 kHz are mainly suitable for this purpose, although now and then standard frequency transmitters in the 30 to 200 kHz range are used. The most natural development in the present state of the art is to automate frequency comparisons and corrections; thus a result of extensive development work^{*)}, R&S have now succeeded in producing an instrument appropriate for this purpose, the Frequency Controller Type XKE. This set is a combination of a VLF/LF receiver and an integral-action frequency controller.

The set is designed for the automatic control of frequency standards that deliver the frequency of 100 kHz either directly or from a chain of frequency dividers or multipliers. They must include a fine-adjustment trimmer and permit a DC synchro receiver to be connected for operation of the trimmer. The R&S Frequency Standard Type XSD meets these requirements:

A 11229
166
M. 7

- ^{*)} R. Leonhardt und H. Flicker: Steueranlage für Gleichwellensender. Rohde & Schwarz-Mitteilungen, Nr. 2/1952.
L. Mooser: Frequenz- und Phasenregelung örtlicher Oszillatoren durch Normalfrequenzsender. Presented at the International Congress on Chronometry, Munich 1959.
L. Mooser: Frequency and Phase Control of Local Oscillators by Transmitters of Standard Frequency. Presented at the 14th Annual Symposium on Frequency Control, Atlantic City 1960.

Any multiple of 100 Hz or 500 Hz can be used as a pilot (primary standard) frequency in the range of 10 kHz to 25 kHz or 25 kHz to 100 kHz, respectively. In addition, the use of the plug-in type Frequency Converter BN 444834-54 permits frequencies that are exactly 100 kHz higher than the aforementioned to be received. The selection is made by plug-in filters and the use of the frequency converter. Frequencies below 10 kHz can also be used as pilot signals if their amplitude is sufficient for harmonic generation.

Using a DC recorder, the correction made by the frequency controller can be recorded to an accuracy of some 10^{-11} , and the phase difference between the pilot radio signal and the local standard frequency to an accuracy of 2 μ sec.

Frequency control can, of course, be disabled, since sometimes only the extremely accurate phase recording of the set is required. If a second DC set is connected to record the input level, the Frequency Controller Type XKE can be used for studying long-wave propagation.

If the Frequency Controller Type XKE is employed for the automatic tuning of the Frequency Standard Type XSD, the latter will follow the frequency of the standard radio signal with maximum error of 0.1 to 5×10^{-10} , depending on the conditions of reception.

3. Description (see block diagram of German edition)

If the pilot frequency f_1 is in the range 110 - 199 kHz, it is converted into the range 10 - 99 kHz by means of the converter Y 21. Otherwise, the same operating principle applies as in the 10 - 100-kHz range. If the pilot frequency f_1 is in the range 10 - 100 kHz, the converter is bypassed and the pilot radio signal is applied via a filter and amplifiers to the phase detector Y 4, where its phase is compared with that of a sub-harmonic (500 Hz or 100 Hz) of the controlled frequency f_2 . If a phase difference exists, the phase detector supplies a DC voltage of corresponding amplitude and polarity. This voltage starts the motor M1 via a DC amplifier and operates the phase shifter, which is connected ahead of the phase detector in the path of the controlled frequency f_2 , until the inphase condition is restored at the phase detector. As long as the pilot radio signal f_1 and the controlled frequency f_2 are not synchronous (within the lock-in range) the phase shifter inserted in the path of f_2 rotates with the difference frequency referred to 100 kHz. With respect to the sync output f_3 the arrangement described is an integral-action phase follow-up system.

The trimmer of the controlled frequency standard may be coupled to motor M1 via another gear and the DC synchro system M2. If this connection is made, the trimmer of the frequency standard is also operated as soon as f_1 and f_2 are out of phase. Thus the trimmer corrects the frequency until f_2 and f_1 are synchronous again, i.e. the residual error is zero (stationary state).

When the trimmer is coupled to the motor, the system operates as an integral-action frequency controller as regards the controlled frequency f_2 . The phase control characteristic for f_3 is maintained. Hence output f_3 delivers a 100-kHz voltage which is always in phase with the pilot radio signal f_1 , i.e. it follows the mainly periodical phase variations occurring during transmission, apart from very short fluctuations. The output of the frequency standard f_2 is largely free from such variations (long regulating time) and delivers a very stable frequency. However, the phase position in relation to f_1 is undefined.

A multi-turn potentiometer is also connected to the gear. It delivers a DC voltage which is proportional to the phase difference between f_1 and f_2 . The DC voltage is amplified and brought out for operating a phase recorder.

Another phase detector, Y 5, mixes the pilot radio signal, phase-shifted by 90° , with a sub-harmonic of f_2 . The mixture product is a DC voltage whose amplitude is a measure of the signal voltage at the input of the pilot radio signal. Apart from the sub-harmonic of f_2 only the signal voltage at the input f_1 , helps to produce this DC voltage, since the signal voltage alone is in the correct phase relation with f_2 . Noise voltages of undefined phase cancel statistically thanks to the RC section after the phase detector. The DC voltage of the phase detector Y 5 is brought out via an amplifier for the connection of a level recorder, and also serves to operate the level monitoring relay. The latter disconnects the controlled frequency standard by switching off the synchro system if the voltage of f_2 is lower than 100 mV or the f_1 level drops below an adjustable limit (response threshold). This precludes faulty adjustments in the case of too low a signal amplitude or in the absence of f_2 , since the trimmer of the standard remains in its last position until the control action can start again. Contacts for signalling the failure of the control action are provided.

When the pilot radio signal f_1 or the 100-kHz signal f_2 returns, the level-monitoring relay switches the synchro system on after a delay of 90 sec. The delay is necessary to prevent the frequency standard from being affected by the realignment of the phase follow-up system.

The frequency controller can be operated from an AC supply or from an external battery. When both power sources are connected, the battery serves as an emergency power supply.

The set is available in a sturdy steel cabinet with removable cover or as a rack-mounting unit for DIN and 19" racks. A DC synchro receiver for the controlled frequency standard is supplied with the set. It can easily be incorporated in the Frequency Standard Type XSD.

4. Theoretical Considerations, Functioning

4.1 Phase Follow-up System

4.1.1 Behaviour in the Case of Small Phase Differences

If the connection to the trimmer of the frequency standard is interrupted (e.g. threshold ∞) only the phase follow-up control is effective, φ_1 , the phase of the pilot radio signal f_1 , being the reference input and φ_3 , the phase of the output frequency f_3 , being the controlled condition. f_2 remains unaffected. Since f_1 may have different values depending on the input filter used and since generally $f_1 \neq f_3$, the normalized phase $\Phi_1 = \varphi_1/f_1$ and $\Phi_3 = \varphi_3/f_3$, having the dimension of seconds is used in the following considerations.

The control system of the phase follow-up system includes the phase detector Y4 which has a sinusoidal transfer function. Restricting the considerations to small phase differences, Y4 may be regarded as a linear transfer element whose "gain" $\Delta E_a / \Delta \Phi_1$ [V/sec] depends on the frequency of the pilot radio signal f_1 , since $\Delta \Phi_1 = \frac{\Delta \varphi_1}{f_1}$.

Under these assumptions the phase follow-up system is a linear system of first order with the transfer function

$$\Phi_3 = \Phi_2 + (\Phi_1 - \Phi_2) (1 - e^{-t/T_p}) \quad [\Phi, t \text{ in sec}] \quad 1/T_p = k \quad (1)$$

where k is the "total gain" of the open control loop. In Type XKE the gain of Y4 is included as a factor in k . Thus k is dependent on the frequency of the pilot radio signal (input frequency) and on the input voltage (antenna voltage). At full output (signal level = 100) $k = \frac{1}{350} f_1/\text{kHz}$.

$1/k$ is the time constant T_p of the transfer function of the phase follow-up system; for example, at $f_1 = 10 \text{ kHz}$ and full level $T_p = 35 \text{ sec}$.

The evaluation of the formula for Φ_3 is shown in Fig. 4a, b, c of German edition.

4.1.2 Behaviour in the Case of Large Phase Differences

If the phase differences are so large that the phase detector Y_4 can no longer be regarded as a linear transfer element, k is no longer constant. k decreases with increasing phase difference; the regulating time of the phase follow-up system thereby increases. If the phase differences referred to the frequency of the pilot radio signal amount to more than π up to 2π , then the balance condition in the direction of the shortest distance whereby the direction of the current variation at the phase-recorder output also changes.

4.2 Frequency Controller

If the connection to the frequency trimmer of the external frequency standard is made, a series arrangement of an integrating element (frequency standard) and a transfer element (phase follow-up system between points A and B of Fig. 2 of German edition) is obtained, corresponding to the simplified diagram of Fig. 3 of German edition.

Fig. 3 is the block diagram of a second-order control system. It includes the reversible gear G , which has a very high reduction ratio so that the overall gain of the (open) frequency control loop is by several orders of magnitude smaller than that of the phase follow-up system. As a result the frequency control is aperiodic with a very high time constant as compared with that of the phase follow-up system. The regulating time of the phase follow-up system can therefore be neglected when considering the control action, i.e. the transfer element (Ph. R.) can be regarded within the frequency control loop as a proportional element. Thus the frequency controller is also reduced to a first-order system with the transfer function

$$\frac{\Delta f_2}{f_2} = \frac{\Delta f_1}{f_1} (1 - e^{-t/T_f}) \quad (2)$$

where $T_f = 1/k_f$ is the time constant of the frequency controller. T_f is adjustable with the gear G (see 1. Specifications).

4.2.1 Effects of Disturbances on Frequency Control

The behaviour of the controller can only be specified for certain time functions of a pilot frequency fluctuation. The following considerations are restricted to cases common in practice. The symbols used are explained below.

- F_S = frequency disturbance caused by phase jump of pilot frequency ($\frac{\Delta f}{f}$)
 F_{S0} = initial value of F_S
 φ_1 = phase of pilot frequency in μsec
 φ_2 = phase of controlled frequency in μsec
 $\Delta\varphi_1$ = phase jump of pilot frequency in μsec
 T_f = time constant adjusted on frequency controller (10,000; 50,000; 250,000 sec)
 f_1 = pilot frequency in Hz
 f_2 = controlled frequency in Hz ($= 10^5$)
 F_P = frequency disturbance caused by periodic and, in particular, sinusoidal fluctuations of the phase of the pilot frequency (day-night fluctuations)
 Ω = angular frequency of sinusoidal fluctuation of "pilot phase"
 $(= 2\pi \frac{1}{86,400})$
 F_A = constant frequency error due to aging of controlled oscillator crystal ($\frac{\Delta f}{f}$)
 A = relative frequency variation per day ($\frac{\Delta f}{f}$) of uncontrolled oscillator crystal
 x = phase recorder indication in sec
 Δx = variation of the indication of the phase recorder
 Δx_0 = undistorted value of Δx for $T_f \rightarrow \infty$ or $t \rightarrow 0$

R 11229
766
Bl. 13

4.2.1.1 Phase Jumps of Pilot Frequency

As can be seen from Figs. 1 and 2 of the German edition, the frequency trimmer of the controlled frequency standard is coupled to the phase follow-up system via the reversible gear G. Control processes following phase jumps may therefore cause frequency errors which are eliminated with the time constant T_f adjusted for. The influence of phase jumps on frequency control is

smaller the higher the reduction of gear G, i.e. the greater the time constant T_f .

The initial value $(\Delta f_2/f_2)_0$ of a disturbance caused by a phase jump of the pilot radio signal is

$$F_{S0} = \left(\frac{\Delta f_2}{f_2} \right)_0 = \frac{\Delta \varphi_1}{T_f} \left[\varphi, T_f \text{ in sec} \right] \quad (3)$$

(see Table 1, No. 1 of German edition).

The time function of this frequency disturbance is determined by the time constant of the frequency controller T_f (neglecting T_p)

$$F_S = \frac{\Delta \varphi_1}{T_f} e^{-t/T_f} \quad (4)$$

(see Fig. 4d of German edition).

The maximum possible frequency disturbance is caused by a phase jump of 180° referred to the pilot radio signal (cf. 4.1.2). It is

$$F_{S0 \text{ max}} = \frac{\Delta f_2}{f_2} \text{ max} = \frac{1}{2f_1 T_f} f_1 \text{ in Hz, } T_f \text{ in sec} \quad (5)$$

4.2.1.2 Periodic Phase Variations

The behaviour of the frequency controller in the case of periodic phase variations of the pilot radio signal is determined by the input frequency response of the first-order control system [†]).

$$F_p = \left(\frac{\Delta f_{2A}}{f_2} \right)_0 \frac{1}{1 + pT_f} \quad (6)$$

If the phase variation of the pilot radio signal is sinusoidal ^{††}) the time parameter $p = j\omega$.

R 11229
756
Bl. 14

[†]) W. Opelt, Kleines Handbuch der Regelungstechnik

^{††}) In many cases, the periodic phase variation of the pilot radio signal along its propagation path can be assumed to be approximately sinusoidal; this considerably simplifies the calculation of its effect on the frequency controller.

The relative frequency error is then

$$F_p = \Delta\Phi_1 \approx \Omega \cot \Omega T_f \quad (7)$$

$\Delta\Phi_1 \approx (\Delta f_2/f_2)_0$ = undistorted frequency variation for $T_f \rightarrow 0$

$$Q = \frac{1}{\sqrt{1 + \Omega^2 T_f^2}} = \text{correction factor}$$

The only periodic variation of the pilot radio signal is generally the day-night variation along its propagation path. In this case $\Omega = 2\pi/36,400 = 7.3 \times 10^{-5}$. Insertion into eq. (7) gives the values of Table 1 for Q and $Q\Omega$ (see Table 1, No. 2 and Fig. 4h of German edition).

Multiplication of the phase angle between the variation of Φ_1 and the variation of the controlled frequency f_2 of eq. (7) by the factor $1/\Omega$ gives the time difference in seconds

$$\Delta t = \frac{1}{\Omega} \arccot \Omega T_f \quad (8)$$

By this amount the variation of the controlled frequency f_2 leads the influencing variation of Φ_1 (see Table 1, No. 4 of the German edition).

4.2.1.3 Rising Function, Aging

If the reference input is a rising function of the form $f_1 = (f_1)_0 (1 + at)$, $[t \geq 0]$ the controlled frequency f_2 follows it with a given relative error F_A .

$$F_A = a T_f (1 - e^{-t/T_f}) \quad t \geq 0 \quad (9)$$

The same error occurs with the frequency control switched on if the frequency of the pilot radio signal f_1 remains constant and the frequency f_2 followed a rising function with the frequency control switched off.

The action of the frequency controller thus converts the frequency f_2 rising proportionally with time, i.e. the so-called aging, into the constant frequency error (for $t \gg T_f$) (see Fig. 4g of the German edition);

$$F_A = a T_f \text{ (for } t \gg T_f \text{)} \quad (10)$$

where "a" is the relative frequency variation per second of the uncontrolled frequency standard. If "a" is replaced, as usual, by the relative frequency variation per day $A = \frac{\Delta f}{f}/\text{day}$ then

$$F_A = A T_f 1.16 \times 10^{-5} \quad (11)$$

(see Table 1, No. 5 of German edition).

4.3 Output for Phase Recorder

The output for the phase recorder delivers a direct current proportional to the position of the phase shifter goniometer and, therefore, proportional to the phase difference $\phi_1 - \phi_2$. Since the transmission ratio between the goniometer and the multi-turn potentiometer is 1:10 (as can be seen from Fig. 1 of German edition), the output current varies from 0 to 6 mA max. when the goniometer makes 10 full turns (100 μsec). If the multi-turn potentiometer has reached its final position (corresponding to 6 mA) and is turned further in the same direction the output current jumps to 0 and begins to rise again. With continuous variation of the phase difference $\phi_1 - \phi_2$, i.e. when f_2 and f_1 are not synchronous the phase recorder output delivers a saw-tooth current which reaches the same value for every 10 μsec of phase difference. The output current increases continuously, apart from the jump to 0, if the lead of ϕ_1 increases, i.e. if $f_1 > f_2$.

The relative frequency deviation between the pilot frequency and the local frequency standard (f_2) can be calculated from the recordings of the phase recorder.

$$\frac{\Delta f_2}{f_2} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (12)$$

where Δx = variation of phase recorder indication in sec during the time of observation Δt .

(see also 6.5).

R 11229
756
BL 16

4.3.1 Frequency Control Off

If the control connection to the frequency standard is interrupted (e.g. threshold^ω), a phase difference $\Delta\Phi = \Phi_1 - \Phi_2$ is not corrected; a connected phase recorder indicates this difference with the relatively small delay of the phase follow-up system (see 4.1, T_p). In this type of operation the phase variation of the pilot radio signal can be recorded as long as f_2 and consequently Φ_2 can be regarded as constant.

4.3.2 Frequency Control On

If the connection to the frequency standard is made the phase recorder again records the difference $\Phi_1 - \Phi_2$. Since, however, f_2 and Φ_2 do not remain constant because of the control action the phase variation of Φ_1 is rendered more or less distorted, depending on the adjusted time constant T_f . The distortion is smaller the higher the time constant T_f in relation to the duration of the phase variation.

If T_p is neglected and the phase jump is Φ_1 , then

$$\Delta x = (\Delta x)_0 e^{-t/T_f} \quad (13)$$

(With the frequency control off, $T_f \rightarrow \infty$)

where Δx = variation of the indication of the phase recorder

$(\Delta x)_0$ = initial value of Δx for $t = 0$

(Full deflection of the phase recorder corresponds to 100 μ sec).

For sinusoidal ⁺⁺) variation of Φ_1

$$\Delta x = (\Delta x)_0 P e^{j \arctan \cot \Omega T_f} \quad (14)$$

where $(\Delta x)_0$ = undistorted indication of the phase recorder for $T_f \rightarrow \infty$

$P = \frac{1}{\sqrt{1 + 1/\Omega^2 T_f^2}}$ = correction factor (see Table 1, No.3 of German edition)

R 11229
755
Bl. 17

⁺⁺) See footnote on page 14.

Comparison of (7) and (14) shows that the two values differ only by the factor T_f and that the imaginary components are equal. Hence, a linear relation exists between the recording of the phase recorder, Δx , and the frequency error due to phase variation, F_p .

$$F_p = \frac{\Delta x}{T_f} \quad [x, T_f \text{ in sec}] \quad (15)$$

(see Table 1, No. 1 of German edition).

The frequency variation F_p due to phase variation can thus be read on the phase recorder by referring to (15) or Table 1. The instantaneous value of this variation can also be read on the mechanical register of the controlled Frequency Standard Type XSD in units of 10^{-11} .

If the output frequency of the (uncontrolled) frequency standard varies continuously a constant frequency error corresponding to (10) is obtained after the frequency control has been switched on. Since the phase recorder in any case records the phase difference between the pilot radio signal and the controlled frequency correctly, the constant frequency error F_A causes the phase recorder to run continuously and mostly very slowly so that it is hardly noticeable. F_A can thus be determined referring to equation (14).

$$F_A = \frac{\Delta f_2}{f_2} = \frac{\Delta x}{t} = \text{frequency error due to aging}$$

Inserting $\frac{\Delta x}{d}$ in sec/day gives

$$F_A = \frac{\Delta x}{d} \quad 1.16 \times 10^{-5} \quad (16)$$

4.4 Output for Level Recorder

The level recorder output delivers the amplified voltage of the phase detector Y5. This voltage reaches its maximum value (nominal value) when the motor voltage at M1 is 0, i.e. when the pilot frequency f_1 and the controlled frequency f_2 are synchronous.

If a deviation occurs, the recorder deflection decreases, in spite of constant input voltage, with the cosine of the deviation down to the limit of the lock-in range. The deflection is 0 at the limit of the lock-in range. If the deviation is in the range of $\pm 5 \times 10^{-8}$ the decrease of the deflection is insignificant.

At the beginning of the control process, for example when the set is switched on or the pilot radio signal is cut in, the phase difference between f_1 and f_2 may have any value. The deflection of the level recorder (and of the SIGNAL LEVEL indicator) is therefore undetermined and may even be negative. Only after 1 minute will the controller have established synchronism between ϕ_1 and ϕ_2 and the level recorder will indicate correctly. If in spite of adjustment for maximum sensitivity a defined indication is not obtained after a minute, the signal level is lower within the effective bandwidth of 0.01 Hz than the noise level. Since the Frequency Controller Type XKE permits the reception even of weak-signal standard frequency transmissions at any point on the earth, it is to be concluded that the tuned-in standard frequency transmitter has been switched off or the set has become defective (see 7.2).

5. Preparation for Use

5.1 Adapting to the Available AC Supply Voltage

Unless otherwise specified in the order, the set is factory-adjusted for operation from 220 V. If necessary, the adjustment can be changed according to Fig. 5 after removal of the cover plate.

Take care to select a fuse of suitable rating. Use

250 mA for an AC supply of 220 to 235 V

500 mA for an AC supply of 115 to 125 V.

5.2 Changing the Crystal Filter Y1

Before putting the Frequency Controller Type XKE into operation check whether the label inscription corresponds with the frequency of the pilot radio signal to be received. In case of doubt remove the rear wall and withdraw the plug-in filter panel to check the inscription on the filter crystal (for the location of the filter panel see Fig. 5 of German edition). Other filter panels are supplied to order for adaptation to other frequencies. If the frequency of the pilot radio signal is higher than 25 kHz or 125 kHz the two changeover links in the sub-assembly Y6 pulse amplifier must be changed from 100 Hz to 500 Hz. In special cases it may be advisable to change over to 500 Hz at frequencies < 25 kHz or < 125 kHz since the selectivity with respect to interfering

transmitters with carrier frequencies being multiples of 100 Hz is thus improved. This type of operation, however, is possible only if the reception frequency is an integer multiple of 500 Hz.

5.3 Reception of Frequencies in the Range 110 - 199 kHz

The Frequency Controller Type XKE is normally supplied with the adapter 444 834-55 inserted for Y21 (see section 3). The adapter permits the Frequency Controller to be operated in the frequency range most commonly used, namely 10 - 100 kHz. A special model suitable for a pilot frequency in the range 110 - 199 kHz is also available. It is provided with the converter 444 834-54 instead of the adapter. The converter is especially adjusted to the desired frequency and will have to be exchanged in addition to the plug-in filter, or returned to the factory for adjustment to the new frequency, if the reception frequency is changed in the range 110 - 199 kHz.

Since frequencies in the range above 100 kHz are used only in very few special cases frequency changes in this range are very rare.

5.4 Adjusting the Time Constant T_f

The time constant T_f is factory-adjusted to the medium of the three possible values (see 1. Specifications). This is the optimum adjustment for most applications. Special operating conditions may, however, require a different time constant T_f . A compromise must then be found between various contradictory requirements. The following table may serve as a guide:

	T_f high	T_f low
Influence of aging	high	low
Influence of phase fluctuations of the pilot radio signal	low	high
Error in recording the phase of the pilot radio signal with the phase recorder	low	high

The values of the above influences can be found from the formulae of section 4 or from Table 1. The essential quantities determining the choice of the optimum time constant T_f are the phase variation of the received pilot radio

R 11829
708
Bl. 20

Connect points 1 to 3 of the synchro receiver according to Table 2 after insertion. The connections for the synchro receiver are provided in the frequency standard and fixed at a suitable point by means of a clamp.

Check the polarity of the synchro system according to section 7.1.

Table 2

XKE	XSD	
Bu6	Bu1	Three-coil receiver
1	1	1
3	3	2
5	5	3

5.6 Setting up and Connecting the Antenna

5.6.1 Ferrite Antenna

It is best to use the Ferrite Antenna EN 444 8341, which is matched to the input impedance of the Frequency Controller Type XKE and is so sensitive that most of the VLF transmitters can be received at any point on the earth. Any coaxial cable may be used for the connection between the set and the antenna; its characteristic impedance is of minor importance because of the low frequency. The 50- Ω cable with the R&S Stock No. LX 125/1, for example, is suitable.

The ferrite antenna includes a transistor amplifier which is supplied from the set via the antenna cable. For this reason the antenna cable must not contain any DC interruption (transformer or capacitor).

With sufficient field strength it is in many cases not necessary to select a particularly favourable point for setting up the antenna. Usually the antenna can be installed within the building. The insensitiveness of the ferrite antenna to electric fields is here of great advantage since at close range of RF noise sources mainly the electric field is built up. In this respect the ferrite antenna is by far superior to the rod and wire antennas.

If the useful field strength is low the antenna should be installed as high as possible. In buildings where the roofing is not of metal or reinforced

concrete it is sufficient to install the antenna under the roof. On the other hand, the weatherproof construction of the ferrite antenna also permits mounting on the roof.

When installing the antenna take the directivity (figure-8 pattern) into account. The two minima are in the longitudinal direction of the cylindrical envelope. The broad side must therefore be in the direction of the transmitter (great circle). Since the maxima of the pattern are broad and the minima very narrow the directivity may be used for the suppression of an interfering transmitter.

NOTE: The distance between the ferrite antenna and the frequency controller should in no case be less than 6 metres otherwise a coupling effect may disturb the operation of the Type XME. This does not apply to wire and rod antennas.

5.6.2 Wire or Rod Antenna

When using a wire or rod antenna note that the low input impedance of 50 Ω of the frequency controller in general makes necessary an antenna transformer between the antenna and the antenna cable. If the signal of the transmitter to be received is strong enough a makeshift wire or rod antenna without transformer will do in many cases.

5.6.3 Lightning Protection

In the case of outdoor installation of the antenna be sure to observe the local regulations regarding lightning protection and antenna construction.

5.7 Connecting Cables

Connect the frequency controller to the frequency standard, recorder, etc. according to Fig. 5. The necessary cables are:

Use	Stock No. +)
Antenna input 100-kHz input 100-kHz output	NG 600-3/L
Synchro system Signal contact Recorder	NG 600-2/L
Battery lead	NG 600-5/L
Power cord	NG 600-6/L (within systems) LKA 03038 (for separate use)

6. Operating Instructions

6.1 Preparation for Use

The set has no on-off switch since it is mostly used in permanent operation. It is switched on by inserting the power plug, the battery plug or both. The two pilot lamps on the front panel light to indicate that the respective voltage is present and that the fuse is intact.

6.1.1 Overdrive Check

After connecting the power supply set the switch below the level meter to OVERDRIVE CHECK and adjust SENSITIVITY COARSE and FINE so that full deflection of the level meter is normally not exceeded; occasional peaks going beyond this value have no disturbing effect.

+) For L insert the required length in cm.

6.1.2 Signal Level

Then switch to SIGNAL LEVEL. In this position the DC voltage at the output of the phase detector Y5 is indicated. A deflection is only obtained if the frequency of 100 kHz $\pm$ 0.02 Hz is fed in at Bu2 with at least 100 mV and the desired transmitter generates a sufficient average value of antenna voltage. Note that in telegraphy operation the average value of signal level is lower according to the duty cycle than in CW operation. The indication of signal level is considerably delayed because of the high time constant of the RC section following the phase detector.

Immediately after switching on, the time constant may be negative since the phase difference $\varphi_1 - \varphi_2$ has a random value; in this case, the indication becomes positive during the phase balancing process (see 4.1.1, T_p). To read the negative signal level depress the pushbutton SIGNAL LEVEL NEGATIVE.

6.1.3 Threshold

If the SIGNAL LEVEL indication goes beyond the selected THRESHOLD it will last another 90 seconds until the level monitoring section Y12 switches on the synchro system and thus sets free the connection to the trimmer of the controlled frequency standard. The pilot lamp IN OPERATION lights up and the signal contact (Bu5, see Fig. 5 of German edition) changes over so that the connection between Bu5.1 and .5 is separated and closed between .5 and .3. The connections .3 and .5 may, for example, be used to ensure that in a connected recorder (e.g. R&S Type XMG) the recording voltage is switched on only if the desired transmitter comes in with sufficient signal voltage (cf. 6.3). The signal contact serves also for remote indication of the uncontrolled condition.

In the ∞ position of the THRESHOLD switch the connection to the frequency standard remains interrupted, the IN OPERATION lamp does not light and the signal contact (Bu5) remains in its rest position. The ∞ position is used when the frequency controller serves only for recording the phase differences between the received transmitter and the local frequency standard. For the warm-up period of about 10 hours of the Frequency Standard Type XSD the threshold should also be at ∞ to avoid unnecessary detuning of the frequency standard as long as it has not yet reached the stationary condition.

Otherwise the setting of the threshold should be based on the experience gained in operation. It may be advisable, for example, to adjust the threshold to a value just below the signal level that is indicated in CW operation of the pilot

R 11329
756
Bl. 25

signal transmitter. In this case the frequency controller interrupts the connection to the frequency standard as soon as the transmitter changes from CW to telegraphy operation since the mean value of the signal level decreases. If the signal level fluctuates during operation because of changing conditions of propagation, then the lowest signal level determines the choice of the threshold.

6.1.4 Stopping of Controller in the Case of Pilot Frequency Outage

The signal contact can also be used to short out the servo motor when the SIGNAL LEVEL drops below the adjusted THRESHOLD. To this end, insert the special plug NG 600-34 into the socket Bu5 of Type XKE and set the threshold to 15. This prevents the phase indication from being affected by the unavoidable unbalance of the motor amplifier and atmospherics in the case of pilot frequency outage. When the pilot frequency is received again the phase difference which meanwhile actually exists between the controlled frequency and the pilot frequency is immediately indicated on the phase recorder provided the phase difference is not greater than $\pm 70^\circ$ of the pilot frequency. If the difference is greater the signal level remains below the minimum threshold value or is negative. The level monitoring relay releases the servo motor only after the phase difference has been reduced to below about $\pm 70^\circ$ by "incidental". To ensure that the servo motor is released immediately for phase recording, unplug NG 600-34 until the lamp IN OPERATION lights (approx. 2 to 3 minutes).

6.2 Recording the Frequency Variation

The frequency variation is best recorded by reading the indication of the frequency standard daily at the same hour and plotting it in a curve. The negative aging curve of the frequency standard is thus obtained as though it were not controlled (= correction curve).

If a phase recorder is connected to the Frequency Controller Type XKE the frequency correction made by the controller can be read afterwards from the phase record. For details see section 6.5.

A 11229
706
Bl. 26

6.3 Operating Instructions and Adjustment Procedures for the Phase Recorder

The output Bu4, contacts .4 (+) and .5 (-), is provided for phase recording. This output is factory-adjusted for max. 6 mA with 190 Ω load impedance. The Recorder Type XMG is best suited for connection to this output. If the recorder is also connected to Bu5 (see section 5.6) the recording voltage is interrupted, i.e. no recording takes place as long as the received signal is below the adjusted threshold (cf. section 6.1).

The measurement range and impedance of Type XMG are dimensioned to suit the output of Type XKE. If a recorder with different data is used, the output current can be varied between 5 and 9 mA with the variable resistor R2 (mA PHASE) at the rear of the set so that full deflection corresponds to maximum output current. To do so, first note the setting of the connected frequency standard, then vary the frequency standard by a large negative amount (for example -10^{-7}). If a standard frequency transmitter is received at the same time the phase recorder records a relatively steep saw-tooth curve (100 μ sec in 1000 sec). Turn resistor R2 fully clockwise and wait until the recorder just reaches full deflection. Maintain this deflection by slowly turning R2 counterclockwise until the deflection jumps to 0. Then set the frequency of the frequency standard back to its original value.

If it is not desirable to detune the frequency standard the motor of the frequency controller must be started in another fashion to obtain saw-tooth curves on the phase recorder. To do so, disconnect the antenna and set the threshold to ∞ to ensure that the connected frequency standard is not unnecessarily detuned. Then connect the contacts Bu5.2 and 5.4 to a flashlight battery of 4.5 V, max. so that the deflection on the phase recorder increases or decreases depending on the polarity of the battery. A suitable cable for this temporary connection is the test cable NG 600-8. The procedures for the adjustment of the phase recorder output current are the same as described above.

NOTE: If, by accident, the battery is connected to the contacts 5.1., 5.3. or 5.5 the signal contact and associated leads are endangered.

6.4 Operating Instructions and Adjustment Procedures for the Level Recorder

The output Bu⁴, contacts .1 (+) and .2 (-), is provided to record the reception voltage. It is factory-adjusted for 6 mA into 190 Ω . If the Recorder Type XKE is used, it shows full deflection when the signal level at the level meter indicates 100 scale divisions.

If another recorder is used, the output current can be varied between 5 and 9 mA with the variable resistor R3 (mA LEVEL) at the rear of the set.

6.5 Example of Phase Recording Evaluation (Fig. 8 of German edition)

Pilot frequency 16 kHz

Time constant adjusted for 50,000 sec

July 24, 1965

03.00 - 05.00 hours

The sun rise causes the phase of the received pilot frequency to lead. The phase recorder gives a deflection of 24 mm. The full-scale deflection of the phase recorder being 100 μ sec, 24 mm correspond to a phase variation of 24 μ sec.

According to sections 4.3.2 and 6.2, it is also possible to read on the phase recorder the frequency variation of the connected frequency standard caused by phase variation. The scale depends on the time constant adjusted for. According to Table 1, line 6, $2 \times 10^{-9} = 100$ mm (full-scale deflection) for a time constant of 50,000 sec. Hence, 24 mm correspond to 48×10^{-11} . Referring to section 4.3, a positive frequency variation is obtained. The same result is obtained by comparing two readings on the mechanical register of Type XSD.

July 24, 1965

13.45 hours

The pilot frequency transmitter goes off the air. At the same time, the level relay provided in Type XKE interrupts the control connection to Type XSD to ensure that the trimmer of Type XSD remains unaffected.

R 11229
765
Bl. 28

July 24, 1965

13.45 - 16.05 hours

The controller is without a reference input (pilot frequency). Due to the unavoidable unbalance of the phase detector and to atmospheric the motor continues running uncontrolled and is duly recorded by the phase recorder.

July 24, 1965

16.05 hours

The pilot frequency transmitter is again on the air; the frequency controller takes the shortest way to attain phase balance. During the pilot frequency outage, the goniometer provided in Type XKE has run more than an odd multiple of 180° of the pilot frequency (16 kHz), viz. $114 \mu\text{sec}$ in the negative direction. Hence, the shortest way to attain phase balance is if the controller continues running in the negative direction until an integer multiple of 360° of the pilot frequency is reached, i.e. all together $125 \mu\text{sec}$ corresponding to $1 \times 360^\circ$. At 0 deflection the phase recorder goes beyond the range limit and continues recording in the negative direction starting with full-scale deflection. As a result, a difference of $-25 \mu\text{sec}$ corresponding to 25 mm exists between the indication at 13.45 hours and the indication at 16.10 hours after phase balance has been attained, the measurement range of the phase recorder being only $100 \mu\text{sec}$, the goniometer variation, however, $-125 \mu\text{sec}$.

90 sec after phase balance has been attained the level relay re-establishes the control connection to the Frequency Standard Type XSD. When checking the reading on the mechanical register of Type XSD it is found that no frequency variation has taken place in spite of the uncontrolled controller operation. The difference of 25 mm = $25 \mu\text{sec}$ is insignificant for the determination of frequency variation and phase shift and must be eliminated in the evaluation of the recording.

R 11229
706
Bl. 29

July 24, 1965

21.00 - 22.30 hours

Negative phase shift of the incoming pilot frequency caused by the sunset.

July 25, 1965

03.00 - 05.00 hours

Sunrise

July 25, 1965

12.00 hours

The reading on the mechanical register of Type XSD differs by 33 mm from the reading of the day before at the same time. According to what has been said in the foregoing, 25 mm must be deducted from the 33 mm. The resulting variation is then 8 mm.

This corresponds to a phase difference of 8 μ sec and a frequency correction of 16×10^{-11} /day (full-scale deflection corresponds to 2×10^{-9} , see table 1, line 6 of German edition).

From the phase variation of 8 μ sec after 24 hours ($=86400$ sec) the mean relative frequency error of the previous day can be calculated. The observation period covers 24 hours in order to separate the constant mean error from the periodic day/night fluctuation.

The error amounts to
$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{8 \times 10^{-6} \text{ sec}}{86400 \text{ sec}} = 9.26 \times 10^{-11}.$$

On this constant mean frequency error due to aging (cf. section 4.2.1.3) fluctuations caused by the day/night effect are superimposed. In the present case, this fluctuation amounts to approx. 48×10^{-11} ($+24 \times 10^{-11}$).

The constant mean frequency error due to aging can also be calculated from the aging curve obtained according to section 6.2. Refer to equation 10 (section 4.2.1.3) or table 1, line 5 of German edition.

Hence,

daily frequency correction according to reading on mechanical register of Type XSD: 16×10^{-11} /day corresponding to the amount of aging. The constant frequency error due to aging according to table 1, line 5 of German edition $F_A = 16 \times 10^{-11} \times 0.58 = 9.3 \times 10^{-11}$ comes very close to the value obtained from the phase curve (9.26×10^{-11} ; see above).

R 11229
766
Bl. 30

July 25, 1965

13.30 hours

Connecting the signal contact to the motor terminals of Type XKE (see section 6.1.4) stops the controller in the case of a pilot frequency outage. This ensures that no uncontrolled variations are effected. Thus, the phase recorder plots a line parallel to the time axis until the pilot frequency is again received.

July 25, 1965

16.30 hours

The pilot frequency transmitter is again on the air; with a delay of 90 sec the short-circuit of the servo motor is opened. During the outage time a phase difference between the oscillator of the pilot frequency transmitter and the controlled frequency standard has accumulated which is corrected for immediately upon release of the servo motor at 16.30 hours.

7. Maintenance and Trouble Shooting

Apart from the motor M01 (sub-assembly gear Y15) the set does not contain any components subject to wear. The motor has an extremely long life even in continuous operation. No maintenance is therefore necessary.

Should any trouble occur in the set, then the source can be located according to the usual methods of RF engineering by referring to the voltages stated in the circuit diagrams. For voltage measurements on individual plug-in cards use an extension card (order number 7860-100), which permits individual sub-assemblies to be operated outside the set. Once the defective sub-assembly has been located it can be replaced by a component of the same number.

When making measurements in the set take care that the stabilized voltage of 9 V is not shorted. Even a temporary short-circuit between Bu23.7 and Bu23.8 would destroy the diodes G1 2 to G1 5 in the sub-assembly voltage stabilizer Y13. Since this would not lead to a complete failure of the set it might not be recognized at once. However, the destruction of these diodes shifts the lower limit of the admissible supply voltage in AC supply and battery operation to a considerably higher value. A long-lasting short-circuit of the stabilized DC voltage would damage the transistors T1 and T2 as well.

R 11229
705
Bl. 31

7.1 Checking the Polarity of the Synchro System

If there is any faulty wiring between the synchro transmitter R2 of the sub-assembly gear Y15 and the synchro receiver the direction of rotation of the synchro receiver may be wrong. In this case the connected frequency standard is driven away from the nominal value with increasing speed. It is possible that this fault is not immediately recognized when the set is put into

operation for the first time since generally the frequency of the frequency standard is very close to its nominal value so that the control speed may be imperceptibly low. It is therefore advisable to check the polarity of the synchro system after the frequency controller has been put into operation for the first time. To do so, note the indication of the controlled frequency standard and change the setting of the frequency standard by a large amount (for example 10^{-7}). After a few minutes the direction of rotation is easily recognized from the indication of the frequency standard. If the trimmer moves on in the same direction in which it was shifted, the polarity of the synchro system is wrong. In this case any two of the three lines connecting the frequency controller and the synchro receiver must be interchanged.

After the check has been completed set the trimmer of the frequency standard back to its original value.

7.2 Checking the Sensitivity

To check the sensitivity of the receiving section, excluding mixer, use a signal generator that permits adjusting the frequency of the crystal filter provided. To this end, fully advance the sensitivity controls COARSE and FINE, set the meter switch to OVERDRIVE CHECK and feed the output voltage of the signal generator into the antenna socket of Type XKE. Select fine tuning and output voltage of the signal generator so that the meter of Type XKE gives a deflection of 100 scale divisions. The signal output voltage required for this purpose is less than 1 μ V unless the frequency controller is defective. After the sensitivity control COARSE has been switched back the voltage required for driving Type XKE to full output (100 scale divisions) is multiplied by the factor of 10 per step.

This check covers the following sub-assemblies:

Y17 antenna attenuator	Y21 converter or adapter
Y1 crystal filter	Y2 pre-amplifier
Y3 final amplifier	Y19 meter balance

To check the sensitivity of the sub-assemblies Y4, Y5, Y12 and Y18 use a frequency synthesizer, such as our Type XUA + XUB or SMDI. Apply the pilot frequency with a maximum error of $\pm 5 \times 10^{-8}$ to the antenna input of Type XKE and set the meter switch to position SIGNAL LEVEL. Then proceed in the same

R 1A229
763
M. 32

manner as described above. In addition, vary the switch THRESHOLD and check whether the pilot lamp R1 1 (IN OPERATION) lights when the signal level exceeds the adjusted threshold for more than 90 sec. When the level does not reach the threshold adjusted for, the pilot lamp must go out immediately.

8 11229

765

11. 33

Translations for Drawings and Diagrams

Abdeckung entfernen und dafür
Drehfeldempfänger verschieben

Remove cover plate and insert
synchro receiver

Achs-L

Length of shaft

... angeschraubt

... screwed in place

Anschluß 12-V-Batterie

Connection of 12-V battery

Anschlüsse 1 -3

Connections 1 to 3

Ansprechschwelle

Threshold

Antenne

Antenna

Antennenteiler

Antenna attenuator

Antennenversorgung

Antenna supply

Arbeitsgang

Working step

Aufzeichnung von F_p mit dem
Phasenschreiber

Recording of F_p with the
phase recorder

Ausgang

Output

100-kHz-Ausgang

100-kHz output

Ausgangschreiber

Recorder

Ausgangsverstärker

Output amplifier

Aussteuerung

Overdrive check

Batterie

Battery

Beim Hochklappen des Thermostaten
auf Stellung des Kreuzgelenkes achten

Note position of cross joint when
turning oven up

Belastungsausgleich
(Stellg. von S2 und S3)

Load compensation
(position of S2 and S3)

Betrieb

Operation

Betrieb

In operation

Bild

Fig.

Blockschaltbild

Block diagram

bzw...

Or...

Die Eintragung der elektrischen
Werte von Bauelementen ist un-
verbindlich. Genaue Werte siehe
Schaltteilliste.

No responsibility can be accepted for
possible errors in this drawing as re-
gards the electrical values of circuit
components. These values are given
accurately in the parts list.

R 11229
766
Bl. 34

Die Werte der Zeilen 4 und 6
sind bereits fertig berechnet

Die Zahlenwerte der Tabelle 1
sind zu multiplizieren mit:

DreispuLENempfänger
(einzusetzen in XSD)

durch Φ_1 "nachlaufgeregelte"
Phase von f_3

Einbau des Dfchfeldempfängers

Einbau nach Kabelmontage

Eingang

100-kHz-Eingang

eingonietet

eingestellte Zeitkonstante ...

Einstellung Vollausschlag
an 6-mA-Schreiber

Empfänger

Empfindlichkeit fein

Empfindlichkeit grob

Endverstärker (Breitband)

Farbpunkt

Filterplatte

Frequenz am Synchronausgang

Frequenz-Bereich 10 kHz bis
100 kHz

Frequenznormal

Frequenzfehler durch Alterung

Frequenzregler

Frequenzregler XKE
Ansicht von hinten

Frequenzteiler

Frequenzstörung F_p durch Tag/Nacht-
Schwankung von Φ_1

The values of lines 4 and 6 are final

The numerical values of Table 1 must
be multiplied by

Thre-coil receiver
(to be inserted into Type XSD)

Phase of Φf_3 followed up by Φ_1

Incorporating the synchro receiver

Inserted after cable assembly

Input

100-kHz input

Riveted in place

Time constant adjusted for ...

Adjustment for full deflection
of 6-mA recorder

Receiver

Sensitivity fine

Sensitivity coarse

Final amplifier (broadband)

Coloured dot

Filter panel

Frequency at sync output

Frequency range 10 kHz to 100 kHz

Frequency standard

Frequency error due to aging

Frequency controller

Rear view of Frequency Controller
Type XKE

Frequency divider

Frequency error F_p due to day-night
fluctuation of Φ_1

Frequenzstörung F_{S0} durch
Phasensprung

Führungsgröße = Phase der Leit-
frequenz f_1

für

... gelötet im Prüffeld

... gelötet nach ...

... geklebt mit

geregelt

geregelter Frequenz

geregelter Frequenznormal

Getriebe

Getriebe umschaltbar z.
Einstellung der Zeitkonstante T_F

Getriebe umstellbar

Gleichspannungen gemessen gegen
0 V (+ Pol.)

Gleichstromdrehmelder

(Gr.)

Herausgeklappt

hierzu Schalteilliste ...

Hilfsgröße

... im Prüffeld gelötet nach ...

Impulsformer

Impulsverstärker

Instrumentabgleich

(in Verbindung mit XSD)

Leitfrequenz

Mischung

Mischung (Mischstufe u.
Gleichstromverst.)

Frequency error F_{S0} due to phase jump

Reference input = phase of pilot radio
signal f_1

For

... soldered in test department

... soldered according to ...

... glued with

Controlled

Controlled frequency

Controlled frequency standard

Gear

Reversible gear for adjustment of
time constant T_F

Reversible gear

DC voltages measured to 0 V (+pole)

DC synchro system

(Assy.)

Open

See parts list ...

Auxiliary quantity

... soldered in test department ac-
cording to ...

Pulse former

Pulse amplifier

Meter balance

(in conjunction with Type XSD)

Frequency of pilot radio signal

Mixer

Mixer (mixer stage and DC amplifier)

R 11229
706
Bl. 36

Motorspannung

Motor voltage

... nach dem Tauchlöten angeschraubt

... screwed in place after dip soldering

... nach dem Tauchlöten in die Halterung eingesteckt

... inserted into holder after dip soldering

Netz

AC supply

Netzspannungseinstellung

Voltage selector

Netzspannungsumstellung and Anschlüsse

Tapping panel and connections

Netzteil

Power supply

nicht alle Bauteile dargestellt

Not all components shown

nicht umschalten

Do not change

Nutzpegel

Signal level

Nutzpegel negativ

Signal level negative

oder

Or

Pegel

Level

Pegelrelais
(Anzug verzögert)

Level monitoring relay
(pick-up delayed)

Pegelschreiber

Level recorder

Pegelüberwachung

Level monitoring section

Phase

Phase

Phasendetektor

Phase detector

3-Phasen-Drehfeldgeber

3-phase synchro transmitter

Phasenregler

Phase follow-up system

R 11229

Phasenschieber

Phase shifter

766

Bl. 37

Phasenschieber - Goniometer

Phase shifter goniometer

Phasenschreiber

Phase recorder

Phasenschreiber - Verstärker

Phase recorder amplifier

Phasenschreiberanzeige Δx bei Tag/Nacht-Schwankung von ϕ_1

Indication of phase recorder Δx during day-night fluctuation of ϕ_1

Phasenverschiebung zwischen F_p und ϕ_1 bzw. Δx und ϕ_1

Phase shift between F_p and ϕ_1 or Δx and ϕ_1

Quarzfilter	Filter, crystal
Ringpotentiometer	Multi-turn potentiometer
Mündelmutter lösen Lage der Scheiben nach Bild verändern	Loosen knurled nut, change position of washers according to drawing
Signalkontakt	Signal contact
Signalkontakt u. Motorspannung	Signal contact and motor voltage
Signallampe "Betrieb"	Pilot lamp IN OPERATION
Spannungskonstanthalter	Voltage stabilizer
Spannungswähler-Platte	Tapping panel
Synchrонаusgang	Sync output
Synchro-System (Drehfeldempf.)	Synchro receiver
Scheibe(n)	Washer(s)
Schnitt	Section
Schrauben gelöst	Screws loosened
Schreiber	Recorder
Stellmotor	Servomotor
Stromlauf zu ...	Circuit diagram of ...
Stück	ea
tauchgelötet nach ...	Dip soldered according to ...
Thermostat hochgeklappt	Oven turned up
überwacht	Monitored
Überwachungsteiler	Monitoring voltage divider
(U'Gr.)	(Sub-assy.)
Umschaltung	Changeover
Umsetzer	Converter
Umsetzer oder Adapter	Converter or adapter
Umstellung der Regelzeitkonstante an XKE für XSD	Changing the time constant on Type XKE for Type XSD
um ... zu berechnen (Zeile ...)	To calculate ... (line ...)
... und dazugehörige Teile nicht dargestellt	... and associated parts not shown

R 11229
766
Bl. 33

ungerregelt

Not controlled

V_{eff}

V_{rms}

Vereinfachtes regelungstechnisches Blockschaltbild

Simplified diagram of control action

Verstärker

Amplifier

Verserrervorsatz

Harmonic generator

Vollauschlag

Full deflection

von Frequenznormal

From frequency standard

Vorverstärker (Breitband)

Pre-amplifier (broadband)

V_{ss}

V_{pp}

Wechselspannungen in Stellung Rechtsanschlag von R1

AC voltages with R1 turned fully clockwise

Werte in Klammern gelten für Platte Y5

Values in brackets apply to Y5

Zahnrad

Gear wheel

Zeitkonstante

Time constant

Zu bestimmende Größe

Quantity to be determined

Zu vernachlässigen

Negligible

R 11229

766

Bl. 39

Translations for Parts Lists (see section 2 to 10 of German edition)

Achs-L	Length of shaft
Amphenol-Buchse	Socket, Amphenol
Anschlußkabel	Cable, connecting
Antennenteiler	Antenna attenuator
Antennenversorgung	Antenna supply
Ausgangsverstärker	Output amplifier
ausgesucht aus ...	Selected from ...
bei ...	At ...
Bemerkungen	Remarks
Benennung	Designation
Blatt Nr.	Page No.
Buchse	Socket
Buchsenleiste	Multi-point connector, female
DF-Kondensator	Capacitor, feed-through
Diodenquartett	Varistor
Doppelstecker	Plug, twin
Draht-Drehwiderstand	Resistor, wire-wound, variable
Drehspulstrommesser	Meter, moving-coil
DreispuLENempfänger	Three-coil receiver
Drossel	Choke
Drucktaste	Pushbutton
einzusetzen in Gerät Type ...	To be inserted into Type ...
Elko	Capacitor, electrolytic
Endverstärker	Final amplifier
enth. in ...	Included in ...
Feinschleifwiderstand	Resistor, fine contact
Filterspule	Coil, filter

R 11239
766
Bl. 40

Flanschdose	Socket, flange
Frequenzregler	Frequency controller
Frequenzteiler	Frequency divider
Ge-Diode	Diode, germanium
Gerätestecker	Receptacle
Getriebe	Gear
Gr.	Assy.
HF-Kabel	Cable, RF
hierzu ...	See ..
hierzu bes. Stückliste	See separate parts list
hierzu bes. Stromlauf, Schalt- teilliste und Stückliste	See separate circuit diagram and parts lists
Impulsverstärker	Pulse amplifier
Instrumentabgleich	Meter balance
isoliert eingebaut	Insulated
je nach Auftrag	Depending on order
Kennzeichen	Ref. No.
Keramikkondensator	Capacitor, ceramic
Ker. Df-Kondensator	Capacitor, feed-through, ceramic
Kf-Kondensator	Capacitor, synth. foil
Kleinflanschdose	Socket, flange, miniature
Kleinkupplungsstecker	Connector plug, small
Kleinlampe	Lamp, miniature
Kleinstufenschalter	Switch, rotary, midget
Kontaktleiste	Connector, multi-point
Ks-Kondensator	Capacitor, lacquer-type
Laschenschalter	Changeover switch
Leitung geschirmt	Line, shielded
Liste besteht aus... Blatt	The list consists of ... pages
Liste Nr.	List No.

N 11229
755
BL. 41

Lufttrimmer	Trimmer, air
Meßmotor	Motor
Mischung	Mixer
mit Isolier-Zubehör	With insulating material
MP-Kondensator	Capacitor, MP
nach Zeichng...	According to drawing...
Netzspannung	AC supply voltage
Netzteil	Power supply
Netutrafo	Transformer, power
Papier-Kondensator	Capacitor, paper
Pegelüberwachung	Level monitoring section
Quarz	Crystal
Quarzfilter	Filter, crystal
Relais	Relay
Sach-Nr.	Stock No.
Schaltteilliste zu ...	Parts list for ...
Schichtdrehwiderstand	Resistor, depos. carbon, variable
Schichtwiderstand	Resistor, depos. carbon
Schmelzeinsatz	Fuse
Si-Diode	Diode, silicon
Spannungs-Konstanthalter	Voltage stabilizer
Spule	Coil
Stecker	Plug
Steckerleiste	Connector, multi-point, male
Stückzahl	Quantity
Stufenschalter	Switch, rotary
Tantalelko	Capacitor, electrolytic, tantalum
Thermorelais	Relay, thermal
Transistorpaar	Pair of transistors

R 11229

706

Bl. 42

Trimmwert	Factory-adjusted
Übertrager	Transformer
Überwachungsteiler	Monitoring voltage divider
U ¹ Gn.	Sub-assy.
Umschaltklemme	Changeover link
Umsetzer	Converter
verdrahtet nach ...	Wired according to ...
100-kHz-Verstärker	100-kHz amplifier
Vorzerorrersatz	Harmonic generator
Vorverstärker	Pre-amplifier
Widerstandsgeber	Synchro transmitter
Zener-Diode	Diode, Zener
Zernackertrafo	Transformer, vibrator
zusätzlich 2 Stck. Ersatz bei...	Two additional replacements for ...

Beschreibung

FREQUENZREGLER

Type XKE BN 444834

Anmerkung: Wir bitten, bei technischen Anfragen, insbesondere bei einer Anforderung von Ersatzteilen, außer der Type und Bestellnummer (BN) immer auch die Fabrikationsnummer (FNr.) des Gerätes anzugeben.

Ausgabe R 10720/386

Printed in Western Germany

Inhaltsübersicht

1.	<u>Eigenschaften</u>	4
2.	<u>Anwendung</u>	7
3.	<u>Wirkungsweise</u>	9
	Bild 1 Blockschaltbild	11
4.	<u>Theoretische Betrachtungen, Betriebsverhalten</u>	13
4.1.	Phasenfolgeregler	13
4.1.1.	Verhalten bei kleinen Phasenstörungen	13
4.1.2.	Verhalten bei großen Phasenstörungen	15
4.2.	Frequenzregler	15
4.2.1.	Auswirkung von Störungen auf die Frequenzregelung	19
4.2.1.1.	Phasensprünge der Leitfrequenz	20
4.2.1.2.	Periodische Phasenänderungen	20
4.2.1.3.	Anstiegsfunktion, Alterung	21
4.3.	Phasenschreiberausgang	22
4.3.1.	Frequenzregelung abgeschaltet	23
4.3.2.	Frequenzregelung eingeschaltet	23
	Tabelle 1	23
4.4.	Pegelschreiberausgang	27
5.	<u>Vorbereitung für den Betrieb</u>	29
5.1.	Einstellen der Netzspannung	29
5.2.	Auswechseln des Quarzfilters Y1	29
5.3.	Empfang von Frequenzen im Bereich 110...199 kHz	29
5.4.	Einstellen der Zeitkonstante T_f	30
5.5.	Einbau des Drehfeldempfängers	32
5.6.	Aufstellen und Anschließen der Antenne	35

5.6.1.	Ferritantenne	35
5.6.2.	Draht- bzw. Stabantenne	36
5.6.3.	Blitzschutz	36
5.7.	Verbindungskabel	36
6.	<u>Bedienung</u>	37
6.1.	Inbetriebnahme	37
6.1.1.	Aussteuerung	37
6.1.2.	Nutzpegel	37
6.1.3.	Ansprechschwelle	38
6.1.4.	Stillsetzen des Reglers bei Leitfrequenzausfall	39
6.2.	Registrieren der Frequenzverstellung	39
6.3.	Betrieb und Einstellen des Phasenschreibers	40
6.4.	Betrieb und Einstellung des Pegelschreibers	41
6.5.	Beispiel für die Auswertung eines Phasenregistrierstreifens ...	41
	Bild 8 Beispiel eines Phasenregistrierstreifens	45
7.	<u>Wartung und Reparaturhinweise</u>	47
7.1.	Prüfung der Polung des Drehfeldsystems	47
7.2.	Empfindlichkeitsprüfung	48
Schaltteillisten		
Stromläufe		

1. Eigenschaften

Eingänge

Leitfrequenz f_1 (= Empfangsfrequenz) . .	in den Bereichen 10...25 kHz und 110...125 kHz ein beliebiges Vielfaches von 100 Hz, in den Bereichen 25...100 kHz und 125...199 kHz ein beliebiges Vielfaches von 500 Hz, umstellbar durch Wechsel von Filterplatte und Frequenzumsetzer
Erforderliche Eingangsspannung f_1 für Vollaussteuerung	1 μ V...2 V, einstellbar; $R_e = 50 \Omega$; Buchse Serie BNC
geregelter Frequenz f_2	100 kHz
Eingangsspannung f_2	min. 100 mV...max. 2 V, $R_e > 2 k\Omega$; Buchse Serie BNC
Vorselektion im Leitfrequenzkanal . . .	in 100 Hz Abstand von $f_1 \cong 33$ dB in 500 Hz Abstand von $f_1 \cong 50$ dB
Gesamtbandbreite = Fangbereich	etwa $2 \cdot 10^{-7}$ der empfangenen Leitfrequenz

Ausgänge

Synchronausgang f_3	100 kHz synchron mit f_1 , 1 V, $R_i = 50 \Omega$; Buchse Serie BNC
zur Betätigung des Frequenznormal- Trimmers	3 x 6 V für Gleichstromdrehfeldempfänger
für Phasenregistrierung	0...6 mA, linear für 0...100 μ s Phasendifferenz zwischen f_1 und f_2 ; R_i etwa 2,5 k Ω
für Registrierung der Empfangs- spannung	0...6 mA, für 0... Vollaussteuerung, R_i etwa 1 k Ω
Zeitkonstante in Zusammenarbeit mit XSD	10 000/50 000/250 000 s, umstellbar
Ansprechschwelle	15...100 % der Vollaussteuerung, in Stufen einstellbar
Betriebsspannungen	Netz und/oder Batterie

Netz 110/125/220/240 V +10...-20 %
47...400 Hz; etwa 13 VA

Batterie 11...16 V=, etwa 6 W
(nicht vom Gerät zu laden)

Abmessungen (B x H x T)

DIN-Einschub 520 x 168 x 440 mm

19"-Einschub 484 x 176 x 440 mm

Kastengerät mit Deckel 540 x 234 x 453 mm

Gewicht

Kastengerät etwa 27,5 kg

Einschub etwa 18,0 kg

Bestellbezeichnung (bitte, zum Empfang vorgesehene Leitfrequenz angeben!)

Kastengerät Frequenzregler Type XKE, BN 444834

Einschub nach DIN Frequenzregler Type XKE, BN 444834 D

Einschub in 19 Zoll Frequenzregler Type XKE, BN 444834 DZ

Mitgeliefertes Zubehör 1 Netzkabel LK 08038
(im Preis inbegriffen)

1 Drehfeldempfänger BN 444834-50
(nur zum Einbau in Frequenznormal XSD)

1 Filterplatte BN 444834-14/...
(Frequenz je nach Auftrag zwischen
10 und 100 kHz; in XKE eingebaut)

1 HF-Verbindungskabel BN 9111505/100
(1 m, BNC-Stecker)

1 5-poliges Verbindungskabel NG 600-2/100
(1 m, Tuchelstecker)

1 HF-Stecker Serie BNC, FHM 11013/50

Empfohlene Ergänzung 1 Ferritantenne BN 4448341

Normalfrequenzsender-Tabelle (Stand v. Jan. 66)

Land	Rufzeichen	Standort	Träger- frequenz (kHz)	abgestrahlte Leistung (kW)
USA	NAA	Cutler, Maine	17,8	1000
	NBA	Balboa, C.Z.	24,0	30
	NPG/NLK	Jim Creek, Wash.	18,6	250
	NPM	Lualualei, Hawaii	26,1	100
	WWVL	Ft. Collins, Co.	20,0	1
	NSS	Annapolis, Md.	21,4	100
	WWVB	Ft. Collins, Co.	60,0	7 ^{*)}
England	GBR	Rugby	16	40
	MSF	Rugby	60	10 ^{*)}
BRD	DCF 77	Mainflingen	77,5	12 ^{*)}
Schweiz	HBG	Prangins	75	25 ^{*)}
UDSSR	ROR		25	
ČSR	OMA		50	

^{*)} Senderleistung

Die oben aufgeführten amerikanischen und englischen Normalfrequenzsender sind mittelbar oder unmittelbar durch Atomfrequenznormale gesteuert. Die abgestrahlten Trägerfrequenzen haben einen maximalen Fehler ($\Delta f/f$) von $< 5 \cdot 10^{-11}$. Sie sind bezogen auf die Frequenz 9 192 631 770 Hz des Cäsiumstrahl-Atomfrequenznormals und gegen letztere um einen definierten Betrag versetzt, um mit der mittleren Weltzeit UT 2 synchron zu sein.

Versatz ($\Delta f/f$) 1962 und 1963 $-130 \cdot 10^{-10}$

Versatz ($\Delta f/f$) ab 1964 $-150 \cdot 10^{-10}$

Versatz ($\Delta f/f$) ab 1966 $-300 \cdot 10^{-10}$

Alle Sender sind mit dem Frequenzregler XKE in Europa, die meisten Sender sogar an jedem Punkt der Erde empfangbar.

2. Anwendung

Quarzstabilisierte Frequenznormale sind wichtige und für die Genauigkeit entscheidende Elemente einiger technischer Einrichtungen wie Quarzuhren und Präzisions-Frequenzmeßanlagen (z.B. CAC, XZA). Große Bedeutung haben die Frequenznormale für die Sendertechnik erlangt, die sich ihrer in Verbindung mit dekadischen Steuersendern bedient (z.B. NO 263). Auch zur Synchronisierung von Fernschendern mit Präzisionsoffset werden sie mit Erfolg verwendet.

Diese Anwendungsarten verlangen Frequenzkonstanzen, die trotz der außerordentlich hohen Qualität moderner Frequenznormale über längere Zeit, bedingt durch die unvermeidbare Quarzalterung, einen laufenden Vergleich mit übergeordneten Standardfrequenzen notwendig machen. Solche Standardfrequenzen stehen derzeit, dank der Tätigkeit vieler wissenschaftlicher Institute und kommerzieller Unternehmen, schon in weiten Teilen der Welt zur Verfügung. Die direkte Verwendung dieser drahtlos übertragenen Standardfrequenzen ist wegen der Unsicherheit der Ausbreitung nicht möglich. Am Ort der Verwendung muß deshalb ein sekundäres Frequenznormal aufgestellt und mit Hilfe der erwähnten Standardfrequenzen laufend korrigiert werden. Wegen ihrer besonderen Eignung kommen hierfür hauptsächlich Standardfrequenzen im Längstwellenbereich 10...30 kHz in Frage; vereinzelt werden aber auch Normalfrequenzsender im Bereich 30...200 kHz verwendet.

Es liegt beim heutigen Stand der Technik nahe, den Frequenzvergleich und die daraufhin vorzunehmenden Korrekturen zu automatisieren, eine Aufgabe, für die ROHDE & SCHWARZ nach längeren erfolgreichen Vorarbeiten^{*)} den Frequenzregler Type XKE entwickelt hat. Dieses Gerät ist eine Kombination von Längstwellenempfänger und integral wirkendem Frequenzregler.

^{*)} R. Leonhardt und H. Flicker: Steueranlage für Gleichwellensender. Rohde & Schwarz-Mitteilungen, Nr. 2/1952

L. Mooser: Frequenz- und Phasenregelung örtlicher Oszillatoren durch Normalfrequenzsender. Vorgetragen beim Internationalen Kongreß für Chronometrie, München 1959.

L. Mooser: Frequency and Phase Control of Local Oscillators by Transmitters of Standard Frequency. Vorgetragen beim 14. Annual Symposium on Frequency Control, Atlantic City 1960.

Der Frequenzregler XKE ist für die selbständige Regelung von Frequenznormalen bestimmt, die unmittelbar oder im Zuge von Frequenzteilungen bzw. -vervielfachungen die Frequenz 100 kHz abgeben, die einen hinreichend fein wirkenden Frequenztrimmer besitzen und deren Konstruktion den Anbau eines Gleichstrom-Drehfeldempfängers zur Betätigung des Trimmers gestattet. Diese Voraussetzung ist z.B. bei dem R&S-Frequenznormal KSD erfüllt.

Als Leitfrequenz (übergeordnete Standardfrequenz) ist im Bereich 10 kHz bis 25 kHz ein beliebiges Vielfaches von 100 Hz und im Bereich 25 kHz bis 100 kHz ein beliebiges Vielfaches von 500 Hz möglich. Mit Hilfe des einsteckbaren Frequenzumsetzers BN 444 834-54 können auch Frequenzen die um genau 100 kHz höher als die vorgenannten sind, empfangen werden. Die Auswahl erfolgt durch ein steckbares Filter und gegebenenfalls durch die Verwendung des Frequenzumsetzers. Auch Frequenzen unter 10 kHz sind als Leitfrequenz verwendbar, wenn sie mit einer zur Ververzerrung ausreichenden Amplitude zur Verfügung stehen.

Die vom Regler ausgeführte Frequenzkorrektur kann bis auf einige 10^{-11} genau und die Phasendifferenz zwischen Leitfrequenzen und örtlichem Normal auf 2 μ s genau mit einem Gleichstromschreiber registriert werden.

Selbstverständlich ist die Frequenzregelung auch abschaltbar, da in manchen Fällen nur die mit dem Gerät ausführbare, äußerst genaue Phasenregistrierung benötigt wird. Bei gleichzeitigem Anschluß eines weiteren Schreibers zur Registrierung des Eingangspegels ist der Frequenzregler XKE ein wichtiges Instrument für die Erforschung der Langwellenausbreitung.

Wird durch den Frequenzregler XKE ein Frequenznormal XSD nachgeregelt, so folgt dieses der empfangenen Normalfrequenz je nach Empfangsbedingungen mit einem maximalen Fehler von $0,1 \dots 5 \cdot 10^{-10}$.

3. Wirkungsweise

(siehe Blockschaltbild)

Liegt die Leitfrequenz f_1 im Bereich 110...199 kHz, so wird sie im Umsetzer Y 21 in den Bereich 10...99 kHz umgesetzt; im übrigen ist dann die Funktion die gleiche wie im Bereich 10...100 kHz. Liegt die Leitfrequenz f_1 im Bereich 10...100 kHz, so gelangt sie unter Umgehung des Umsetzers Y 21 über Filter und Verstärker zum Phasendetektor Y 4 und wird dort in ihrer Phase mit einer Subharmonischen (500 Hz bzw. 100 Hz) der zu regelnden Frequenz f_2 verglichen. Besteht eine Phasendifferenz, so liefert der Phasendetektor eine nach Größe und Vorzeichen entsprechende Gleichspannung. Diese setzt über Gleichstromverstärker den Motor M1 in Gang und dreht dadurch über Getriebe einen Phasenschieber, der im Kanal der zu regelnden Frequenz f_2 dem Phasendetektor vorgeschaltet ist. Dieser dreht sich so lange, bis am Phasendetektor wieder Phasengleichheit hergestellt ist. Solange Leitfrequenz f_1 und geregelte Frequenz f_2 nicht synchron sind (innerhalb des Fangbereiches), läuft daher der bei f_2 eingeschaltete Phasenschieber mit der auf 100 kHz bezogenen Differenzfrequenz um. Das hier beschriebene System ist in bezug auf den Synchronausgang f_3 ein integral wirkender Phasen-Folgeregler.

An den Motor M1 ist außerdem über ein weiteres Getriebe und über den Gleichstromdrehmelder M2 der Frequenztrimmer des geregelten Frequenznormals ankuppelbar. Ist diese Verbindung eingeschaltet, so wird auch der Trimmer des Frequenznormals in Bewegung gesetzt, sobald f_1 und f_2 nicht synchron sind. Der Trimmer korrigiert dadurch die Frequenz so lange, bis zwischen f_2 und f_1 wieder Synchronismus hergestellt ist, also bis auf den Restfehler Null (im stationären Zustand).

Bei eingeschalteter Kupplung zum Frequenztrimmer ist das System in bezug auf die geregelte Frequenz f_2 ein integral wirkender Frequenzregler. Die Phasenregler-Eigenschaft für f_3 bleibt dabei bestehen. Der Ausgang f_3 liefert demnach eine 100-kHz-Spannung, die mit der Leitfrequenz f_1 dauernd phasengleich ist. Sie macht also abgesehen von kurzzeitigen Störungen die auf dem

Übertragungsweg entstehenden, vornehmlich periodischen Phasenschwankungen mit. Der Ausgang des Frequenznormals f_2 ist von derartigen Schwankungen weitgehend befreit (große Regelzeitkonstante), liefert also eine sehr konstante Frequenz. Die Phasenlage in bezug auf f_1 ist aber undefiniert.

Mit dem Getriebe ist außerdem noch ein Ringpotentiometer verbunden. Dieses liefert eine Gleichspannung, die proportional der Phasendifferenz zwischen f_1 und f_2 ist. Die Gleichspannung wird verstärkt und zum Betrieb eines Phasenschreibers ausgekoppelt.

Ein weiterer Phasendetektor Y5 mischt die um 90° gedrehte Leitfrequenz mit einer Subharmonischen von f_2 . Das Mischprodukt ist eine Gleichspannung, deren Amplitude ein Maß für die Nutzspannung am Leitfrequenzeingang ist. Zur Erzeugung dieser Gleichspannung trägt außer der Subharmonischen von f_2 nur die Nutzspannung am f_1 -Eingang bei, da nur diese in der richtigen Phasenbeziehung zu f_2 steht. Störspannungen mit undefinierter Phasenlage heben sich im statistischen Mittel durch die Wirkung des auf den Phasendetektor folgenden R-C-Gliedes auf. Die Gleichspannung des Phasendetektors Y5 wird einerseits für den Anschluß eines Pegelschreibers über Verstärker ausgekoppelt, andererseits dient sie zum Betrieb des Pegelüberwachungs-Relais. Letzteres trennt durch Abschalten des Drehfeldsystems die Verbindung zum geregelten Frequenznormal auf, wenn die Spannung von f_2 weniger als 100 mV beträgt oder der f_1 -Pegel unter einen einstellbaren Grenzwert (Ansprechschwelle) sinkt. Fehlregelung bei zu kleinem Nutzsignal oder fehlender Frequenz f_2 wird so mit Sicherheit vermieden, da der Trimmer des Normals seine letzte Stellung beibehält, bis die Regelung wieder einsetzen kann. Der Ausfall der Regelung wird durch Kontakte gemeldet.

Bei Wiederkehr der Leitfrequenz f_1 bzw. 100 kHz f_2 schaltet die Pegelüberwachung das Drehfeldsystem erst nach einer Verzögerungszeit von 90 s wieder ein. Die Verzögerung ist erforderlich, damit beim neuen Abgleich des Phasen-Folgereglers das angeschlossene Frequenznormal nicht unnötig verstellt wird.

Der Frequenzregler kann aus dem Netz oder aus einer äußeren Batterie betrieben werden. Sind beide Energiequellen angeschlossen, so dient die Batterie als Reserve bei Netzausfall.

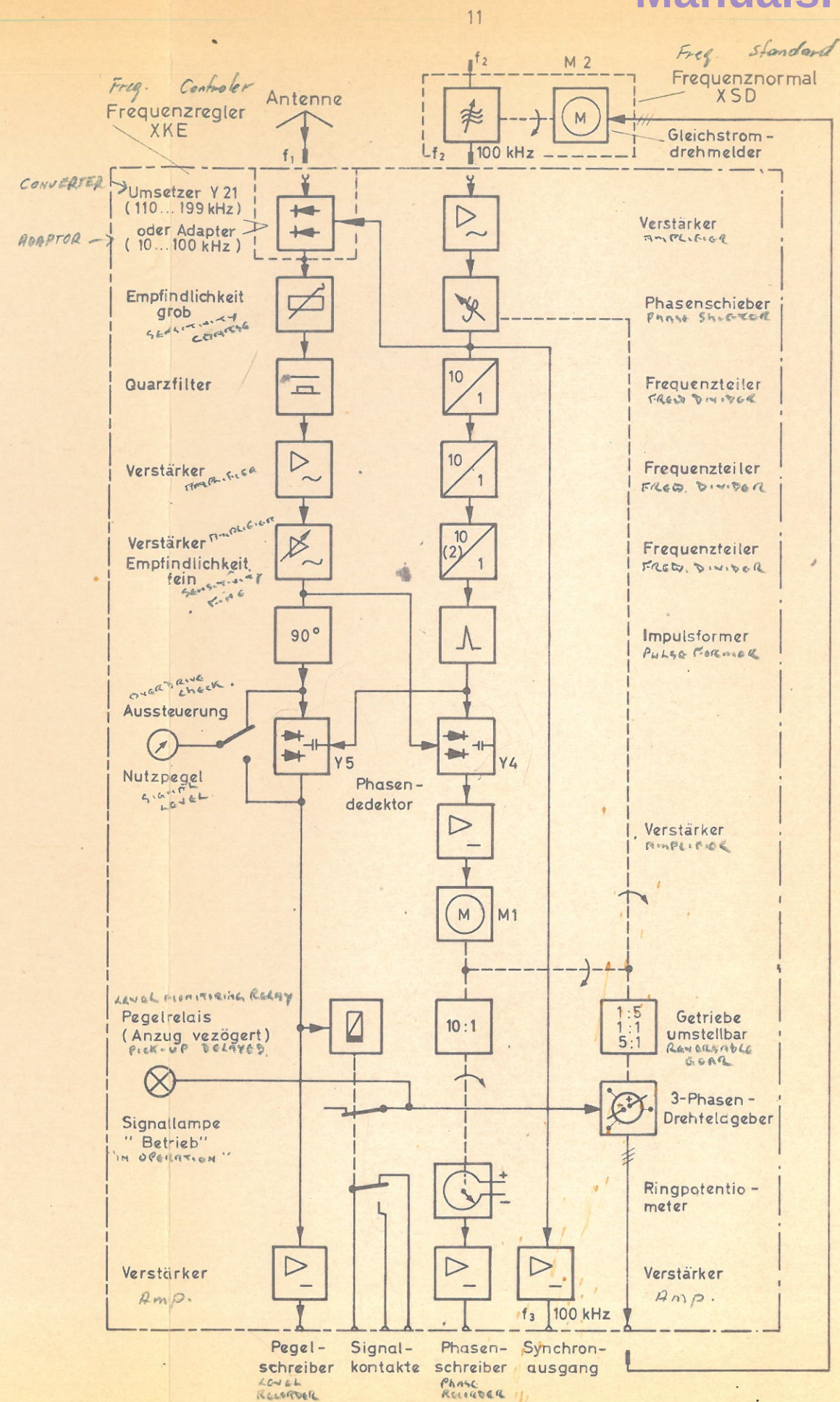


Bild 1 Blockschaltbild

Das Gerät ist in stabilem Stahlblechkasten mit abnehmbarem Deckel oder als Einschub für den Einbau in DIN- bzw. 19"-Gestelle lieferbar. Ein Gleichstrom-Drehfeldempfänger für das zu regelnde Frequenznormal wird beigegeben. Er läßt sich ohne Mühe in das Frequenznormal XSD einsetzen.

4. Theoretische Betrachtungen, Betriebsverhalten

4.1. Phasenfolgeregler

4.1.1. Verhalten bei kleinen Phasenstörungen

Ist die Verbindung zum Trimmer des Frequenznormals aufgetrennt (z. B. Ansprechschwelle auf ∞), dann ist nur die Phasenfolgeregelung wirksam. ϕ_1 , die Phase der Leitfrequenz f_1 , ist dabei die Führungsgröße. ϕ_3 , die Phase der Ausgangsfrequenz f_3 , ist die geregelte Größe. f_2 bleibt unbeeinflusst. Da f_1 je nach dem verwendeten Eingangsfiler verschiedene Werte haben kann und im allgemeinen $f_1 \neq f_3$ ist, wird für die folgenden regelungstechnischen Betrachtungen die normierte Phase $\Phi_1 = \phi_1/f_1$ und $\Phi_3 = \phi_3/f_3$ verwendet, wodurch die Phase die Dimension s erhält.

Der Regelkreis des betrachteten Phasenreglers enthält u. a. den Phasendetektor Y 4 mit sinusförmiger Übertragungsfunktion. Beschränkt man die weiteren Betrachtungen aber auf kleine Regelabweichungen, so kann Y 4 als lineares Übertragungsglied angesehen werden, dessen „Verstärkung“

$\Delta U_n / \Delta \phi_1$ [V/s] allerdings von der verwendeten Leitfrequenz f_1 abhängt, da $\Delta \phi_1 = \frac{\Delta \phi_1}{f_1}$.

Unter den genannten Voraussetzungen ist der Phasenfolgeregler ein lineares System erster Ordnung mit der Übergangsfunktion

$$\phi_3 = \phi_2 + (\phi_1 - \phi_2) \cdot (1 - e^{-t/T_p}) \quad [\phi, t \text{ in s}], \quad 1/T_p = k \quad (1)$$

wobei k die „Gesamtverstärkung“ des aufgeschnittenen Regelkreises ist. Im KKE enthält k auch die Verstärkung von Y 4 als Faktor. Dadurch ist k abhängig von der Leitfrequenz (Eingangsfrequenz) und der Eingangsspannung (Antennenspannung). Bei Vollaussteuerung (Nutzpegel = 100) gilt: $k = \frac{1}{350} \cdot f_1 / \text{kHz}$.

$1/k$ ist die Zeitkonstante T_p der Übergangsfunktion des Phasenfolgereglers; sie beträgt beispielsweise für $f_1 = 10 \text{ kHz}$ und Vollaussteuerung: $T_p = 35 \text{ s}$.

Die Auswertung der Formel für ϕ_3 ist in Bild 4a, b, c dargestellt.

4.1.2. Verhalten bei großen Phasenstörungen

Bei Phasenstörungen, für die der Phasendetektor Y 4 nicht mehr als lineares Übertragungsglied angesehen werden kann, ist k nicht mehr konstant. k wird mit zunehmender Phasenabweichung kleiner, wodurch sich die Stellzeit des Phasennachlaufreglers vergrößert. Treten Phasenstörungen auf, die bezogen auf die Leitfrequenz mehr als π bis max. 2π ausmachen, so kehrt der Phasenfolgeregler die Drehrichtung um und läuft in Richtung des „kürzeren Weges“ in den Abgleich. Dabei kehrt auch die Richtung der Stromänderung am Phasenschreiberausgang um.

4.2. Frequenzregler

Ist die Verbindung zum Frequenztrimmer des angeschlossenen Frequenznormals eingeschaltet, so erhält man als regelungstechnisches Blockschaltbild die Hintereinanderschaltung eines Integrationsgliedes (= Frequenznormal) mit einem Übergangsglied (= Phasenregler zwischen den Anschlüssen A und B entsprechend Bild 2). Man erhält so das vereinfachte Blockschaltbild Bild 3.

Bild 3 ist das Blockschaltbild eines Regelsystems zweiter Ordnung. Dieser Regelkreis enthält das umschaltbare Getriebe G mit einem sehr hohen Übersetzungsfaktor, so daß die „Gesamtverstärkung“ des (aufgeschnittenen) Frequenzregelkreises um mehrere Größenordnungen kleiner ist als die des

Phasenfolgereglers. Unter dieser Bedingung verläuft die Frequenzregelung aperiodisch mit im Vergleich zum Phasenregler sehr großer Zeitkonstante. Die Einstellzeit des Phasenreglers kann also bei Betrachtung des Frequenzregelvorganges völlig vernachlässigt werden; d. h., das Übergangsglied (Ph. R) kann innerhalb des Frequenzregelkreises als Proportionalglied angesehen werden. Damit erhält man auch für den Frequenzregler das Blockschaltbild eines Systems erster Ordnung mit der Übergangsfunktion

$$\frac{\Delta f_2}{f_2} = \frac{\Delta f_1}{f_1} \cdot (1 - e^{-t/T_f}), \quad (2)$$

wobei $T_f = 1/k_f$ die Zeitkonstante des Frequenzreglers ist. T_f ist mit dem Wechselgetriebe G umschaltbar (siehe 1. Eigenschaften).

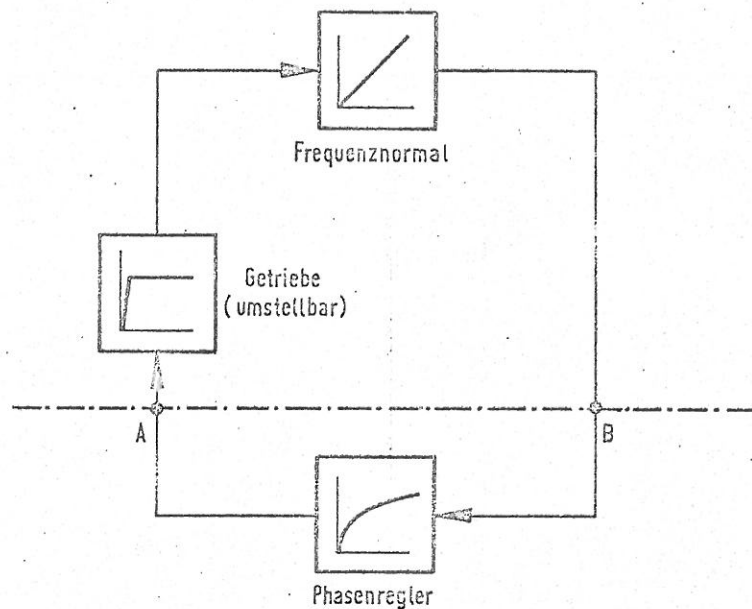


Bild 3. Vereinfachtes regelungstechnisches Blockschaltbild

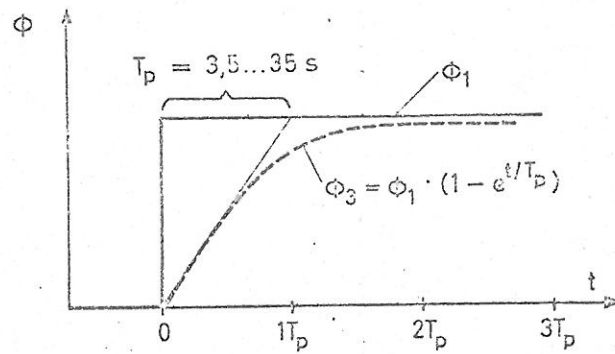


Bild 4a

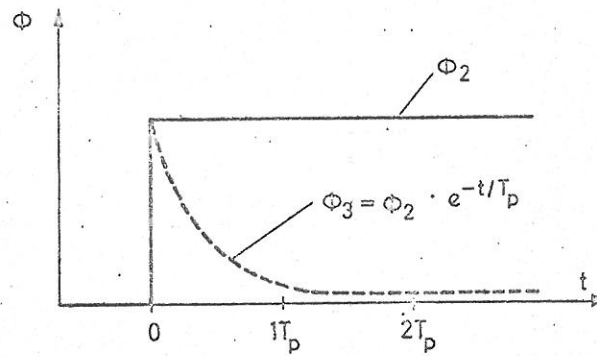


Bild 4b

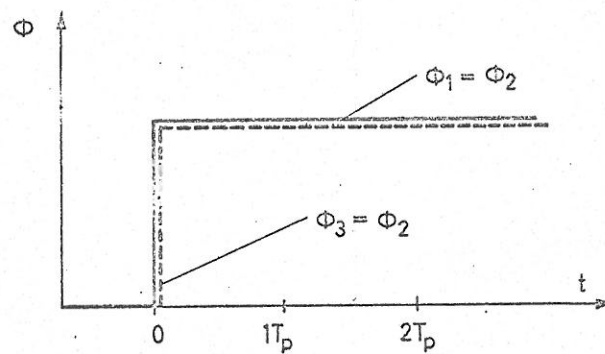


Bild 4c

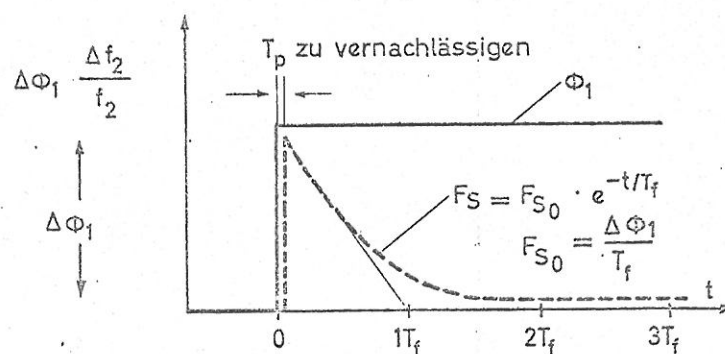


Bild 4d

18

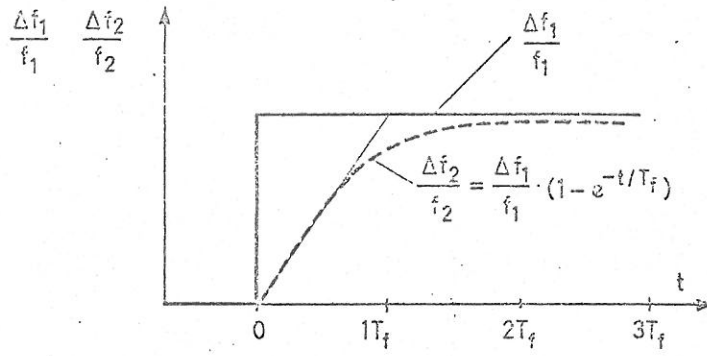


Bild 4e

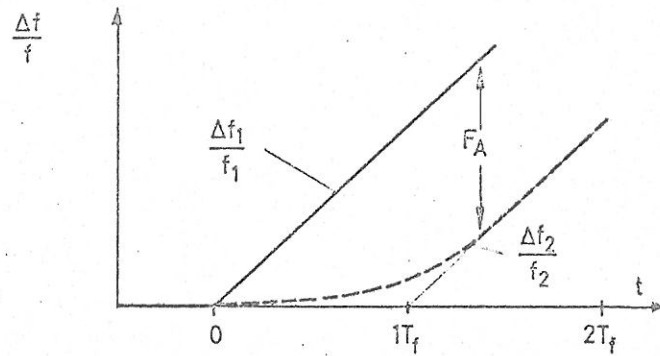


Bild 4f

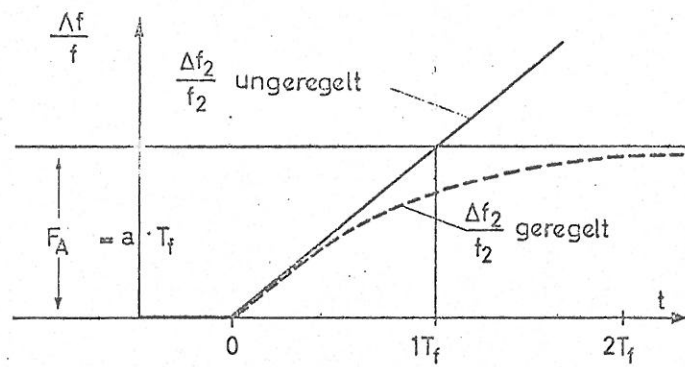


Bild 4g

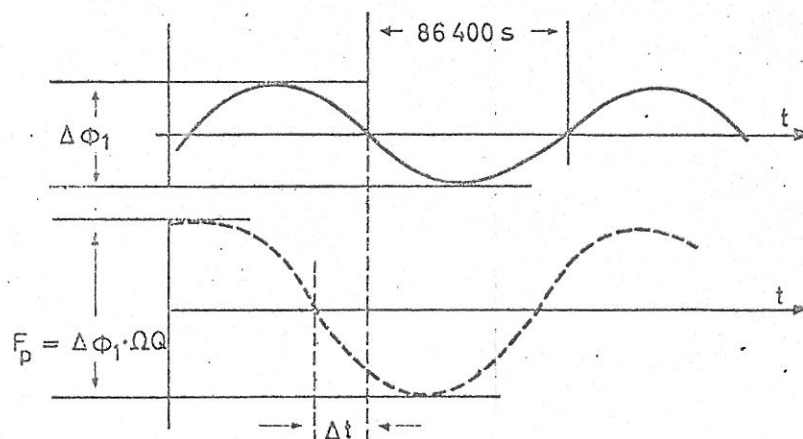


Bild 4h

4.2.1. Auswirkung von Störungen auf die Frequenzregelung

Das Verhalten des Reglers läßt sich nur für bestimmte Fälle des zeitlichen Verlaufes der Leitfrequenzschwankung angeben, von denen nachfolgend nur die für die Praxis wichtigen Fälle behandelt sind. Dabei werden die folgenden Formelzeichen verwendet:

F_S = Frequenzstörung durch Phasensprung der Leitfrequenz ($\frac{\Delta f}{f}$)

F_{S0} = Anfangswert von F_S

ϕ_1 = Phase der Leitfrequenz in μs

ϕ_2 = Phase der geregelten Frequenz in μs

$\Delta\phi_1$ = Phasensprung der Leitfrequenz in μs

T_f = eingestellte Zeitkonstante des Frequenzreglers (10 000, 50 000, 250 000 s)

f_1 = Leitfrequenz in Hz

f_2 = geregelte Frequenz in Hz ($= 10^5$)

F_P = Frequenzstörung durch periodische, insbesondere sinusförmige Schwankung der Phase der Leitfrequenz (Tag/Nacht-Effekt)

Ω = Kreisfrequenz der sinusförmigen Schwankung der „Leitphase“
($= 2\pi \cdot \frac{1}{86400}$)

F_A = konstanter Frequenzfehler durch Alterung des geregelten Schwingquarzes ($\frac{\Delta f}{f}$)

A = Relative Frequenzänderung pro Tag ($\frac{\Delta f}{f}$) des zu regelnden Schwingquarzes (im unregelten Zustand)

x = Anzeige des Phasenschreibers in s

Δx = Änderung des Phasenschreiberausschlages

Δx_0 = unverzerrter Wert von Δx für $T_f \rightarrow \infty$ oder $t \rightarrow 0$

4.2.1.1. Phasensprünge der Leitfrequenz

Wie aus Bild 1 und 2 ersichtlich, ist der Frequenztrimmer des geregelten Frequenznormals über das umschaltbare Getriebe G mit dem Phasenregler gekuppelt. Regelvorgänge nach Phasenstörungen können daher Frequenzfehler verursachen, die dann mit der jeweils eingestellten Zeitkonstante T_f wieder abgebaut werden. Der Einfluß von Phasenstörungen auf die Frequenzregelung ist um so geringer, je größer die Untersetzung des Getriebes G, also je größer die Zeitkonstante T_f ist.

Der Anfangswert $(\Delta f_2/f_2)_0$ einer durch Phasensprung der Leitfrequenz erzeugten Frequenzstörung ist

$$F_{So} = \left(\frac{\Delta f_2}{f_2} \right)_0 = \frac{\Delta \phi_1}{T_f} \quad [\phi, T_f \text{ in s}] \quad (3)$$

(siehe Tabelle 1, Nr. 1).

Der zeitliche Verlauf dieser Frequenzstörung wird bestimmt durch die Zeitkonstante des Frequenzreglers T_f (bei Vernachlässigung von T_p)

$$F_S = \frac{\Delta \phi_1}{T_f} \cdot e^{-t/T_f} \quad (4)$$

(siehe Bild 4d)

Die größtmögliche Frequenzstörung wird durch einen Phasensprung von 180° , bezogen auf die Leitfrequenz, verursacht (vergl. 4.1.2.). Sie beträgt:

$$F_{So \text{ max}} = \frac{\Delta f_2}{f_2} \text{ max} = \frac{1}{2 \cdot f_1 \cdot T_f} \quad [f_1 \text{ in Hz, } T_f \text{ in s}] \quad (5)$$

4.2.1.2. Periodische Phasenänderungen

Das Verhalten des Frequenzreglers bei periodischen Schwankungen der Leitfrequenzphase ergibt sich aus dem Führungsfrequenzgang des Regelsystems 1. Ordnung^{*)}:

$$F_P = \left(\frac{\Delta f_2}{f_2} \right)_0 \cdot \frac{1}{1+pT_f} \quad (6)$$

^{*)} W. Opelt, Kleines Handbuch der Regelungstechnik

Mit insbesondere die Phasenschwankung der Leitfrequenz sinusförmigen Verlauf^{*)}, dann wird der Zeitparameter $p = j\Omega$.

Der relative Frequenzfehler ist dann:

$$F_p = \Delta\phi_1 \cdot \Omega \cdot Q \cdot e^{j \arctan \Omega T_f} \quad (7)$$

$\Delta\phi_1 \cdot \Omega = (\Delta f_2/f_2)_0 =$ unverzerrte Frequenzänderung für $T_f \rightarrow 0$

$$Q = \frac{1}{\sqrt{1 + \Omega^2 \cdot T_f^2}} = \text{Korrekturfaktor}$$

Als periodische Schwankung der Leitfrequenz kommt im allgemeinen nur die Tag/Nacht-Schwankung in Betracht, die die Leitfrequenz auf ihrem Ausbreitungsweg erfährt. In diesem Fall ist $\Omega = 2\pi/86400 = 7,3 \cdot 10^{-5}$. Eingesetzt in (7) ergeben sich daraus die Werte der Tabelle 1 für Q und $Q \cdot \Omega$. (siehe Tabelle 1, Nr. 2 und Bild 4h).

Multipliziert man den Phasenwinkel zwischen der Schwankung von ϕ_1 und der Schwankung der geregelten Frequenz f_2 aus (7) mit dem Faktor $1/\Omega$, so erhält man die gegenseitige Zeitverschiebung in Sekunden

$$\Delta t = \frac{1}{\Omega} \cdot \arctan \Omega T_f \quad (8)$$

Um diesen Betrag eilt die Schwankung der geregelten Frequenz f_2 gegen die verursachende Schwankung von ϕ_1 vor (siehe Tabelle 1, Nr. 4).

4.2.1.3. Anstiegsfunktion, Alterung

Ist die Führungsgröße eine Anstiegsfunktion der Form $f_1 = (f_1)_0 \cdot (1+at)$, $[t \geq 0]$, so folgt dieser die geregelte Frequenz f_2 mit einem bestimmten relativen Fehler F_A .

$$F_A = a \cdot T_f (1 - e^{-t/T_f}), [t \geq 0] \quad (9)$$

^{*)} In vielen Fällen kann für die periodische Phasenschwankung, die die Leitfrequenz auf ihrem Ausbreitungsweg erleidet, näherungsweise sinusförmiger Verlauf angenommen werden, wodurch sich die Berechnung ihrer Auswirkung im Frequenzregler bedeutend vereinfacht.

Der gleiche Fehler tritt bei eingeschalteter Frequenzregelung auf, wenn die Leitfrequenz f_1 konstant bleibt und die Frequenz f_2 bei abgeschalteter Frequenzregelung einer Anstiegsfunktion folgen würde.

Das Eingreifen des Frequenzreglers verwandelt also die zeitproportional ansteigende Frequenz f_2 , die sogenannte Alterung, in den konstanten (für $t > T_f$) Frequenzfehler (siehe Bild 4g).

$$F_A = a \cdot T_f \quad (\text{für } t > T_f) \quad (10)$$

a ist dabei die relative Frequenzänderung je Sekunde des ungeregelten Frequenznormals. Setzt man statt a wie üblich die relative Frequenzänderung pro Tag $A = \frac{\Delta f}{f} / \text{Tag}$ ein, so ist:

$$F_A = A \cdot T_f \cdot 1,13 \cdot 10^{-5} \quad (11)$$

(siehe Tabelle 1, Nr. 5)

4.3. Phasenschreiberausgang

Der Phasenschreiberausgang liefert einen Gleichstrom der der Stellung des Phasenschieber-Goniometers und somit auch der Phasendifferenz $\phi_1 - \phi_2$ proportional ist. Da die Übersetzung zwischen Goniometer und Ringpotentiometer - wie aus Bild 1 ersichtlich - 1:10 beträgt, durchläuft der Ausgangsstrom alle Werte von 0 bis zum Maximalwert 6 mA, wenn das Goniometer 10 volle Umdrehungen ($= 100 \mu s$) macht. Hat das durchdrehbare Ringpotentiometer seine Endstellung ($\cong 6 \text{ mA}$) erreicht und wird in gleicher Richtung weitergedreht, so springt der Ausgangsstrom auf den Wert 0 und beginnt erneut zu steigen. Bei kontinuierlicher Veränderung der Phasendifferenz $\phi_1 - \phi_2$, wenn also f_2 und f_1 nicht synchron sind, liefert der Phasenschreiberausgang demnach sägezahnförmigen Strom, der für je $100 \mu s$ Phasenverschiebung wieder den gleichen Wert erreicht. Dabei steigt der Ausgangsstrom kontinuierlich (abgesehen vom Sprung auf 0), wenn ϕ_1 zunehmend voreilt, also bei $f_1 > f_2$.

Die Relative Frequenzabweichung zwischen Leitfrequenz und örtlichem Frequenznormal (f_2) kann aus der Aufzeichnung des Phasenschreibers berechnet werden.

$$\text{Es ist: } \frac{\Delta f_2}{f_2} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (12)$$

Δx = Änderung des Phasenschreiberausschlages in s während der Beobachtungszeit Δt

(siehe dazu 6.5.)

4.3.1. Frequenzregelung abgeschaltet

Ist die Regelverbindung zum Frequenznormal aufgetrennt (z.B. Ansprechschwelle auf ∞), so wird eine auftretende Phasendifferenz $\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2$ nicht ausgeregelt, und ein angeschlossener Phasenschreiber zeigt diese Differenz mit der relativ geringen Verzögerung des Phasenreglers an (siehe 4.1. T_p). Bei dieser Betriebsart kann also die Phasenänderung der Leitfrequenz aufgezeichnet werden, so lange f_2 und damit ϕ_2 als konstant angesehen werden kann.

4.3.2. Frequenzregelung eingeschaltet

Auch bei eingeschalteter Verbindung zum Frequenznormal zeichnet der Phasenschreiber die Differenz $\phi_1 - \phi_2$ auf. Da aber wegen der Wirkung des Frequenzreglers, f_2 und somit auch ϕ_2 nicht konstant bleibt, wird die Phasenänderung von ϕ_1 je nach eingestellter Zeitkonstante T_f mehr oder weniger verzerrt wiedergegeben. Die Verzerrung ist um so geringer, je größer die eingestellte Zeitkonstante T_f im Vergleich zur Dauer der Phasenschwankung ist.

Wenn T_p vernachlässigt wird, gilt bei einem Phasensprung von ϕ_1 :

$$\Delta x = (\Delta x)_0 \cdot e^{-t/T_f} \quad (13)$$

(Bei abgeschalteter Frequenzregelung wäre zu setzen $T_f \rightarrow \infty$)

Δx = Änderung des Phasenschreiberausschlages

$(\Delta x)_0$ = Anfangswert von Δx für $t = 0$

(Der Vollausschlag des Phasenschreibers entspricht $100 \mu s$).

Für sinusförmige^{*)} Schwankung von Φ_1 gilt:

$$\Delta x = (\Delta x)_0 \cdot P \cdot e^{j \arctan \Omega T_f} \quad (14)$$

$(\Delta x)_0$ = Unverzerrte Anzeige des Phasenschreibers für $T_f \rightarrow \infty$

$$P = \frac{1}{\sqrt{1 + 1/\Omega^2 \cdot T_f^2}} = \text{Korrekturfaktor (siehe Tabelle 1, Nr. 3)}$$

Ein Vergleich von (7) und (14) zeigt, daß sich die beiden Beträge nur um den Faktor T_f unterscheiden und daß die Imaginärteile gleich sind. Zwischen der Aufzeichnung des Phasenschreibers Δx und dem durch Phasenschwankung hervorgerufenen Frequenzfehler F_p besteht demnach ein linearer Zusammenhang.

$$F_p = \frac{\Delta x}{T_f}, \quad [x, T_f \text{ in } s] \quad (15)$$

(siehe Tabelle 1, Nr. 1)

Mit Hilfe von (15) oder Tabelle 1 kann demnach die durch Phasenschwankung hervorgerufene Frequenzänderung F_p am Phasenschreiber abgelesen werden. Der Momentanwert dieser Änderung kann auch am Rollzählwerk des geregelten Frequenznormals XSD in Einheit von 10^{-11} abgelesen werden.

Bei stetiger Änderung der Ausgangsfrequenz des (ungeregelten) Frequenznormals stellt sich nach dem Einschalten der Frequenzregelung ein konstanter Frequenzfehler entsprechend (10) ein. Da der Phasenschreiber in jedem Fall die Phasendifferenz zwischen Leitfrequenz und geregelter Frequenz richtig aufzeichnet, bewirkt der konstante Frequenzfehler F_A ein ständiges, meist unmerklich langsames Durchlaufen des Phasenschreibers. Daraus kann mit Hilfe von (14) F_A ermittelt werden.

^{*)} Siehe Anmerkung Seite 21

	Zu bestimmende Größe	Auxiliary quantity Hilfsgröße	Time constant adj. for eingestellte Zeitkonstante T_f in s für XSD		
			$10 \cdot 10^3$	$50 \cdot 10^3$	$250 \cdot 10^3$
1	<i>FREQ. ERROR</i> Frequenzstörung $F_{S0} \left[\frac{\Delta f}{f} \right]$ <i>DUE TO PHASE JUMP</i> durch Phasensprung $F_{S0} = \Delta \phi_1 [s] \cdot \frac{1}{T_f [s]}$	$\frac{1}{T_f} =$ [s ⁻¹]	10^{-4}	$2 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-6}$
2	<i>FREQ. ERROR</i> Frequenzstörung $F_P \left[\frac{\Delta f}{f} \right]$ <i>Due to</i> <i>DAY NIGHT FLUCTUATION</i> Tag/Nacht-Schwankung von ϕ_1 $F_P = \Delta \phi_1 [s] \cdot \Omega Q$	$Q =$	0,8	0,265	0,055
		$\Omega Q =$	$5,84 \cdot 10^{-5}$	$1,935 \cdot 10^{-5}$	$0,4 \cdot 10^{-5}$
3	<i>INDICATION OF PHASE RECORDER</i> Phasenschreiberanzeige $\Delta x [s]$ <i>DURING DAY-NIGHT FLUCTUATION</i> bei Tag/Nacht-Schwankung von ϕ_1 $\Delta x = (\Delta x)_0 \cdot P$	$P = \Omega Q \cdot T_f =$	0,584	0,97	$\approx 1,0$
4	<i>PHASE SHIFT BETWEEN</i> Phasenverschiebung zwischen F_P und ϕ_1 bzw. Δx und ϕ_1 $\Delta t = \frac{1}{\Omega} \cdot \text{arc ctg } \Omega T_f [s]$	$\angle =$ [°]	59,3	15,3	3,15
		$\Delta t =$ [s]	12940	3670	755
5	<i>FREQ. ERROR DUE TO AGING</i> Frequenzfehler durch Alterung $F_A = A \cdot T_f \cdot 1,16 \cdot 10^{-5} \left[\frac{\Delta f}{f} \right]$	$1,16 \cdot 10^{-5} \cdot T_f =$ [s]	0,116	0,58	2,9
6	<i>RECORDING OF WITH THE</i> Aufzeichnung von F_P mit dem <i>PHASE RECORDER</i> Phasenschreiber. $F_P = \frac{100 \cdot 10^{-6}}{T_f [s]} \left[\frac{\Delta f}{f} \right]$	Vollausschlag =	10^{-8}	$2 \cdot 10^{-9}$	$4 \cdot 10^{-10}$

THE NUMERICAL VALUES OF TABLE 1 MUST BE MULTIPLIED BY
Die Zahlenwerte der Tabelle 1 sind zu multiplizieren mit:

- $\Delta \phi_1 [s]$ um F_{S0} zu berechnen (Zeile 1)
- $(\Delta x)_0$ um Δx zu berechnen (Zeile 3)
- $\Delta \phi_1 [s]$ um F_P zu berechnen (Zeile 2)
- A um F_A zu berechnen (Zeile 5)

Die Werte der Zeilen 4 und 6 sind bereits fertig berechnet.
THE VALUES OF LINES 4 & 6 ARE FINAL

Tabelle 1

910720
S. 25

$$F_A = \frac{\Delta f_2}{f_2} = \frac{\Delta x}{t} = \text{durch Alterung hervorgerufener Frequenzfehler}$$

Setzt man $\frac{\Delta x}{d}$ in s/Tag ein, dann ist:

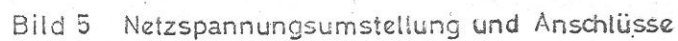
$$F_A = \frac{\Delta x}{d} \cdot 1,16 \cdot 10^{-5} \quad (16)$$

4.4. Pegelschreiberausgang

Der Pegelschreiberausgang liefert die verstärkte Spannung des Phasendetektors Y5. Diese Spannung hat dann ihren Maximalwert (Nennwert), wenn die Motorspannung an M 1 Null ist, d.h., wenn Leitfrequenz f_1 und geregelte Frequenz f_2 synchron sind.

Tritt eine Regelabweichung auf, so vermindert sich trotz konstanter Eingangsspannung der Ausschlag etwa mit dem Cosinus der Regelabweichung bis zur Grenze des Fangbereiches. An der Grenze des Fangbereiches ist der Ausschlag 0. Im Bereich einer Regelabweichung von $\pm 5 \cdot 10^{-8}$ ist die Verminderung des Ausschlages unbedeutend.

Bei Beginn des Regelvorganges, z.B. beim Einschalten des Gerätes oder der Leitfrequenz, kann die Phasendifferenz zwischen f_1 und f_2 einen beliebigen Wert haben. Der Ausschlag des Pegelschreibers (und der Anzeige „Nutzpegel“) ist deshalb unbestimmt, unter Umständen auch negativ. Erst nach Ablauf von etwa 1 Minute hat der Regler Phasengleichheit zwischen ϕ_1 und ϕ_3 hergestellt und der Pegelschreiber zeigt dann richtig. Erscheint nach Ablauf einer Minute trotz Einstellung auf größte Empfindlichkeit keine definierte Anzeige, so ist innerhalb der wirksamen Bandbreite von 0,01 Hz das Nutzsignal kleiner als die Störungen. Da mit dem XKE auch schwache Normalfrequenzsender an jedem Punkt der Erde empfangen werden können, bedeutet dies, daß der eingestellte Normalfrequenzsender abgeschaltet ist, oder daß eine Störung des Gerätes vorliegt (siehe dazu 7.2.).



5. Vorbereitung für den Betrieb

5.1. Einstellen der Netzspannung

Wenn nicht ausdrücklich für eine andere Netzspannung bestellt, ist das Gerät auf 220 V eingestellt. Falls erforderlich, ist die Deckplatte abzunehmen und die Netzspannungseinstellung entsprechend Bild 5 zu ändern.

Bei der Umstellung der Netzspannung achte man auf den Nennwert der zugehörigen Sicherung. Dieser beträgt:

250 mA bei einer Netzspannung von 220...235 V

500 mA bei einer Netzspannung von 115...125 V

5.2. Auswechseln des Quarzfilters Y1

Vor Inbetriebnahme des Frequenzreglers XKE ist festzustellen, ob die Kennzeichnung auf dem anhängenden Etikett der zu empfangenden Leitfrequenz entspricht. Im Zweifelsfall ist nach Abnehmen der Rückwand die steckbare Filterplatte zu ziehen und der Aufdruck auf dem Filterquarz zu kontrollieren (Ort der Filterplatte siehe Bild 5). Zur Umstellung auf andere Leitfrequenzen liefern wir auf Bestellung weitere Filterplatten. Bei Leitfrequenz > 25 kHz (bzw. > 125 kHz) sind außerdem an der steckbaren Baueinheit „Y6 Impulsverstärker“ die beiden Umschaltlaschen von 100 Hz auf 500 Hz umzuschalten. In besonderen Fällen kann es aber auch zweckmäßig sein, bei Leitfrequenzen < 25 kHz (bzw. < 125 kHz) auf 500 Hz umzuschalten, da dann die Selektion gegen Störsender, deren Trägerfrequenz ein Vielfaches von 100 Hz ist, vergrößert wird. Diese Betriebsart ist aber nur möglich, wenn die zu empfangende Frequenz ein ganzzahliges Vielfaches von 500 Hz ist.

5.3. Empfang von Frequenzen im Bereich 110...199 kHz

Der Frequenzregler XKE wird normal mit eingesetztem Adapter 444 834 - 55 an der Stelle Y21 geliefert (siehe 3.). Mit dieser Bestückung ist das Gerät nur für den am häufigsten verwendeten Frequenzbereich 10...100 kHz brauchbar. Wurde das Gerät aber in Sonderausführung für eine Leitfrequenz im

Bereich 110...199 kHz bestellt, so ist es an Stelle des Adapters mit dem Umsetzer 444 834 - 54 ausgerüstet der speziell für die bestellte Frequenz getrimmt ist. Demnach ist bei einer nachträglichen Änderung der Empfangsfrequenz im Bereich 110...199 kHz nicht nur das steckbare Filter sondern auch der Umsetzer zu wechseln bzw. zur Nachstimmung auf die neue Frequenz einzusenden.

Da Frequenzen im Bereich über 100 kHz nur in einigen Sonderfällen angewendet werden ist ein nachträglicher Frequenzwechsel in diesem Bereich eine seltene Ausnahme.

5.4. Einstellen der Zeitkonstante T_f

Die Zeitkonstante T_f ist bei Auslieferung auf den mittleren der drei möglichen Werte (siehe 1. Eigenschaften) eingestellt. Diese Einstellung ist für die meisten Anwendungen optimal. Liegen aber besondere Betriebsbedingungen vor, so ist es unter Umständen nötig, die Zeitkonstante T_f zu verändern. Es ist dann ein Kompromiß zu finden zwischen den verschiedenen sich widersprechenden Forderungen. Einen allgemeinen Hinweis dafür gibt nachfolgende Tabelle:

	T_f groß	T_f klein
Einfluß der Alterung	groß	klein
Einfluß von Phasenschwankungen der Leitfrequenz	klein	groß
Fehler bei der Aufzeichnung der Leitfrequenzphase durch den Phasenschreiber	klein	groß

Die Beträge der oben aufgeführten Einflüsse sind aus den Formeln des Abschnittes 4. oder aus der Tabelle 1 zu entnehmen. Die wesentlichen Bestimmungsgrößen für die Wahl der optimalen Zeitkonstante T_f sind die Phasenschwankung der empfangenen Leitfrequenz und die Alterung des geregelten

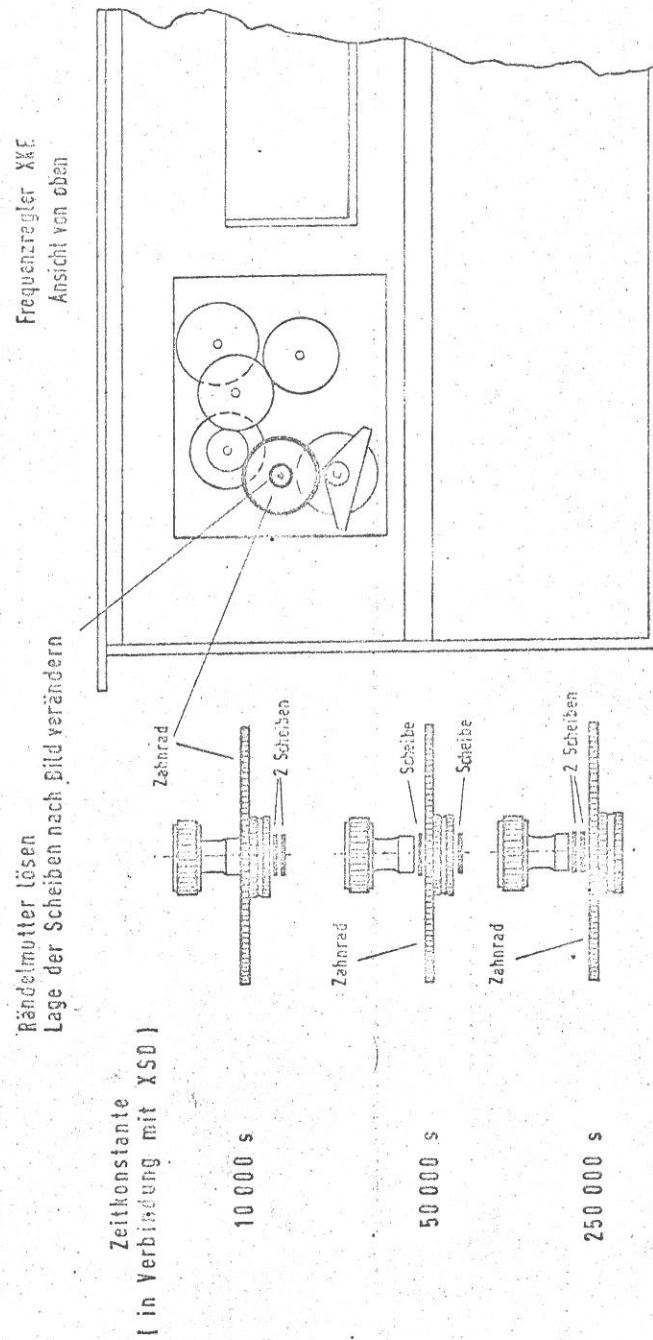


Bild 6. Umstellung der Regelzeitkonstante
am XKE für XSD

Frequenznormals. Sind diese Werte unbekannt, so können sie mit Hilfe eines angeschlossenen Drehspulschreibers von 6 mA Vollausschlag (z. B. Type XMG) gemessen werden (siehe Abschn. 6.3.).

In vielen Fällen genügt es auch, für die Alterung den halben ^{*)} Maximalwert aus dem Datenblatt des geregelten Frequenznormals und für die Phasenschwankung der Leitfrequenz 6 bis 8 μ s je 1000 km Entfernung zwischen Leitfrequenzsender und XKE einzusetzen. (Alterung für XSD $< 1 \cdot 10^{-10}$ /Tag). Die Umschaltung der Zeitkonstante T_f geschieht durch Ändern des Übersetzungsverhältnisses am Getriebe. Hierzu ist das Gerät aus dem Kasten bzw. Gestell zu nehmen und die obere Abdeckplatte abzuschrauben. Im übrigen verfährt man nach Bild 6. Das im Bild 6 stark ausgezogene Zahnrad kann nach Lösen einer Rändelschraube von der Achse gezogen werden. Die beiden Abstandsscheiben auf dieser Achse sind dann in der aus Bild 6 ersichtlichen Reihenfolge entsprechend der gewünschten Zeitkonstante wieder einzusetzen.

Beim Umstellen der Zeitkonstante dürfen unter keinen Umständen größere Kräfte an den Zahnrädern auftreten. Auch das Durchdrehen des Getriebes von Hand ist unter allen Umständen zu vermeiden, da dieses wegen der hohen Übersetzung zur Motorwelle sonst beschädigt wird.

5.5. Einbau des Drehfeldempfängers

Zum Lieferumfang des Frequenzreglers XKE gehört auch der Drehfeldempfänger (444 834-50), der zum Einbau in das Frequenznormal lose mitgeliefert wird. Werden Frequenzregler und Frequenznormal gemeinsam bestellt und geliefert, so ist der Drehfeldempfänger bereits eingebaut. Bild 7 zeigt die Lage des Drehfeldempfängers im Frequenznormal. Zur Erleichterung der

^{*)} Für das Frequenznormal XSD ist im Datenblatt vorsichtshalber ein relativ großer Wert für die Alterung angegeben. Dieser wird in der Praxis insbesondere bei längerem Dauerbetrieb erheblich unterschritten.

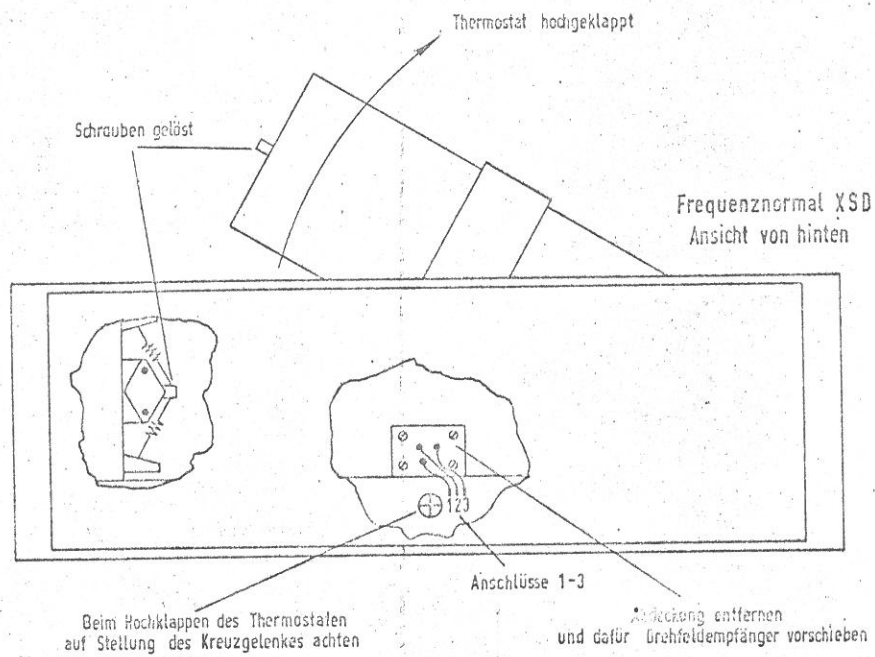


Bild 7. Einbau des Drehfeldempfängers

Montage kann beim Frequenznormal XSD der Thermostat arretiert (siehe Betriebsanleitung zum XSD) und nach Lösen zweier Schrauben entsprechend Bild 7 so hoch gestellt werden, daß sich der Drehfeldempfänger an Stelle der in Bild 7 dargestellten Abdeckplatte montieren läßt^{*)}. Beim Hochstellen des Thermostaten ist auf die Stellung des Kreuzgelenkes, das die Verbindung vom Antrieb zum Thermostaten herstellt, zu achten, so daß beim Wiedereinsetzen des Thermostaten die Wellenenden wieder die gleiche Stellung zueinander haben.

Die Anschlüsse 1...3 des Drehfeldempfängers sind nach der Montage entsprechend Tabelle 2 zu verbinden. Die Anschlußleitungen für den Drehfeldempfänger sind im Frequenznormal bereits vorhanden und an passender Stelle mit einer Schelle befestigt.

Die Richtigkeit der Polung des Drehfeldsystems ist entsprechend Abschn. 7.1. zu prüfen.

XKE	XSD	
Bu6	Bu1	Dreispul-Empfänger
1	1	1
3	3	2
5	5	3

Tabelle 2

^{*)} Der Einbau des Drehfeldempfängers in ein evtl. vorhandenes Frequenznormal XSC erfolgt in der gleichen Weise, nur ist dabei das Hochstellen des Thermostaten unbedingt notwendig.

5.6. Aufstellen und Anschließen der Antenne

5.6.1. Ferritantenne

Zweckmäßigerweise verwendet man die Ferritantenne BN 444 8341. Diese ist an den Eingangswiderstand des Frequenzreglers XKE angepaßt und so empfindlich, daß damit die meisten Längstwellensender an jedem Punkt der Erde empfangen werden können. Als Verbindungskabel zwischen Gerät und Ferritantenne eignet sich jedes Koaxialkabel, wobei dessen Wellenwiderstand wegen der niedrigen Frequenz von untergeordneter Bedeutung ist. Geeignet ist z.B. das 50- Ω -Kabel mit der R&S-Sach-Nr. LK 125/1.

Die Ferritantenne enthält einen Transistorverstärker, der über das Antennenkabel aus dem Gerät seine Stromversorgung bezieht. Im Antennenkabel darf daher keine Gleichstromunterbrechung (Transformator oder Kondensator) enthalten sein.

Bei ausreichender Feldstärke ist es in vielen Fällen nicht nötig, für die Ferritantenne einen besonders günstigen Aufstellungsort zu wählen. Es genügt meist die Aufstellung innerhalb des Gebäudes. Dabei wirkt sich die Unempfindlichkeit der Ferritantenne gegen elektrische Felder sehr vorteilhaft aus, da sich im Nahbereich von RF-Störquellen hauptsächlich das elektrische Feld ausbildet. In dieser Hinsicht ist die Ferritantenne einer Stab- bzw. Drahtantenne weit überlegen.

Bei geringer Nutzfeldstärke ist die Antenne möglichst hoch aufzustellen. In Gebäuden, deren Dachhaut nicht aus Metall oder Eisenbeton besteht, genügt die Aufstellung unter dem Dach. Die wetterfeste Bauart der Ferritantenne läßt aber auch eine Montage über dem Dach zu.

Bei der Aufstellung ist die Richtwirkung (8förmig) der Antenne zu beachten. Die beiden Empfangsminima liegen in Längsrichtung der zylindrischen Antennenummhüllung. Die Breitseite muß also in Richtung zum Sender (Großkreis) zeigen. Da die Maxima der Richtcharakteristik breit, die Minima dagegen sehr schmal sind, kann die Richtwirkung auch zur Unterdrückung eines Störsenders ausgenutzt werden.

Wichtig! Die Entfernung zwischen Ferritantenne und Frequenzregler soll in keinem Fall weniger als 6 Meter betragen, da sonst eine unerwünschte Kopplung auftreten kann, die den Betrieb des XKE stört. Bei Draht- bzw. Stabantenne ist dies nicht der Fall.

5.6.2. Draht- bzw. Stabantenne

Bei der Verwendung von Draht- oder Stabantennen ist der mit 50Ω niedrige Eingangswiderstand des Frequenzreglers zu beachten, der im allgemeinen einen Antennenübertrager zwischen Antenne und Antennenkabel erforderlich macht. Bei ausreichender Feldstärke des zu empfangenden Senders genügt aber in vielen Fällen eine behelfsmäßige Draht- bzw. Stabantenne ohne Übertrager.

5.6.3. Blitzschutz

Bei der Außenmontage von Antennen sind die örtlichen Blitzschutz- und Antennenbauvorschriften zu beachten. In der Bundesrepublik Deutschland sind dies: VDE 0855 und DIN 1055.

5.7. Verbindungskabel

Der Frequenzregler ist entsprechend Bild 5 mit dem Frequenznormal, Schreiber usw. zusammenzuschalten. Die dafür erforderlichen Verbindungskabel sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt:

Verwendung	Sach-Nr. *)
Antenneneingang 100-kHz-Eingang 100-kHz-Ausgang	NG 600-3/L
Synchrosystem Signalkontakt Schreiberanschluß	NG 600-2/L
Batteriekabel	NG 600-5/L
Netzkabel	NG 600-6/L (in Anlagen) LKA 08038 (für Einzelaufstellung)

*) Für L ist die benötigte Länge in cm einzusetzen.

6. Bedienung

6.1. Inbetriebnahme

Das Gerät hat keinen Netzschalter, da es meist im Dauerbetrieb eingesetzt ist. Das Einschalten geschieht durch Einstecken des Netzanschlusses, durch Einstecken des Batterieanschlusses oder auch beides gleichzeitig. Die beiden Signallampen an der Frontplatte zeigen an, daß die Netz- bzw. Batteriespannung vorhanden und die zugehörige Sicherung unbeschädigt ist.

6.1.1. Aussteuerung

Nach dem Einschalten der Stromversorgung stellt man den Schalter unter dem Pegelinstrument auf „Aussteuerung“ und wählt die Empfindlichkeit „grob“ und „fein“ so, daß der Vollausschlag am Pegelinstrument normalerweise nicht überschritten wird; gelegentliche Überschreitungen in Störspitzen haben keine nachteilige Wirkung.

6.1.2. Nutzpegel

Danach schaltet man auf „Nutzpegel“. In dieser Schalterstellung wird die Gleichspannung am Ausgang des Phasendetektors Y5 angezeigt. Ein Ausschlag ergibt sich nur, wenn bei Bu2 die Frequenz $100 \text{ kHz} \pm 0,02 \text{ Hz}$ mit mindestens 100 mV eingespeist wird und der gewünschte Sender einen ausreichenden Mittelwert der Antennenspannung erzeugt. Dabei ist zu beachten, daß der Mittelwert des Nutzpegels bei Telegrafiebtrieb des Senders entsprechend dem Tastverhältnis kleiner ist als bei Dauerbetrieb. Die Anzeige des Nutzpegels ist wegen der großen Zeitkonstante des RC-Gliedes nach dem Phasendetektor sehr stark verzögert.

Sie kann kurz nach dem Einschalten auch negativ sein, da zunächst die Phasenverschiebung $\phi_1 - \phi_2$ einen zufälligen Wert hat; in diesem Fall wird die Anzeige erst im Verlauf des Phasenabgleichs (siehe 4.1.1. T_p) positiv. Der negative Nutzpegel kann beobachtet werden, wenn man auf den Druckknopf „Nutzpegel negativ“ drückt.

6.1.3. Ansprechschwelle

Überschreitet die Anzeige „Nutzpegel“ die eingestellte „Ansprechschwelle“, so dauert es weitere 90 Sekunden, bis die Pegelüberwachung Y12 das Drehfeldsystem einschaltet und damit die Verbindung zum Trimmer des geregelten Frequenznormals freigibt. Dabei leuchtet die Signallampe „Betrieb“ auf, und der Signalkontakt (Bu5, siehe Bild 5) schaltet um, so daß die Verbindung zwischen Bu5.1 und .5 aufgetrennt und zwischen .5 und .3 geschlossen wird. Die Anschlüsse .3 und .5 können beispielsweise dazu benutzt werden, um an einem angeschlossenen Metallpapierschreiber (R&S-Type XMG) die Schreibspannung nur dann einzuschalten, wenn der gewünschte Sender mit ausreichender Nutzspannung einfällt (vergl. 6.3.). Mit dem Signalkontakt kann auch der Betriebszustand „Regelung aus“ ferngemeldet werden.

In Stellung „ ∞ “ des Schalters „Ansprechschwelle“ bleibt die Verbindung zum angeschlossenen Frequenznormal in jedem Fall unterbrochen, die Lampe „Betrieb“ leuchtet nicht auf und der Signalkontakt (Bu5) verbleibt im Ruhezustand. Die Schalterstellung „ ∞ “ wird benutzt, wenn der Frequenzregler nur zum Registrieren der Phasendifferenz zwischen dem empfangenen Sender und dem örtlichen Frequenznormal verwendet werden soll. Auch während der etwa 10stündigen Einlaufzeit des Frequenznormals XSD ist die Ansprechschwelle auf „ ∞ “ einzustellen, damit das Frequenznormal nicht unnötigerweise verstellt wird, solange es noch nicht seinen stationären Betriebszustand erreicht hat.

Im übrigen richtet sich die Einstellung der Ansprechschwelle nach der Betriebserfahrung. Es kann beispielsweise zweckmäßig sein, die Ansprechschwelle auf einen Wert knapp unterhalb des Nutzpegels einzustellen, der bei ungetastetem Träger des Leitfrequenzsenders angezeigt wird. In diesem Fall schaltet der Frequenzregler die Verbindung zum Frequenznormal ab, sobald der Sender von Dauerstrich auf Telegrafiebetrieb übergeht, da dann der Mittelwert des Nutzpegels absinkt. Treten im Laufe des Betriebes durch unterschiedliche Ausbreitungsverhältnisse Schwankungen des Nutzpegels auf, so bestimmt der niedrigste Nutzpegel die Einstellung der Ansprechschwelle.

6.1.4. Stillsetzen des Reglers bei Leitfrequenzausfall

Der Signalkontakt kann auch dazu benutzt werden, den Regelmotor kurzzuschließen, wenn der „Nutzpegel“ unter die eingestellte „Ansprechschwelle“ absinkt. Dazu wird der Spezialstecker NG 600-34 in die Buchse Bu5 des XKE eingesteckt und die Ansprechschwelle auf 15 geschaltet. Es wird dadurch verhindert, daß bei Leitfrequenzausfall die Phasenanzeige durch die unvermeidliche Unsymmetrie des Motorverstärkers und durch atmosphärische Störungen verstellt wird. Bei Wiederkehr der Leitfrequenz wird dann die inzwischen tatsächlich eingetretene Phasendifferenz zwischen geregelter Frequenz und Leitfrequenz sofort nachgeholt und am Phasenschreiber richtig angezeigt, jedoch nur dann, wenn die Phasendifferenz nicht größer als etwa $\pm 70^\circ$ der Leitfrequenz beträgt. Bei größeren Differenzen bleibt der Nutzpegel unter der niedrigst möglichen Ansprechschwelle oder ist negativ. Die Pegelüberwachung gibt dann den Regelmotor erst wieder frei, wenn die Phasendifferenz durch „zufällige“ Einflüsse kleiner als etwa $\pm 70^\circ$ geworden ist. Soll der Regelmotor, und damit die Phasenregistrierung, sofort wieder freigegeben werden, so ist der Stecker NG 600-34 so lange zu ziehen bis die Lampe „Betrieb“ aufleuchtet (etwa 2...3 Min.).

6.2. Registrieren der Frequenzverstellung

Das Registrieren der Frequenzverstellung geschieht am einfachsten dadurch, daß man täglich zur gleichen Zeit die Anzeige am Frequenznormal abliest und in eine Kurve einträgt. Man erhält dann die negative Alterungskurve des Frequenznormals so, als ob dieses ungeregelt wäre (= Korrekturkurve).

Ist ein Phasenschreiber am XKE angeschlossen, so kann die durch den Regler ausgeführte Frequenzkorrektur auch noch nachträglich aus der Phasenregistrierung abgelesen werden. Einzelheiten dazu siehe Abschn. 6.5.

6.3. Betrieb und Einstellung des Phasenschreibers

Für die Phasenregistrierung ist der Ausgang Bu4 Anschluß . 4 (+) und . 5 (-) vorgesehen. Dieser Ausgang ist im Werk auf max. 6 mA bei 190 Ω Außenwiderstand eingestellt. Am besten eignet sich zum Anschluß an diesen Ausgang der Metallpapierschreiber Type XMG. Wird dieser außer mit Bu4 auch noch mit Bu5 verbunden (siehe Abschn. 5.6.), so unterbricht er die Schreibspannung, registriert also nicht, wenn die Empfangsspannung kleiner als die eingestellte Ansprechschwelle ist (vergl. Abschn. 6.1.).

Meßbereich und Widerstand des XMG sind dem Ausgang des XKE genau angepaßt. Soll ein Schreiber mit anderen Daten verwendet werden, so kann mit dem Widerstandstrimmer R2 („mA Phase“), an der Rückseite des Gerätes, der Ausgangsstrom in den Grenzen 5...9 mA verändert werden, damit der Vollausschlag wieder dem max. Ausgangsstrom entspricht. Dazu notiert man zunächst den Zählerstand des angeschlossenen Frequenznormals und verstellt dieses dann um einen großen negativen Betrag (z.B. -10^{-7}). Der Phasenschreiber schreibt dann, wenn gleichzeitig ein Normalfrequenzsender empfangen wird, verhältnismäßig steile Sägezahnkurven (100 μ s in 1000 s). Nun dreht man den Trimmer R2 auf Rechtsanschlag und wartet, bis der Schreiber gerade Vollausschlag erreicht. Dieser Ausschlag wird durch langsames Linksdrehen des Trimmers R2 so lange eingehalten, bis der Ausschlag auf Null springt. Danach stellt man die Frequenz des Frequenznormals wieder auf den ursprünglichen Wert zurück.

Soll das Frequenznormal nicht verstellt werden, so muß der Motor des Frequenzreglers auf andere Weise in Bewegung gesetzt werden, damit der Phasenschreiber Sägezahnkurven schreibt. Dazu löst man die Antennenverbindung und schaltet die Ansprechschwelle auf „ ∞ “ um das angeschlossene Frequenznormal nicht unnötig zu verstellen. Dann verbindet man die Anschlüsse Bu5.2 und 5.4 mit einer Taschenlampenbatterie von max. 4,5 Volt, wodurch der Ausschlag des Phasenschreibers je nach Polung der Batterie zu- oder abnimmt. Zur Herstellung dieser Hilfsverbindung eignet sich das Prüfkabel NG 600-8. Die Einstellung des Phasenschreiberausgangsstroms geschieht dann sinngemäß wie oben beschrieben.

Achtung! Wird die Batterie versehentlich an die Anschlüsse 5.1, 5.3 und 5.5 angeschlossen, so sind der Signalkontakt und seine Zuleitungen gefährdet.

6.4. Betrieb und Einstellung des Pegelschreibers

Zum Registrieren der Empfangsspannung ist der Ausgang Bu4 Anschluß .1 (+) und .2 (-) vorgesehen. Auch dieser Ausgang ist auf 6 mA an 190 Ω eingestellt. Wird der Schreiber XMG verwendet, so zeigt dieser Vollausschlag, wenn der Nutzpegel am Pegelinstrument 100 Skt. anzeigt.

Bei Verwendung eines anderen Schreibers kann, wenn nötig, mit dem Widerstandstrimmer R3 („mA Pegel“), an der Rückseite des Gerätes, der Ausgangsstrom in den Grenzen 5...9 mA verändert werden.

6.5. Beispiel für die Auswertung eines Phasenregistrierstreifens (Bild 8)

Leitfrequenz 16 kHz

Eingestellte Zeitkonstante 50 000 s

24.7. 85

03.00...05.00 Uhr

Durch den Effekt des Sonnenaufganges eilt die Phase der empfangenen Leitfrequenz vor. Der Phasenschreiber macht dabei einen Ausschlag von 24 mm. Nachdem der Vollausschlag des Phasenschreibers 100 μ s ist, entspricht 24 mm einer Phasenänderung von 24 μ s.

Laut Abschn. 4.3.2. und 6.2. kann am Phasenschreiber auch die durch Phasenänderung hervorgerufene Frequenzverstellung des angeschlossenen Frequenznormals abgelesen werden. Der Maßstab dafür ist abhängig von der eingestellten Zeitkonstante. Laut Tabelle 1, Zeile 6 gilt bei 50 000 s Zeitkonstante $2 \cdot 10^{-9} = 100$ mm (Vollausschlag), demnach ist $24 \text{ mm} \hat{=} 48 \cdot 10^{-11}$. Es ist dabei 4.3 zu beachten, woraus sich eine positive Frequenzverstellung ergibt. Durch Vergleich zweier Ablesungen am Rollzählwerk des XSD erhält man dasselbe Ergebnis (09529-09481 = +48).

24.7.65

13.45 Uhr

Der Leitfrequenzsender schaltet ab; gleichzeitig trennt das Pegel-Relais im XKE die Regelverbindung zum XSD auf, so daß der Trimmer des XSD nicht beeinflußt werden kann.

24.7.65

13.45...16.05 Uhr

Der Regler ist ohne Führungsgröße (Leitfrequenz); der Motor läuft wegen des unvermeidlichen Symmetriefehlers des Phasendetektors und in Folge von atmosphärischen Störungen in nicht vorhersehbarer Weise weiter. Der Phasenschreiber zeichnet diese Bewegung auf.

24.7.65

16.05 Uhr

Der Leitfrequenzsender schaltet wieder ein; der Frequenzregler läuft auf dem kürzesten Weg in den Phasenabgleich. Das Goniometer im XKE war während des Leitfrequenzausfalles um mehr als ein ungerades Vielfaches von 180° der Leitfrequenz (16 kHz), nämlich um $114 \mu\text{s}$ in negativer Richtung gelaufen. Der Phasenabgleich wird deshalb auf dem kürzesten Weg dadurch erreicht, daß der Regler weiter in negativer Richtung bis auf ein ganzzahliges Vielfaches von 360° der Leitfrequenz, nämlich um insgesamt $125 \mu\text{s}$ ($\hat{=} 1 \cdot 360^\circ$) weiter läuft. Zuvor überschreitet der Phasenschreiber beim Ausschlag 0 die Bereichsgrenze und setzt die Registrierung, beginnend mit Vollausschlag, in negativer Richtung fort. Nach beendetem Phasenabgleich ergibt sich dadurch zwischen der Anzeige von 13.45 Uhr und der Anzeige von 16.10 Uhr ein Unterschied von $-25 \mu\text{s}$ ($\hat{=} 25 \text{ mm}$), da der Meßbereich des Phasenschreibers nur $100 \mu\text{s}$, die Verstellung des Goniometers aber $-125 \mu\text{s}$ war.

90 s nach beendetem Phasenabgleich schaltet das Pegel-Relais die Regelverbindung zum Frequenznormal XSD wieder ein. Die Kontrollablesung am Zählwerk des XSD ergibt, daß trotz der unkontrollierten Reglerbewegung keine

Frequenzverstellung stattgefunden hat. Die Differenz von 25 mm = 25 μ s ist für die Bewertung der Frequenzverstellung und der Phasenaufzeichnung bedeutungslos und muß bei der Auswertung des Registrierstreifens eliminiert werden.

24.7.65

21.00...22.30 Uhr

Negative Phasenänderung der empfangenen Leitfrequenz durch den Effekt des Sonnenunterganges.

25.7.65

03.00...05.00 Uhr

Sonnenaufgang

25.7.65

12.00 Uhr

Die Differenz zur Ablesung des XSD-Zählwerkes vom Vortage zur gleichen Uhrzeit beträgt 33 mm, davon sind nach Vorstehendem 25 mm abzuziehen, woraus sich eine Änderung von 8 mm ergibt.

Das entspricht einer Phasendifferenz von 8 μ s und einer Frequenznachstellung von $16 \cdot 10^{-11}$ /Tag (Vollausschlag $\approx 2 \cdot 10^{-9}$, siehe Tabelle 1, Zeile 6).

Aus der Phasenänderung von 8 μ s während der abgelaufenen 24 Std. (= 86400 s), läßt sich der mittlere relative Frequenzfehler des vorausgegangenen Tages berechnen; als Beobachtungsdauer wurde 24 Std. gewählt um den konstanten, mittleren Fehler vom periodischen Tag/Nacht-Fehler zu trennen.

Der Fehler beträgt:
$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{8 \cdot 10^{-6} \text{ s}}{86400 \text{ s}} = 9,26 \cdot 10^{-11}.$$

Dies ist der durch Alterung hervorgerufene konstante mittlere Frequenzfehler laut Abschn. 4.2.1.3; diesem sind Schwankungen überlagert, die durch den Tag/Nacht-Effekt verursacht werden. Im vorliegenden Beispiel beträgt diese Schwankung etwa $48 \cdot 10^{-11}$ ($\pm 24 \cdot 10^{-11}$).

Der durch Alterung verursachte konstante mittlere Frequenzfehler kann auch aus der nach 6.2 gewonnenen Alterungskurve berechnet werden. Dazu benutzt man Gleichung 10 (Abschnitt 4.2.1.3) oder Tabelle 1 Zeile 5.

Es ergibt sich:

Tägliche Frequenzkorrektur aus Zählwerkablesung des XSD: $16 \cdot 10^{-11}$ /Tag
($\hat{=}$ Betrag der Alterung). Konstanter Frequenzfehler durch Alterung laut
Tabelle 1 Zeile 5 $F_A = 16 \cdot 10^{-11} \cdot 0,58 = 9,3 \cdot 10^{-11}$ in guter Übereinstimmung mit dem aus der Phasenkurve ermittelten Wert ($9,26 \cdot 10^{-11}$, siehe oben).

25.7.65

13.30 Uhr

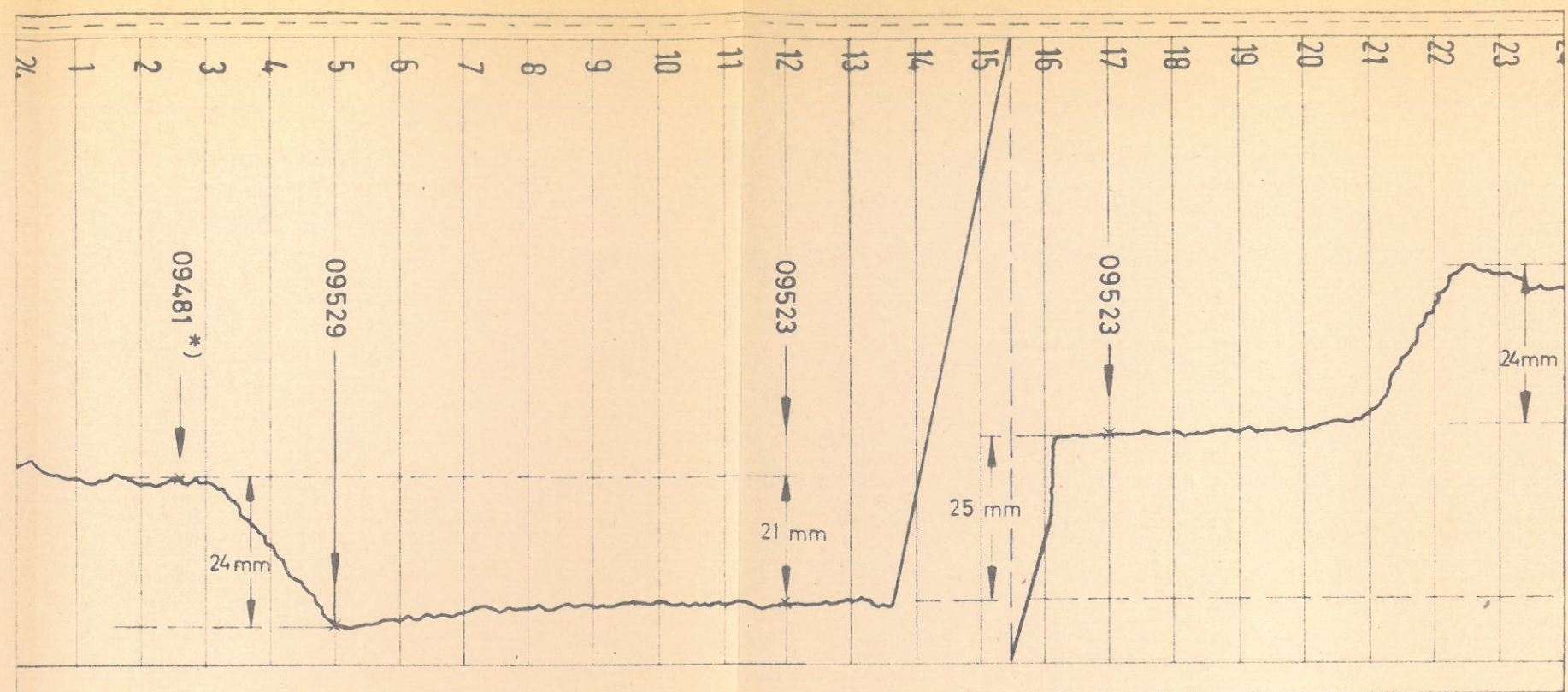
Durch Verbinden des Signalkontaktes mit den Motorklemmen des XKE (siehe Abschn. 6.1.4.) wird der Regler bei Ausfall der Leitfrequenz still gesetzt. Er kann somit keine unkontrollierten Verstellungen ausführen. Der Phasenschreiber schreibt deshalb bis zum Wiedereinschalten der Leitfrequenz eine Linie parallel zur Zeitachse.

25.7.65

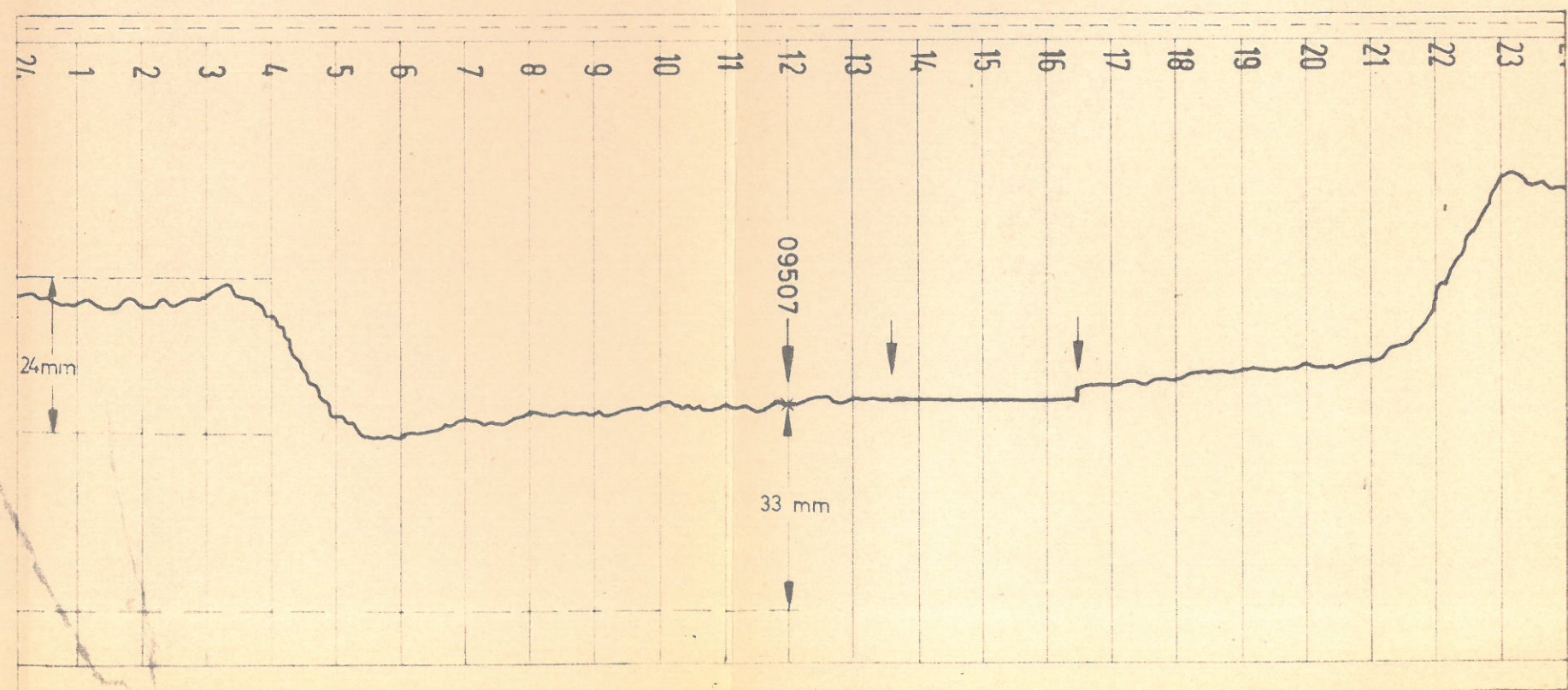
16.30 Uhr

Der Leitfrequenzsender schaltet wieder ein; mit 90 s Verzögerung wird der Kurzschluß des Regelmotors aufgehoben. Während der Ausfallzeit ist zwischen dem Oszillator des Leitfrequenzsenders und dem geregelten Frequenznormal eine Phasendifferenz aufgelaufen, diese wird bei Freigabe des Regelmotors um 16.30 Uhr sofort nachgeholt.

24. Juli 1965



25. Juli 1965



*) Abgelesener Wert am Zählwerk des XSD

Bild 8 Beispiel eines Phasenregistrierstreifens

R 10720

S. 45

7. Wartung und Reparaturhinweise

Das Gerät enthält, abgesehen vom Motor M01 (Baugruppe Getriebe Y15), keine dem Verschleiß unterworfenen Bauteile. Der Motor M01 ist auch bei Dauerbetrieb so schwach belastet, daß er eine außerordentlich hohe Lebensdauer erreicht. Eine Wartung ist demnach nicht nötig.

Treten Störungen im Gerät auf, so kann die Fehlerquelle aufgrund der in den Stromläufen angegebenen Spannungen mit den üblichen Methoden der Hochfrequenztechnik eingegrenzt werden. Um auch noch Spannungen auf den einzelnen Steckkarten messen zu können, bedient man sich einer Verlängerungssteckkarte (Bestell-Nr. 7860-100), mit deren Hilfe man einzelne Baugruppen außerhalb des Gerätes betreiben kann. Ist die fehlerhafte Baugruppe erkannt, so kann sie gegen ein Ersatzteil gleicher Nummer ausgewechselt werden.

Bei Messungen im Gerät ist darauf zu achten, daß die stabilisierte 9-V-Spannung nicht kurzgeschlossen wird. Schon bei vorübergehendem Kurzschluß an dieser Stelle (Bu23.7 und Bu23.8) werden die Dioden G1 2 ... G1 5 in der Baugruppe Spannungskonstanthalter Y13 zerstört. Dies hat keinen Totalausfall des Gerätes zur Folge und wird deshalb nicht ohne weiteres erkannt. Die Zerstörung der genannten Dioden setzt aber die untere Grenze der zulässigen Versorgungsspannung bei Netz- und Batteriebetrieb nennenswert herauf. Bei langdauerndem Kurzschluß der stabilisierten Gleichspannung werden außer den Dioden im Spannungskonstanthalter auch die Transistoren T1 und T2 beschädigt.

7.1. Prüfung der Polung des Drehfeldsystems

Ist zwischen Drehfeldgeber R2 der Baugruppe „Getriebe Y15“ und dem Drehfeldempfänger ein Verdrahtungsfehler, so ist unter Umständen die Drehrichtung des Drehfeldempfängers falsch. In diesem Fall wird das angeschlossene Frequenznormal mit zunehmender Geschwindigkeit vom Sollwert weggeregelt. Es ist möglich, daß ein solcher Fehler bei der erstmaligen Inbetriebnahme nicht sofort auffällt, da im allgemeinen die Frequenz des Frequenznormals sehr nahe bei ihrem Sollwert liegt, wodurch die Regelgeschwindigkeit unmerkbar

langsam sein kann. Es ist deshalb zweckmäßig, nach der erstmaligen Inbetriebnahme die Polung des Drehfeldsystems zu prüfen. Dazu notiert man zunächst die Anzeige des geregelten Frequenznormals und verstellt dieses dann um einen großen Betrag (z.B. $1 \cdot 10^{-7}$). Nach einigen Minuten ist dann die Drehrichtung an der Anzeige des Frequenznormals leicht zu erkennen. Bewegt sich der Trimmer in gleicher Richtung, in der er willkürlich verstellt wurde, weiter, so liegt eine fehlerhafte Polung des Drehfeldsystems vor. In diesem Falle sind zwei beliebige der drei Verbindungsleitungen zwischen Frequenzregler und Drehfeldempfänger zu vertauschen,

Nach Beendigung dieser Prüfung stellt man den Trimmer des Frequenznormals wieder auf seinen ursprünglichen Wert.

7.2. Empfindlichkeitsprüfung

Die Überprüfung der Empfindlichkeit des Empfangsteils, jedoch ohne Mischstufe, kann mit einem Meßsender, der die Frequenz des vorhandenen Quarzfilters einzustellen gestattet, überprüft werden. Dazu stellt man das Gerät mit den Empfindlichkeitsreglern „grob“ und „fein“ auf größte Empfindlichkeit ein, schaltet das Anzeigeinstrument auf „Aussteuerung“ und speist die Ausgangsspannung des Meßsenders in die Antennenbuchse des XKE ein. Feinabstimmung und Ausgangsspannung des Meßsenders werden so eingestellt, daß das Anzeigeinstrument im XKE einen Ausschlag von 100 Skt. zeigt. Die dazu erforderliche Senderausgangsspannung beträgt, wenn der Frequenzregler nicht defekt ist, weniger als $1 \mu\text{V}$. Beim Zurückschalten des Empfindlichkeitsschalters „grob“ vervielfacht sich die für Vollaussteuerung (100 Skt.) des XKE erforderliche Spannung etwa um den Faktor 10 pro Stufe.

Diese Prüfung schließt folgende Baugruppen ein:

Y17 Antennenteiler,	Y21 Umsetzer bzw. Adapter
Y1 Quarzfilter,	Y2 Vorverstärker,
Y3 Endverstärker,	Y19 Instrumentenabgleich.

Sollen auch die Baugruppen Y4, Y5, Y12, Y13 überprüft werden, so ist für die Empfindlichkeitsprüfung ein Normalfrequenzgenerator (z. B. unsere Type XUA + XUB oder SMDII) zu verwenden. Die Leitfrequenz wird dann mit einem max. Fehler von $\pm 5 \cdot 10^{-8}$ dem Antenneneingang des XKE zugeführt und das Anzeigeinstrument in Stellung „Nutzpegel“ geschaltet. Die übrige Prüfung erfolgt wie oben beschrieben. Zusätzlich ist der Schalter „Ansprechschwelle“ zu betätigen und dabei zu prüfen ob die Meldelampe R1 1 („Betrieb“) aufleuchtet, wenn der Nutzpegel die eingestellte Ansprechschwelle mehr als 90 s lang überschreitet. Beim Unterschreiten des eingestellten Ansprechpegels muß die Meldelampe sofort verlöschen.

Stück- zahl	Bezeichnung	Stück-Nr	Bemerkungen
1	2	3	4
01 1	SI-Diode	OK/S 33	
01 2	SI-Diode	OK/S 33	
3 1	Drehspulstrommesser	444834 - 25	hierzu bes. Stückliste
K 1	HF-Kabel	LKK 92220	
K 2	HF-Kabel	LKK 92220	
K 3	HF-Kabel	LKK 92220	
K 4	Leitung, geschirmt	LFA 03022	
K 5	HF-Kabel	LKK 92220	
K 6	HF-Kabel	LKK 92220	
K 7	Leitung, geschirmt	LFA 03022	
K 9	HF-Kabel	LKK 92220	
K 10	HF-Kabel	LKK 92220	
R 1	Schicht-Drehwiderst.	WS 7126/1 k	Achs-L = 22
R 2	Draht-Drehwiderstand	WR 4 F/500	
R 3	Draht-Drehwiderstand	WR 4 F/1 k	
R 4	Schichtwiderstand	WF 160/0,5	

Verordn. Nr. 10

ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN

Änd.- zust.	Änd.-Mitgl. Nr.	Datum	Name
a	-	2.9.63	H.W.
b	8708	24.1.64	H.W.
c	10237	10.3.65	H.W.
d	10746	18.8.65	H.W.
e	11151	3.66	H.W.

Liste Nr.

444834 Sa

Liste bestant

aus Blatt

Blatt Nr.

3

Anlage Nr. 10

Datum	Name
30.7.65	H.W.
30.7.65	H.W.
30.7.65	H.W.
30.7.65	H.W.

Ersatz
für Listeersetzt
durch Liste

Schaltplan / Schalttafel zu

Frequenzregler, Type KKB

1	2	3	4	5	6
Best.- zeichen	Stück- zahl	Benennung	Stück-Nr.		Bezeichnung
Y21		Adapter (Gr.)	444034 - 55		dazu bes. Stromlauf, Schaltteilliste u. Stückliste
-		Umsetzer (Gr.)	444034 - 54/151		
			444034 - 54/164		je nach Auftrag;
			444034 - 54/191		dazu bes. Stromlauf, Schaltteilliste u. Stückliste

Diese Zeichnung ist eine Kopie, die von der Firma
 abgefragt wurde. Bitte beachten, dass die
 Angaben nicht verbindlich sind.

Bestell-Nr. / Pos.-Nr.

ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN

Art.- best.	Art.- Nr.	Datum	Name
f	10644	23.6.65	H.W.
h	10856	7.10.65	H.W.
i	11151	3.66	H.W.

Liste Nr.

444034 Sa

Liste besteht
aus Blatt

Blatt Nr.

7

Abgefragt von:

gezeichnet: 1.3.65 H.W.
geprüft: H.W.
notwendig: H.W.

Ersatz
für Liste

Bestell-Nr. / Pos.-Nr.

Frequenzregler, Type XNE

1	2	3	4	5	6
Stück- zahl	Stück- zahl	Bezeichnung	Sach-Nr.		Bemerkungen
01 1		SI-Diode	OK/S 33		
01 2		SI-Diode	OK/S 33		
3 1		Drehspulstrommesser	444834 - 25		hierzu bes. Stückliste
K 1		HF-Kabel	LKK 92220		
K 2		HF-Kabel	LKK 92220		
K 3		HF-Kabel	LKK 92220		
K 4		Leitung, geschirmt	LPA 03022		
K 5		HF-Kabel	LKK 92220		
K 6		HF-Kabel	LKK 92220		
K 7		Leitung, geschirmt	LPA 03022		
K 9		HF-Kabel	LKK 92220		
K 10		HF-Kabel	LKK 92220		
R 1		Schicht-Drehwiderst.	WS 7126/1 k		Achs-L = 22
R 2		Draht-Drehwiderstand	WR 4 F/500		
R 3		Draht-Drehwiderstand	WR 4 F/1 k		
R 4		Schichtwiderstand	WF 160/0,5		

Verf. Nr.	Date	Name	Ind. zuef.	Änd.-Mittg. Nr.	Datum	Name	Liste Nr.	Urs. List. Nr.
			a	-	2.9.63	H.W.	444834 Sa	
Anl. Nr.	Date	Name	b	8708	24.1.64	H.W.		
			c	10237	10.3.64	H.W.		
			d	10746	18.8.64	H.W.		
			e	11151	2.66	H.W.		
KONDER SCHWARZ MÜNCHEN			444834 Sa			ersetzt durch Liste		
10.7.63			H.W.			ersetzt durch Liste		
11.11.63			H.W.			ersetzt durch Liste		
11.11.63			H.W.			ersetzt durch Liste		

Frequenzwrepler, Type XKP

Perennial, 1000 ft. above sea level.

7

Archie, 1924, p. 10.

Frequenzregler, Type XKE

Q1 1	31-Diode	GK/S 33	
Q1 2	31-Diode	GK/S 33	
J 1	Drehspulstrommesser	444834 - 25	hierzu bes. Stückliste
K 1	HF-Kabel	LKK 92220	
K 2	HF-Kabel	LKK 92220	
K 3	HF-Kabel	LKK 92220	
K 4	Leitung, geschirmt	LFA 03022	
K 5	HF-Kabel	LKK 92220	
K 6	HF-Kabel	LKK 92220	
K 7	Leitung, geschirmt	LFA 03022	
K 9	HF-Kabel	LKK 92220	
K10	HF-Kabel	LKK 92220	
R 1	Schicht-Drehwiderst.	WS 7126/1 k	Achs-L = 22
R 2	Draht-Drehwiderstand	WR 4 F/500	
R 3	Draht-Drehwiderstand	WR 4 F/1 k	
R 4	Schichtwiderstand	WF 160/0,5	

Diese Zeichnung ist unter Eigentüm. Verle., am 2. 11. 1904, als unechte Zeichnung, Fälschung an einem Bildstreifen und als Fälschung eingetrag.

Vertriebs-Platz Nr.		Änd.-zust.	Änd.-Mittlg. Nr.	Datum	Name	Liste Nr.	Date besteht aus Blatt	
		a	-	2.9.63	H.W		444834	Sa
Zulassungs-Nr.	RONDE & SCHWARZ MÜNCHEN	Änd.-zust.	Änd.-Mittlg. Nr.	Datum	Name	Ersatz für Liste ersetzt durch Liste 344834-1 Schaltteilliste zu		
		b	8708	24.1.64	H.W			
		c	10837	10.3.63	H.W			
		d	10746	18.6.63	H.W			
		e	11151	3.66	H.W			
		f						
		g						
		h						
		i						
		j						
		k						
		l						
		m						
		n						
		o						
		p						
		q						
		r						
		s						
		t						
		u						
		v						
		w						
		x						
		y						
		z						
		aa						
		ab						
		ac						
		ad						
		ae						
		af						
		ag						
		ah						
		ai						
		aj						
		ak						
		al						
		am						
		an						
		ao						
		ap						
		aq						
		ar						
		as						
		at						
		au						
		av						
		aw						
		ax						
		ay						
		az						
		ba						
		bb						
		bc						
		bd						
		be						
		bf						
		bg						
		bh						
		bi						
		bj						
		bk						
		bl						
		bm						
		bn						
		bo						
		bp						
		bq						
		br						
		bs						
		bt						
		bu						
		bv						
		bw						
		bx						
		by						
		bz						
		ca						
		cb						
		cc						

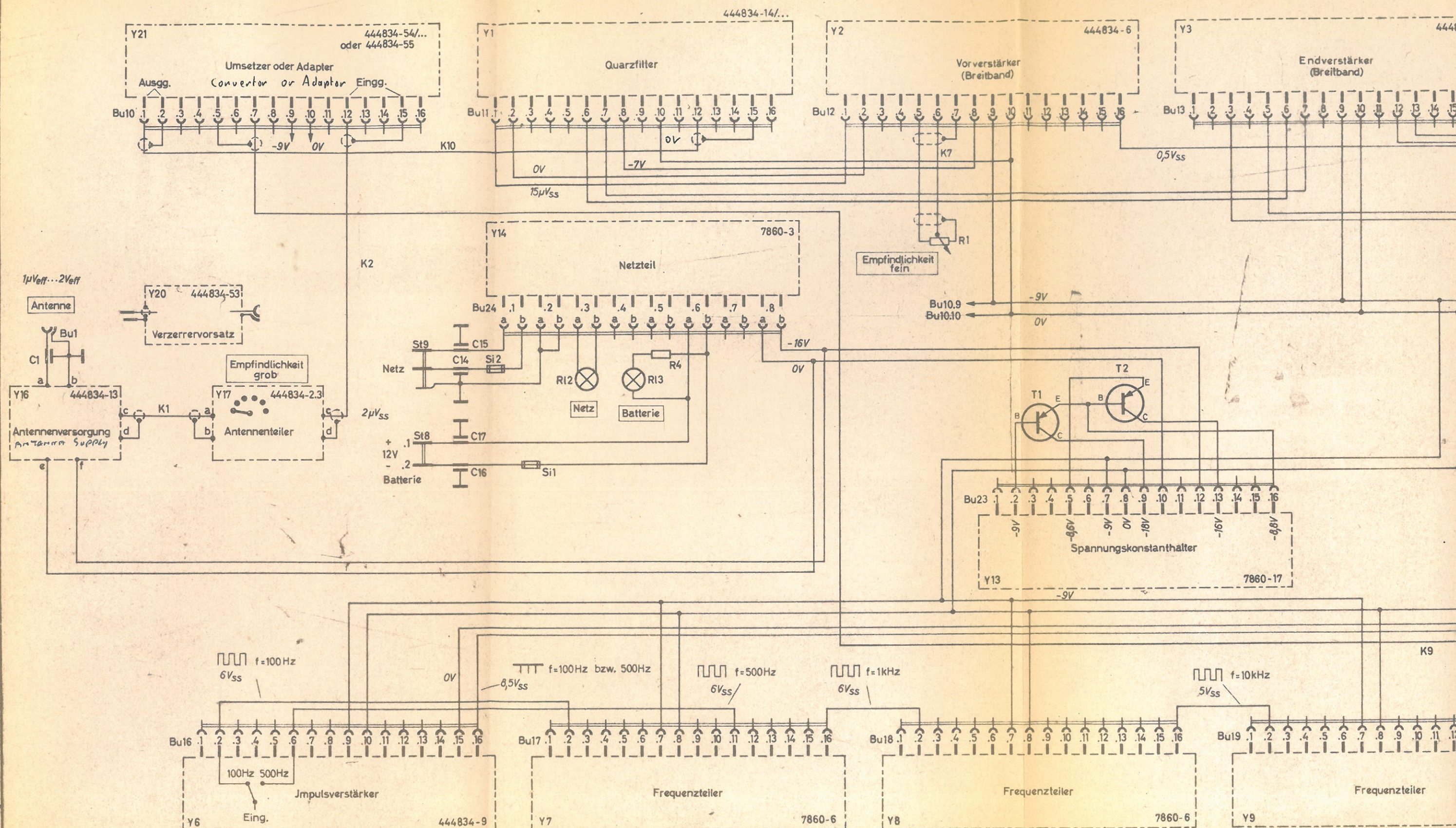
f	10644	21.665	H.W.
g	10764	10.9.65	H.W.
h	10856	8.10.65	H.W.
i	11151	6.4.66	H.W.

Diese Zeichnung ist unser Eigentum.
Vervielfältigung, unbefugte Verwen-
dung, Mitteilung an andere
ist strafbar u. schadenersatzpflichtig.

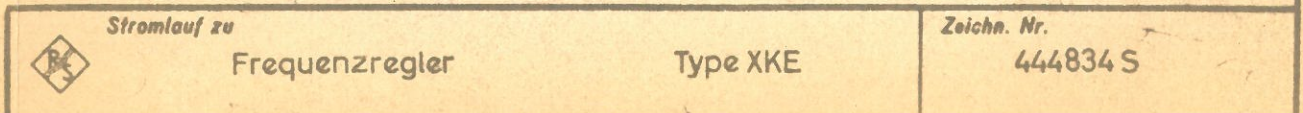
ROHDE & SCHWARZ · MÜNCHEN

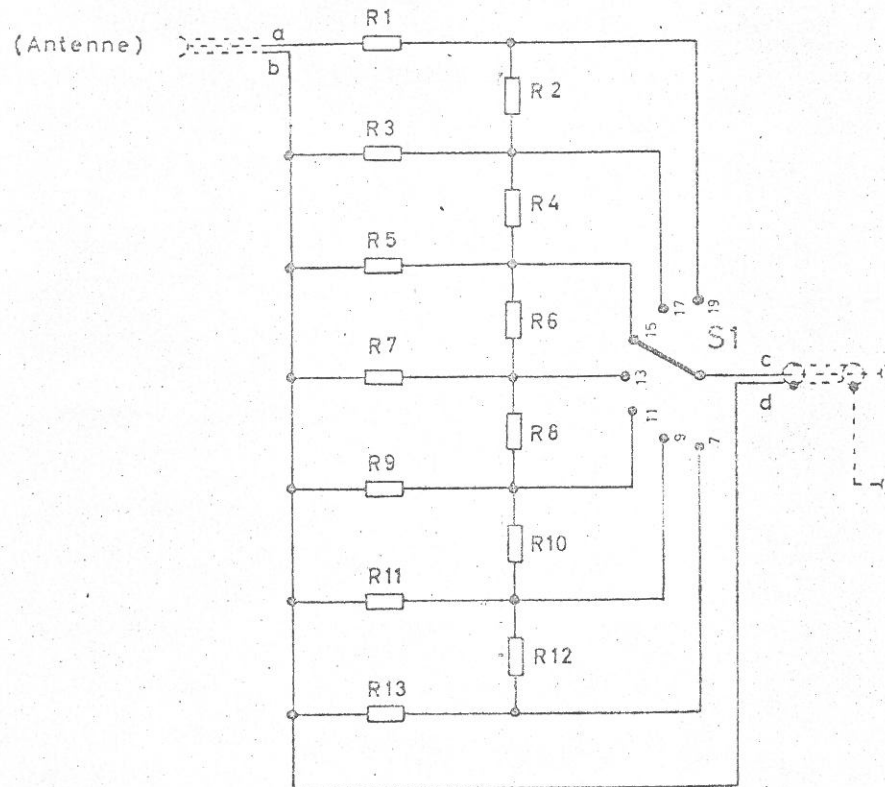
a	—	29.8.63	H.W
b	8708	23.1.64	H.W
c	8911	8.6.64	H.W
d	10149	12.10.64	H.W
e	10237	11.3.65	H.W

gezeichnet	20.8.
bearbeitet	
geprüft	
normgepr.	



Gleichspannungen gemessen gegen 0V (+Pol)
Wechselspannungen in Stellung Rechtsanschlag





Diese Zeichnung ist unter Eigentum Verweigerung, vollständig, Vervielfältigung, Weitergabe an andere ist strafbar.

hierzu Schalteilliste 444834-2.3 Sa

 ROHDE & SCHWARZ MÜNCHEN		Hilfzeug, Werkstoff		Untolerierte Maße		Zeichn. Nr.	
				Maßstab		444834-2.3 S	
EKE	Tag	Name	And. And. Mittg. zust. Nr.	Tag	Name	Ersatz f. Zeichn.	
gezeichnet	15.7.63	Mz					
bestätigt		H.W					
geprüft							
normgepr.							

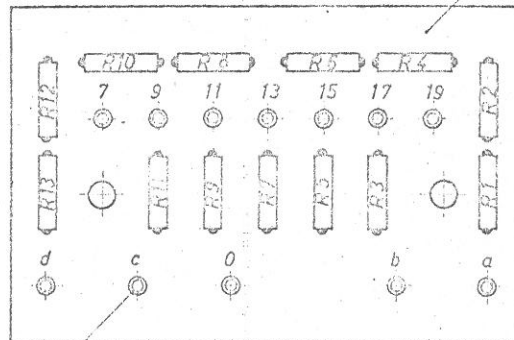
Stromlauf zu

Antennenteiler (U'Gr.)

ANTENNA ATTENUATOR

Dip Soldered according to 
tauchgelötet nach HVN 230

444834-2.3.1



ZH 15x2,5 (12 Stück)

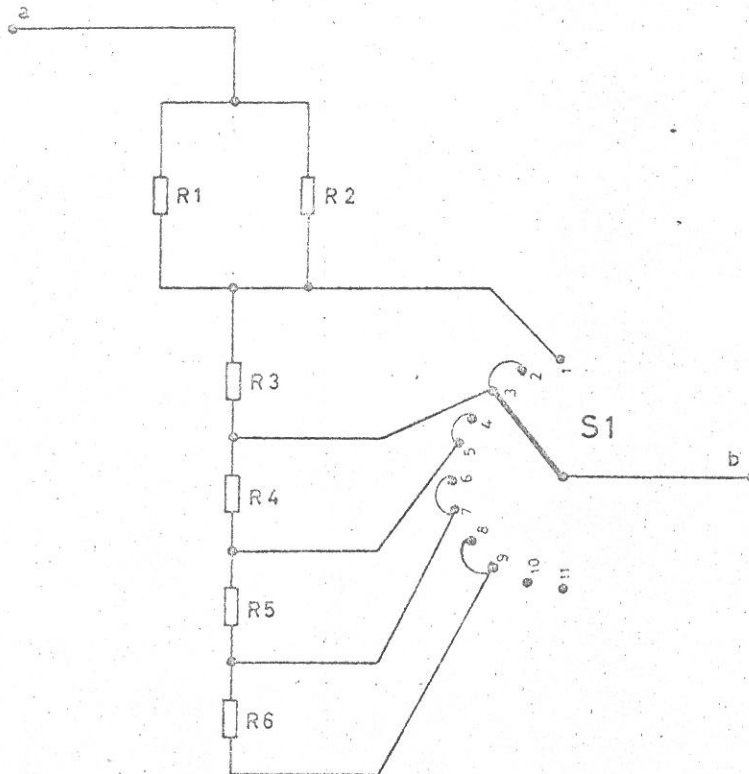
S1 SRW 13 110 (Achs - L = 21)
 ZXD 11011/16 (2 Stück)
 ZSN 300 20m 28 gal Zn (2 Stück)
 3,2 DIN 125 SI (2 Stück)
 A3 DIN 137 (2 Stück)
 M3 DIN 934-4D (2 Stück)

S1 und dazugehörige Teile nicht dargestellt

hierzu Stückliste 444834-2.3 St
 Stromlauf 444834-2.3 S

 RONDE & SCHWARZ MÜNCHEN			Halbzeug, Werkstoff		Unfertierte Maße		Zeichn. Nr.	
					Maßstab		444834 - 2.3	
EKD	Tag	Name	And. zust.	And.-Mittl. Nr.	Tag	Name	1:1	
gezeichnet	10.12.52	Lz.	a	—	7.11.63	Fz.	Erste f. Zeichn.	
gezeichnet			b	10356	6.10.65	Ln		
geprüft		geprüft						
freigegeben							Antennenteiler (U.Gr.)	
							ANTENNA ATTENUATOR	

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, Verbreitung, Nachbildung, Mitteilung an andere ist strafbar und Schadensersatzpflichtig.



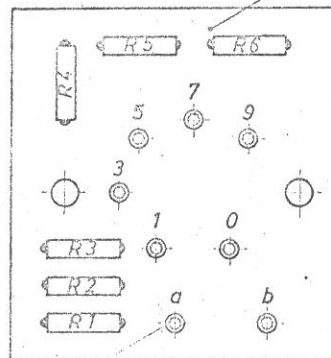
hierzu Schalteilliste 444034-2.4 Sc

 ROHDE & SCHWARZ MÜNCHEN		Halbzeug, Werkstoff		Unterteilte Maße		Zeichn. Nr.	
				Maßstab		444834-2.4 S	
EKE	Tag	Name	And. zut.	And. Mittlg. Nr.	Tag	Name	Erste J. Zeichn.
15	7 63	Mz	a	—	7. 10. 63	H.W	
überprüft		H.W					
geprüft							
nachgeprüft							

Stromlauf zu
Überwachungsteiler (U'Gr.)
 MONITORING VOLTAGE DIVIDER

tauchgelötet nach HVN 230

444 834-2.4.1



ZH15x2,5 (6 Stück)

S1 SRW 07110 (Achs - L = 21)
 ZXD 11011/18 (2 Stück)
 ZSN 300 20m 38 gal Zn (2 Stück)
 3,2 DIN 125 St (2 Stück)
 A 3 DIN 137 (2 Stück)
 M 3 DIN 934-4D (2 Stück)

S1 und dazugehörige Teile nicht dargestellt

hierzu Stückliste 444 834-2.4 St
 Stromlauf 444 834-2.4 S

 ROHDE & SCHWARZ MÜNCHEN			Halbzeug, Werkstoff			Untolerierte Maße		Zeichn. Nr.	
						Maßstab		444 834 - 2.4	
						1:1		Erstellt f. Datum:	
EKD	Tag	Name	Änd. zahl.	Änd.-Hilfsg. Nr.	Tag	Name	Überwachungsteiler (U.Gr.)		
	13.12.62	Lz.	a	—	7.11.63	Fz.			
			b	10644	13.7.65	Now			
			c	10856	6.10.65	Ln			
			d	15512	6.10.70	Lr			

Stück- zahl	Bezeichnung	Sach-Nr.	Bemerkungen
1	2	3	4
C 1	Papier-Kondensator	CPK 100000/250	
R 1	Draht-Drehwiderst.	WRG 01013 k 4,7	
R 2	Schichtwiderstand	WF 5 k/0,1	
R 3	Schichtwiderstand	WF 16 k/0,1	
R 4	Draht-Drehwiderst.	WRG 01013 k 4,7	
R 5	Schichtwiderstand	WF 5 k/0,1	
R 6	Schichtwiderstand	WF 16 k/0,1	
S 1	Kleinstufenschalter	SRW 07120	Achs-L = 21

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung,
unbefugte Vervielfältigung, Mitteilung an andere ist
strengstens untersagt.

Werkstoff-Pause Nr.

ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN

Änd.-
zust. Änd.-Mitgl.
Nr. Datum Name

a 10237 26.2.65 H.W

Liste Nr.

444834 - 2.5 Sa

Liste besteht
aus 1 Blatt

Blatt Nr.

Arbeitsplan Nr.

Erst-
gezeichnet Datum Name
geprüft
normgeprüft

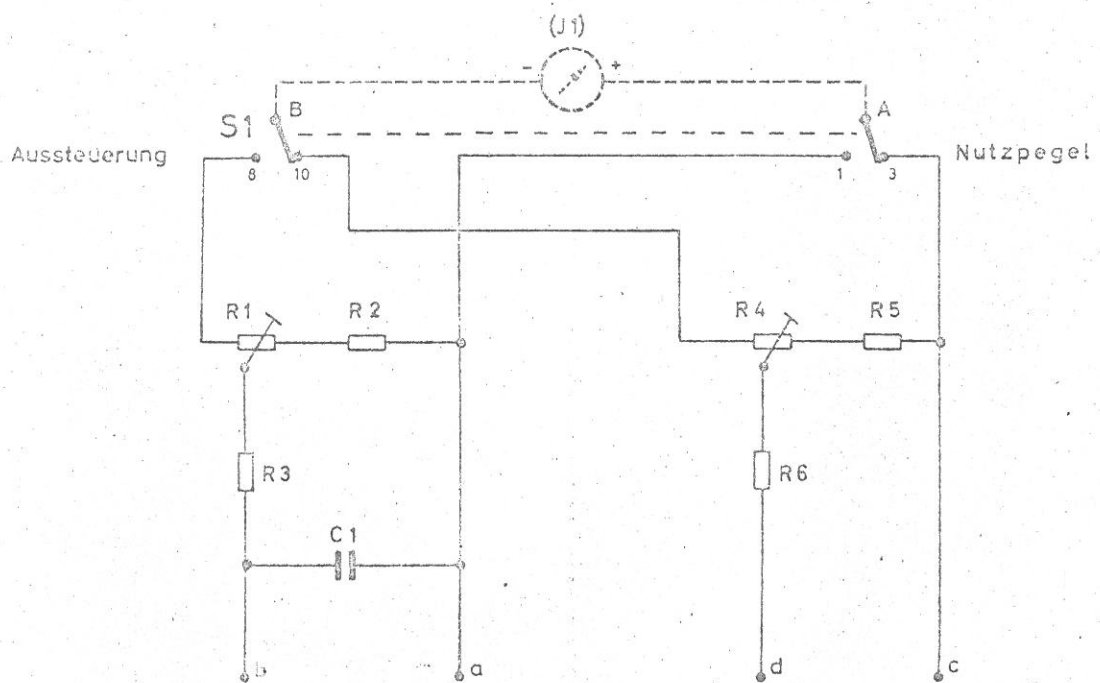
5.7.63 WU
H.W

Ersatz
für Liste

ersetzt
durch Liste

Stückliste-Schaltteilleiste zu

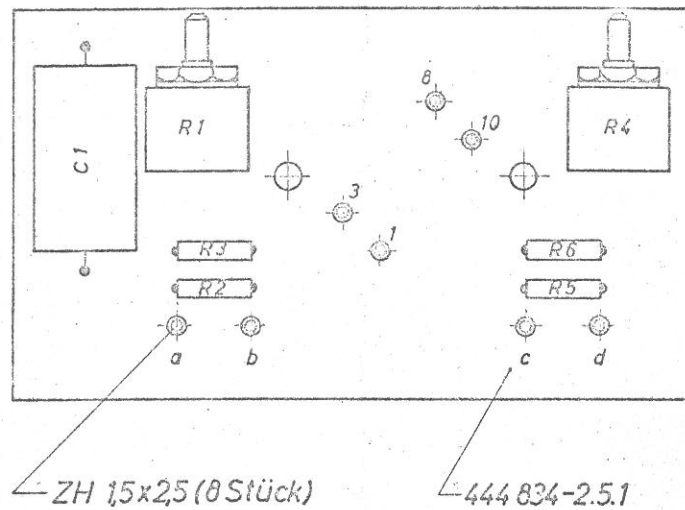
Instrumentabgleich (U'Gr.)



Diese Zeichnung ist einer Exzerpt-Veröffentlichung
unbefugte Vervielfältigung, Verbreitung, oder
anderer Art ist strafbar.

hierzu Schalteilliste 444834-2.5 Sa

 ROHDE & SCHWARZ MÜNCHEN			Halbzeug, Werkstoff			Unterteilte Maße		Zeichn. Nr. 444834-2.5 S	
						Maßstab			
EKE	Tag	Name	Änd. Nr.	Änd.-Mittlg. Nr.	Tag	Name	Erste f. Zeichn.		
18.7.63		Mz					Stromlauf zu		
		H.W					Instrumentabgleich (U'Gr.)		
							METER BALANCE		



S1 SRW 07120 (Achse - L = 21)
 ZXD 11011/18 (2 Stück)
 ZSN 300 20m 38gal Zn (2 Stück)
 3,2 DIN 125 St (2 Stück)
 A 3 DIN 137 (2 Stück)
 M 3 DIN 934-4D (2 Stück)

S1 und dazugehörige Teile nicht dargestellt

hierzu Stückliste 444 834-2.5 St
 Stromlauf 444 834-2.5 S

		Halbzeug, Werkstoff		Untolerierte Maße		Zeichn. Nr.	
ROHDE & SCHWARZ MÜNCHEN				Maßstab		444 834-2.5	
EKD	Tag	Name	Änd. zust.	Änd.-Mittlg. Hr.	Tag	Name	1:1 Kontrolle f. Änd. 10.
gezeichnet	18.12.62	Lz.	e	15512	6.10.65	Lr.	
geprüft							
gezeichnet		Gruber	c	10644	13.7.65	Now.	
gezeichnet			d	10656	6.10.65	Ln	

Instrumentabgleich (u.Gr.)	
----------------------------	--

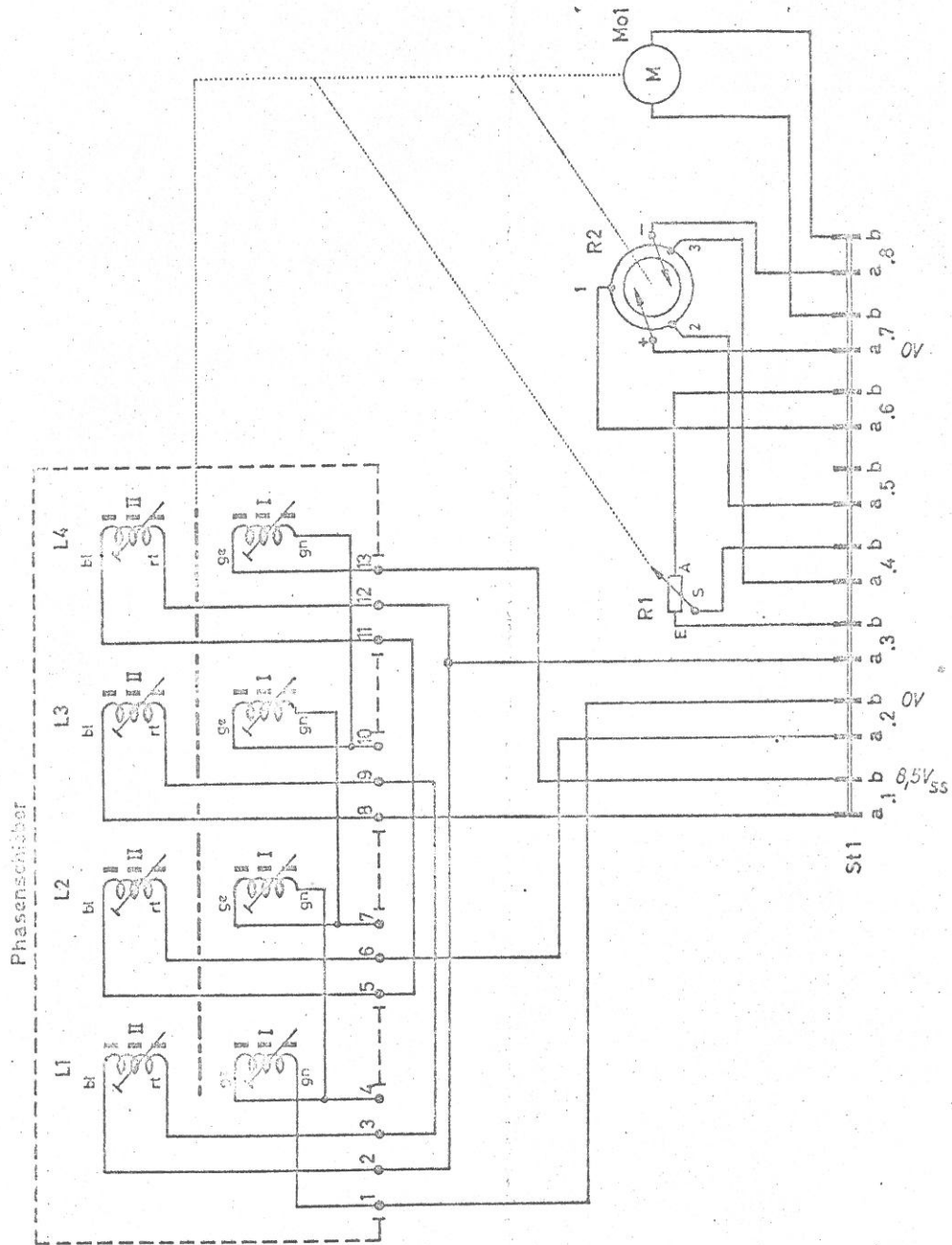
Instrumentabgleich (u.Gr.)

Stück- Anzahl	Stück- zahl	Benennung	Such-Nr.	5	Bemerkungen
1	2	3	4	5	6
L 1	1	Spule (U'Gr.)	444834 - 4.25.5		hierzu bes.Stückliste
L 2	1	Spule (U'Gr.)	444834 - 4.25.5		hierzu bes.Stückliste
L 3	1	Spule (U'Gr.)	444834 - 4.25.5		hierzu bes.Stückliste
L 4	1	Spule (U'Gr.)	444834 - 4.25.5		hierzu bes.Stückliste
Mo 1	1	Meßmotor	444834 - 4.19.1		
R 1	1	Feinschleifwiderstand	444834 - 4.22		
R 2	1	Widerstandsgeber	444834 - 4.21		
St 1	1	Steckerleiste, 16-pol.	FS 916/2		

 RONDEL & SCHWARZ MÜNCHEN		Änd- zeit.	Änd.-Mittg. Nr.	Datum	Name	Liste Nr. 444834 - 4 Sa	Liste besteht aus 1 Blatt Blatt Nr.
Werk	Datum	Name				Einsatz für Liste	ersollt durch Liste
gezeichnet	5.8.63	Wu					
geprüft		H.W.				Zusammenfassen der Stückliste zu	
gezeichnet						Cotriebe (Gr.)	

Diese Zeichnung ist eine Eigentüm. Verfertigung
 der R. S. (Rondel & Schwarz) München
 und ist Eigentum der R. S. (Rondel & Schwarz) München
 Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Zeichnung ist ein Eigentum. Veräußerung, Vervielfältigung, Verbreitung, Nachahmung oder andere Art der Verwertung ist ohne schriftliche Genehmigung der R&S verboten.



hierzu Schaltteilliste 444834-4Sa

RONDE & SCHWARZ
MÜNCHEN

Halbzeug, Werkstoff

Untolerierte Maße

Zeichn. Nr.

444834-4S

Maßstab

Erster J.
Zeichn.

EKE	Tag	Name	Ind.	And.-Mittg. zust. Nr.	Tag	Name
gezeichnet	8. 8. 63	Hausd.	a	10058	11. 8. 64	H.W
geprüft		H.W	b	10237	25.1.65	H.W
gezeichnet						
geprüft						

Stromlauf zu

Getriebe (Gr.)

GEAR

Stück- zahl	Benennung	Sach-Nr.	Benennung
1	2	3	4
C 1	Papier-Kondensator	CPK 100000/250	
C 2	Papier-Kondensator	CPK 100000/250	
C 3	Papier-Kondensator	CPK 100000/250	
C 4	Elko	CED 21/100/15	
C 5	Papier-Kondensator	CPK 100000/250	
C 6	Elko	CED 21/100/15	
C 7	Elko	CED 21/100/15	
R 1	Schichtwiderstand	WF 16 k/0,1	
R 2	Schichtwiderstand	WF 2 k/0,1	
R 3	Schichtwiderstand	WF 1 k/0,1	
R 4	Schichtwiderstand	WF 30/0,1	
R 5	Schichtwiderstand	WF 16 k/0,1	
R 6	Schichtwiderstand	WF 2 k/0,1	
R 7	Schichtwiderstand	WF 30/0,1	
R 8	Schichtwiderstand	WF 10/0,1	
R 9	Schichtwiderstand	WF 40 k/0,1	
R10	Schichtwiderstand	WF 2 k/0,1	
R11	Schichtwiderstand	WF 2 k/0,1	
R12	Schichtwiderstand	WF 10/0,1	
R13	Schichtwiderstand	WF 40 k/0,1	

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung,
Verbreitung, Weitergabe, Mitteilung an andere ist
strengstens untersagt und schadenstiftend.

		And. zust.	And.-Mitgl. Nr.	Datum	Name	Liste Nr.	Liste besteht aus 2 Blättern
ROHDE & SCHWARZ MÜNCHEN						444834 - 6 Sa	Blatt Nr. 1
Geschrieben 5.7.63	Datum	Name				Ersatz für Liste	ersetzt durch Liste
Gezeichnet H.W.						Vorverstärker (Gr.)	

1 Stück- zahl	2 Bezeichnung	3 Sach-Nr	4 Bemerkungen
R14	Schichtwiderstand	WF 2 k/C,1	
R15	Schichtwiderstand	WF 2 k/C,1	
R16	Schichtwiderstand	WF 10/C,1	
R17	Schichtwiderstand	WF 2 k/C,1	
R18	Schichtwiderstand	WF 500/C,1	
R19	Schichtwiderstand	WF 500/C,1	
St 1	Steckerleiste	FUS 31160	
T 1	Transistor	GT/ASY 27	
T 2	Transistor	GT/ASY 27	
T 3	Transistor	GT/ASY 27	
T 4	Transistor	GT/ASY 27	

Diese Zeichnung ist unter Eigentum Rohde & Schwarz.
unbefugte Vervielfältigung, Verbreitung oder andere Art
des Kopierens ist strafbar und wird entsprechend verfolgt.

Wieland-Pause Nr.

ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN

EXE	Datum	Name
gezeichnet	5.7.63	WU
geprüft		E.W.
freigegeben		

Änd.- zust.	Änd.-Mittig. Nr.	Datum	Name

Liste Nr.

444834 - 6 Sa

Liste besteht
aus Blatt

Blatt Nr. 2

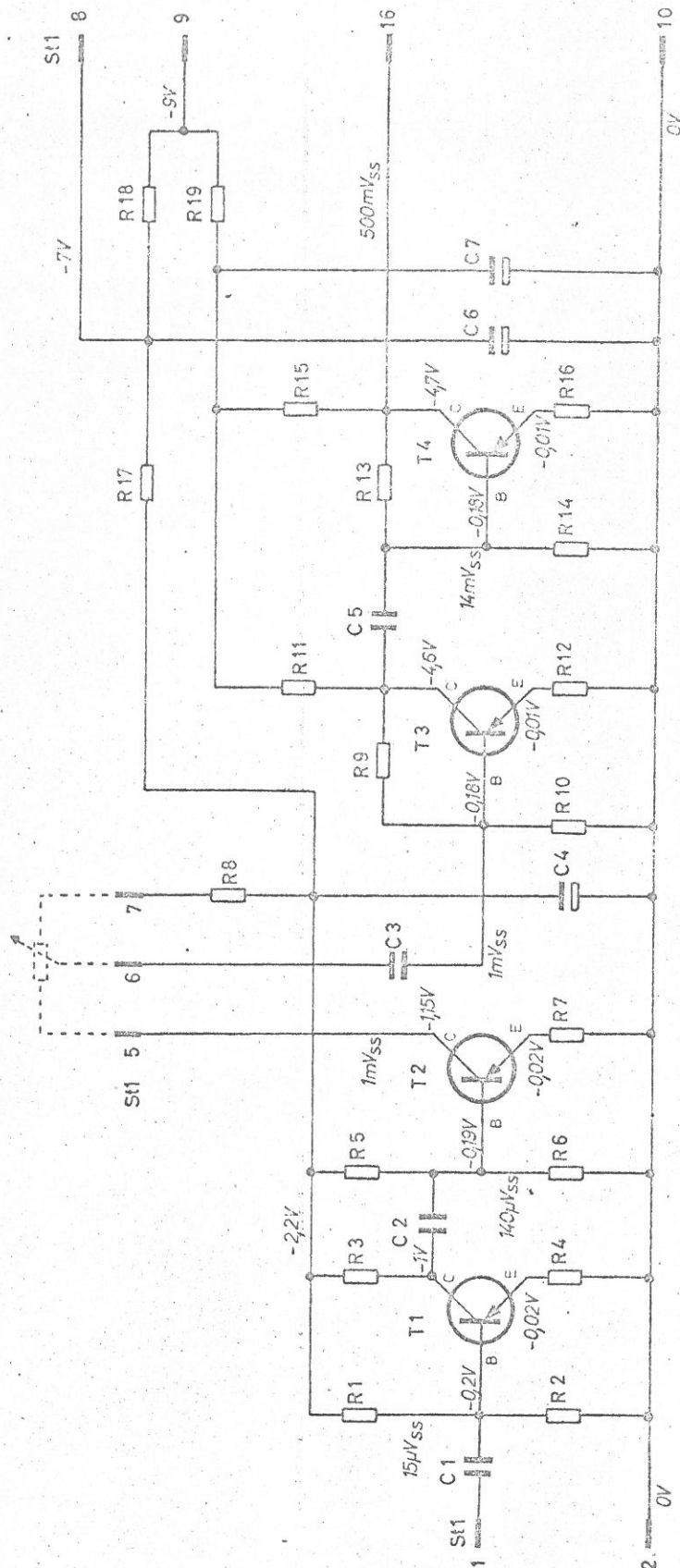
Ersatz
für Liste

ersetzt
durch Liste

Schaltplan

Vorverstärker (Gr.)

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Verfertigung,
unbefugte Vervielfältigung, Mitteilung an andere ist
strafbar und schadenersetzpflichtig.



hierzu Schalteilleiste 444834 - 6 Sa

ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN

Halbzeug, Werkstoff

Untolerierte Maße

Zeichn. Nr.

444834 - 6S

Maßstab

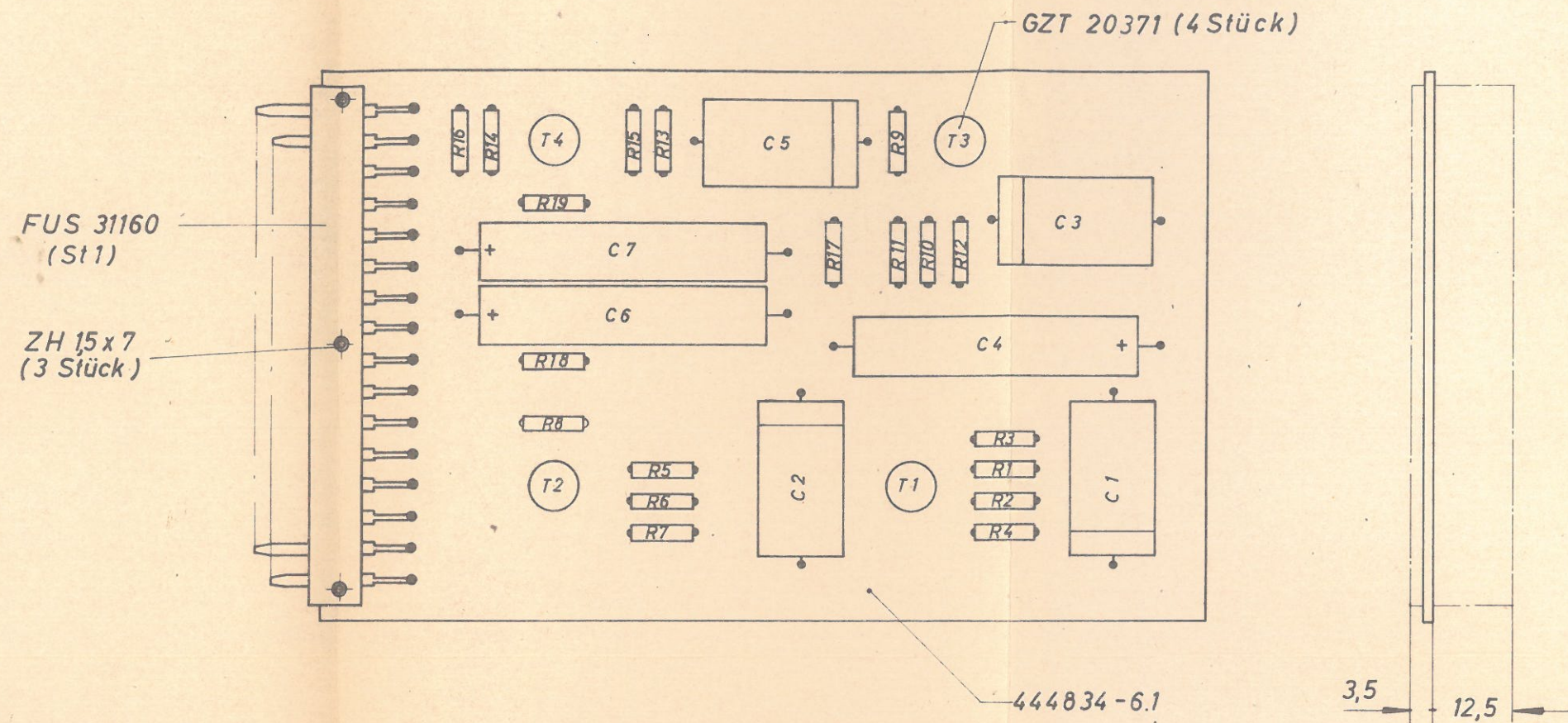
Ersatz f.
Zeichn.

EKE	Tag	Name	And. zust.	And.-Mittlg. Nr.	Tag	Name
gezeichnet	19.7.63	Mz	a	10237	28.1.65	h.w
überprüft		H. W				
geprüft						
normgepr.						

Stromlauf zu

Vorverstärker (Gr.)

Frequenz - Bereich 10 kHz bis 100 kHz



hierzu Stückliste 444834 - 6 St
Stromlauf 444834 - 6 S

ROHDE & SCHWARZ MÜNCHEN			Halbzeug, Werkstoff				Untolerierte Maße	Zeichn. Nr.
EKD			Tag	Name	Änd.-zust.	Änd.-Mittlg. Nr.	Tag	Name
gezeichnet	10.11.62	Lh.	a	10856	6.10.65	Ln		
bearbeitet			b	14937	5.11.69	Ln		
geprüft			c	15289	10.4.70	Gh		
normgepr.								
							Maßstab 1:1	444834 - 6
							Ersatz für Zeichnung	
							Vorverstärker (Gr.) DREAMPLIFIER	

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

Vervielfält.-Pause Nr.

Arbeitspause Nr.

Kenn- zeichen	Stück- zahl	Benennung	Sach-Nr.	Bemerkungen	
1	2	3	4	5	6
C 1		Papier-Kondensator	CPK 100000/250		
C 2		Papier-Kondensator	CPK 100000/250		
C 3		Elko	CED 21/100/15		
C 4		Papier-Kondensator	CPK 100000/250		
C 5		Elko	CED 21/100/15		
C 6		Kf-Kondensator	CKD 2/500/125		
C 7		Kf-Kondensator	CKD 2/500/125		
C 8		Kf-Kondensator	CKD 2/2000/125		
C 9		Papier-Kondensator	CPK 100000/250		
C10		Elko	CED 21/25/15		
R 1		Schichtwiderstand	WF 30 k/0,1		
R 2		Schichtwiderstand	WF 3 k/0,1		
R 3		Schichtwiderstand	WF 1,25 k/0,1		
R 4		Schichtwiderstand	WF 160/0,1		
R 5		Schichtwiderstand	WF 8 k/0,1		
R 6		Schichtwiderstand	WF 10 k/0,1		
R 7		Schichtwiderstand	WF 500/0,1		
R 8		Schichtwiderstand	WF 100/0,1		
R 9		Schichtwiderstand	WF 8 k/0,1		
R10		Schichtwiderstand	WF 1 k/0,1		

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, Verbreitung, Weitergabe, Nachdruck, Fälschung, Entwertung, Verstoß gegen die Schutzrechte sind strafbar und werden rechtlich verfolgt.



ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN

Best.-Nr. Datum Name

beschrieben 30.7.63 WH

gezeichnet H.W.

geprüft

normgeprüft

Änd.-
zust. Änd.-Mittlg.
Nr. Datum Name

Liste Nr.

444834 - 7. Sa

Liste besteht

aus 2 Blatt

Blatt Nr.

1

Ersatz
für Liste

ersetzt
durch Liste

Bezeichnung Schalterliste zu

Endverstärker (Gr.)

1	2	3	4	5	6
Stück- zeichn.	Stück- zahl	Benennung	Sach-Nr		Bemerkungen
R11		Schichtwiderstand	WF 60/0,1		
R12		Schichtwiderstand	WF 25/0,1		
R13		Schichtwiderstand	WF 30 k/0,1		
R14		Schichtwiderstand	WF 3 k/0,1		
R15		Schichtwiderstand	WF 2 k/0,1		
R16		Schichtwiderstand	WF 160/0,1		
R17		Schichtwiderstand	WF 16 k/0,1		
R18		Schichtwiderstand	WF 3 k/0,1		
R19		Schichtwiderstand	WF 30/0,1		
R20		Schichtwiderstand	WF 125/0,5		
Rb 1		Relais	RSD 110C20		
St 1		Steckerleiste	FUS 31160		
T 1		Transistor	GT/ASY 27		
T 2		Transistor	GT/AC 124		
T 3		Transistor	GT/AC 124		
T 4		Transistor	GT/ASY 27		
T 5		Transistor	GT/AC 124		
Tr 1		Übertrager (U'Gr.)	444834 - 7.10		hierzu bes.Stückliste

Diese Zeichnung ist unter Eigentum Verbleibend.
unbefugte Vervielfältigung, Nachdruck oder andere Art
Abdruck ist strafbar.

Verf.-Jahr-Passat-Nr.

ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN

Änd.- zust.	Änd.-Mittlg. Nr.	Datum	Name

Liste Nr.

444834 - 7 Sa

Liste besteht

aus Blatt

Blatt Nr.

2

Verf.-Jahr-Passat-Nr.

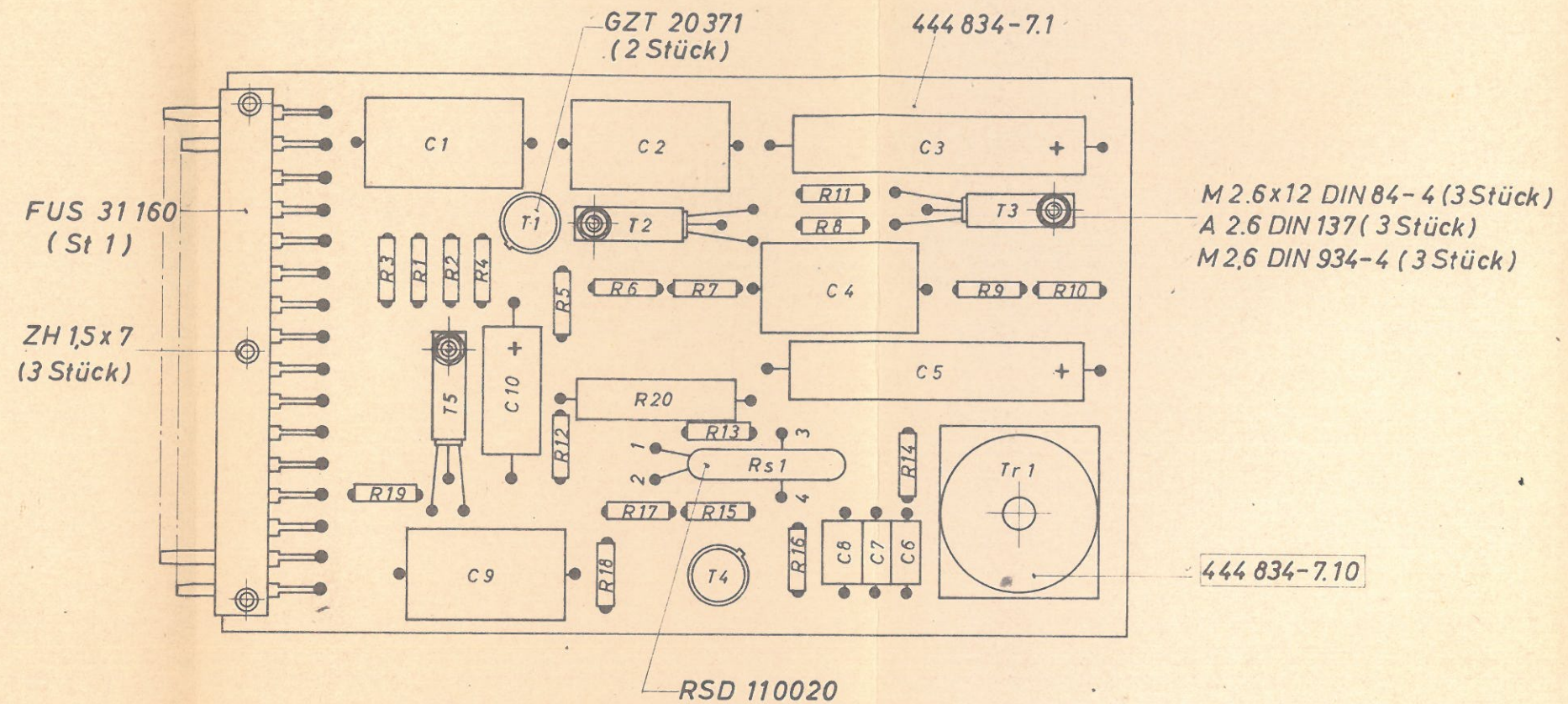
Änd.- zust.	Datum	Name
gezeichnet	30.7.65	W.B.
geprüft		H.N.
freigegeben		

Ersatz
für Liste

ersetzt
durch Liste

Schaltplan Schalttafel zu

Endverstärker (Gr.)



T2, T3 und T5 nach dem Tauchlöten angeschraubt

hierzu Stückliste 444 834-7 St
Stromlauf 444 834-7 S

ROHDE & SCHWARZ MÜNCHEN			Halbzeug, Werkstoff			Untolerierte Maße	Zeichn. Nr.
						Maßstab	444 834-7
EKD	Tag	Name	Änd.-zust.	Änd.-Mittlg. Nr.	Tag	1:1	Ersatz für Zeichnung
gezeichnet	2.7.63	Kc	a	10856	6.10.65	Endverstärker (Gr.) FINAL AMP	
bearbeitet			b	13696	30.5.68		
geprüft		gmh	c	14937	5.12.69		
normgepr.							

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und Schadensersatzpflichtig.

Vervielfält.-Pause Nr.

Arbeitspause Nr.

Platz- nummer	Stück- zahl	Benennung	Sach-Nr.	Benennung
1		Lko	CEL 21, 25/15	
2		Lko	CEL 50421 u 22	
3		Lko	CEL 50421 u 22	
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11	1	Ge-Diode AAY 13	GDS 14420	
12	2	Ge-Diode AAY 13	GDS 14420	
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90				
91				
92				
93				
94				
95				
96				
97				
98				
99				
100				

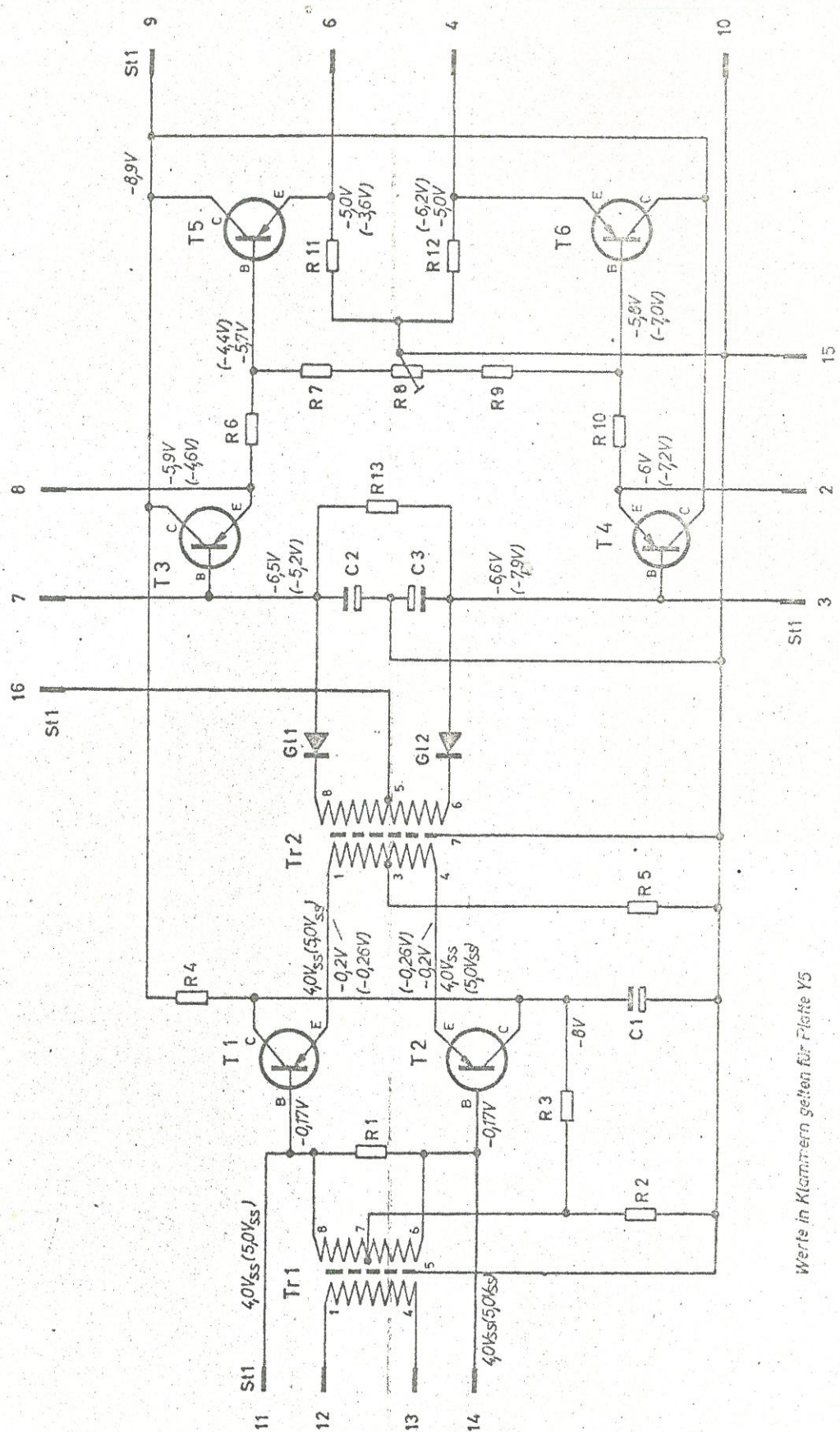
Diese Zeichnung ist Eigentum der Firma R. W. Schlegel & Co. KG.
 Jede Vervielfältigung ohne schriftliche Genehmigung ist
 strafbar und untersagt.

 RONDE & SCHWARZ MÜNCHEN		Änd.- zeit	Änd.-Mittlg Nr.	Datum	Name	Blatt Nr. 1 144434 - 5. Blatt 144434 - 5. Blatt	Liste Anzahl 000 0000
		d 13.9.66	5.68	13			
		e 15.3.77	6.70	K1			
Datum	Name						
Geprüft	W. W.						
Geprüft	H. W.						
Geprüft							
Geprüft							

Ersatz für Liste
 144434 / Schaltplanliste zu
 144434 (1. Blatt)

49. 30. 11. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845

Die Zählung ist einer Eigentüm. Verwirklichung,
unabhängig von einer, Mithilfe an andere ist
streifen und schadenstunfähigkeit.



Werte in Klammern gelten für Platte Y5

hierzu Schalteilliste 444834-8 Sa

ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN

Halbzeug, Werkstoff

Untolerante Maße

Zeichn. Nr.

444834-8 S

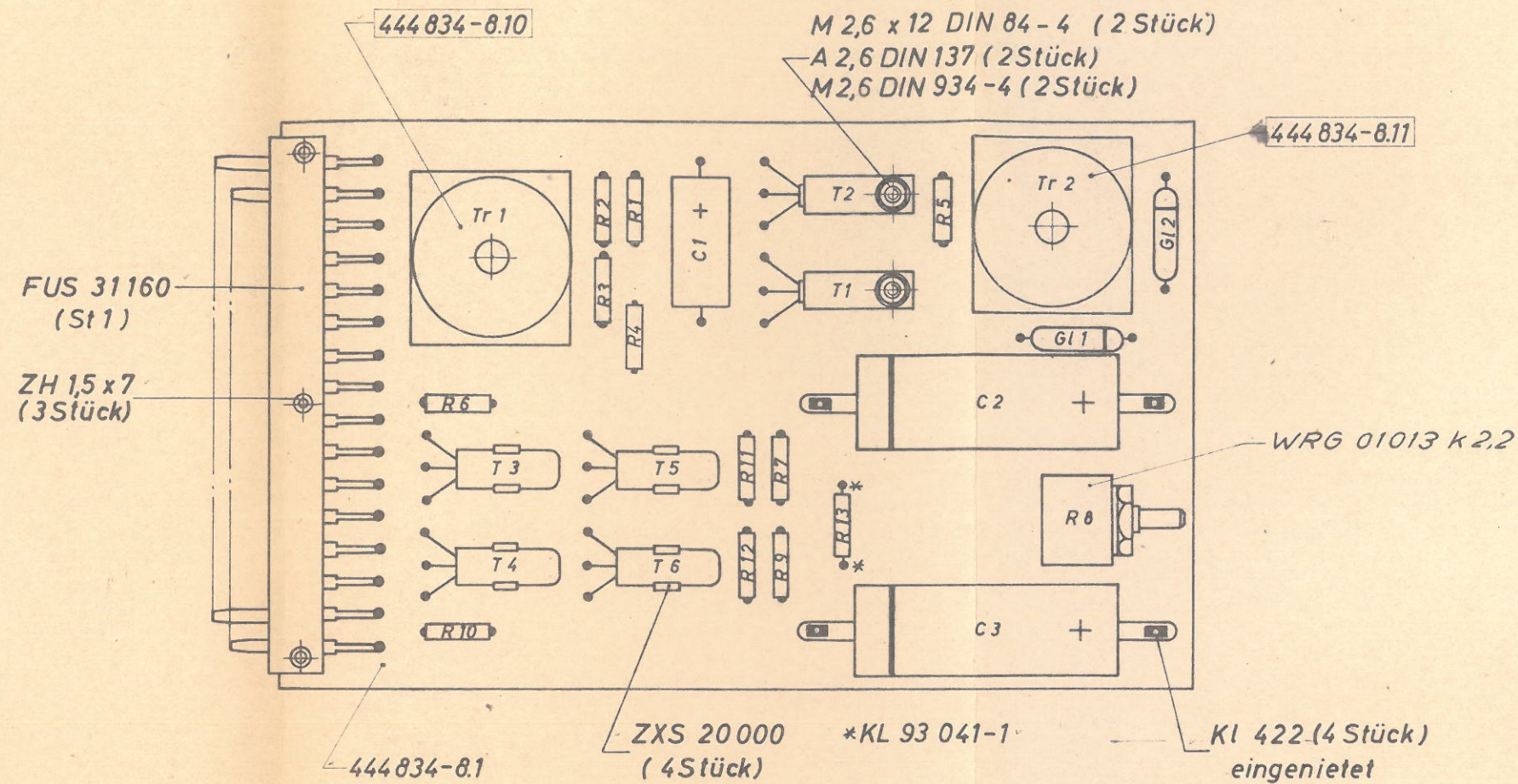
Maßstab

Ereign. f.
Zeichn.

| EKE | Tag | Name | Änd. zust. | Änd.-Mittg. Nr. | Tag | Name |
|------------|---------|------|------------|-----------------|----------|------|
| gezeichnet | 22.7.63 | Mz | a | 10058 | 10.8.64 | H.W |
| bearbeitet | | H.W | b | 10237 | 28.1.65 | H.W |
| geprüft | | | c | 10984 | 15.12.65 | H.W |
| normgepf. | | | | | | |

Stromlauf zu

Mischung (Gr.) MIXER



T3, T4, T5 und T6 nach dem Tauchlöten in die Halterung eingesteckt

T1 und T2 angeschraubt

C2 und C3 gelötet nach HVM 230

R13 gelötet im Prüffeld

hierzu Stückliste 444834 - 8 St
Stromlauf 444834 - 8S

| ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN | | | Halbzeug, Werkstoff | | | | Untolerierte Maße | Zeichn. Nr. |
|----------------------------|----------|------|---------------------|-----------------|---------|------|-------------------|-------------|
| | | | | | | | Maßstab | |
| | | | | | | | 1:1 | 444834-8 |
| EKD | Tag | Name | Änd.-zust. | Änd.-Mittg. Nr. | Tag | Name | Mischung (Gr.) | |
| gezeichnet | 26.11.62 | Wk. | a | 10237 | 1.3.65 | Red | | |
| bearbeitet | | / | b | 10856 | 6.10.65 | Ln | | |
| geprüft | | gms | c | 13696 | 30.5.68 | Ln | | |
| normgepr. | | | d | 14937 | 5.12.69 | Ln | | |

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

Vervielfält.-Pause Nr.

Arbeitspause Nr.

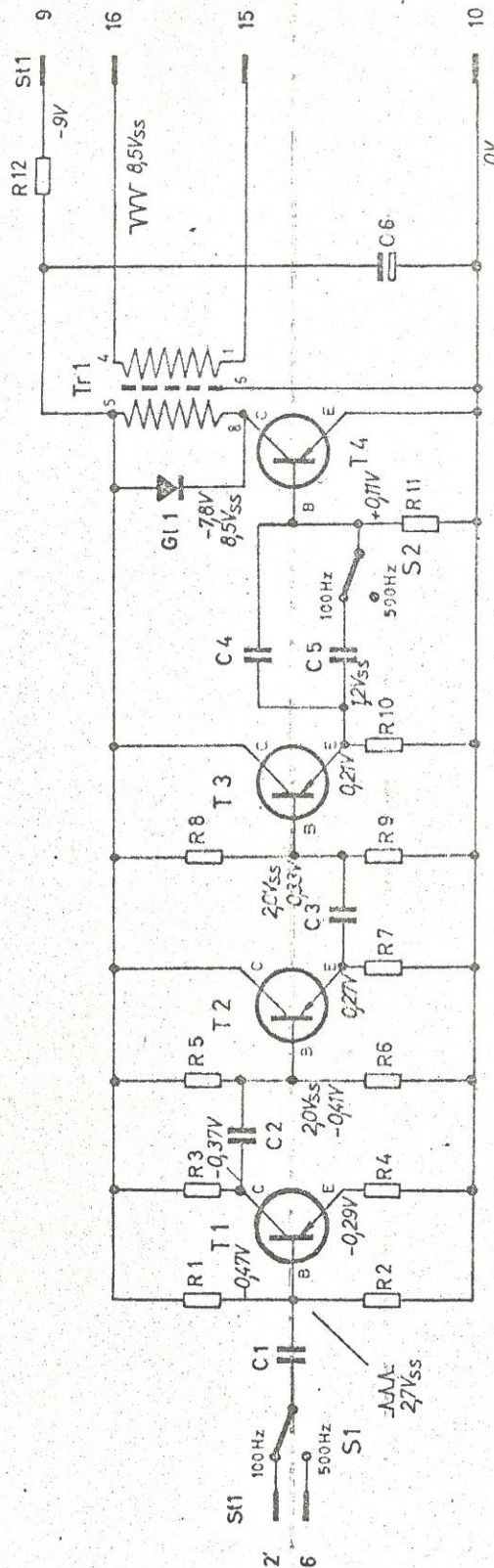
| Stück-
zahl | Benennung | Sach-Nr. | Bemerkungen |
|----------------|--------------------|---------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| St 1 | Umschaltklemme | | enth.in 444834-9 |
| St 2 | Umschaltklemme | | enth.in 444834-9 |
| St 1 | Steckerleiste | FUS 31160 | |
| Tr 1 | Transistor | GT/ASY 27 | |
| Tr 2 | Transistor | GT/ASY 27 | |
| Tr 3 | Transistor | GT/AC 124 | |
| Tr 4 | Transistor | GT/AC 124 | |
| Tr 1 | Übertrager (U'Gr.) | 444834 - 9.10 | hierzu bes.Stückliste |

Dieses Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, Verbreitung, Veränderung, Nachahmung oder sonstiger Gebrauch ist strafbar und Schadensersatzpflichtig.

Arbeitspausen Nr.

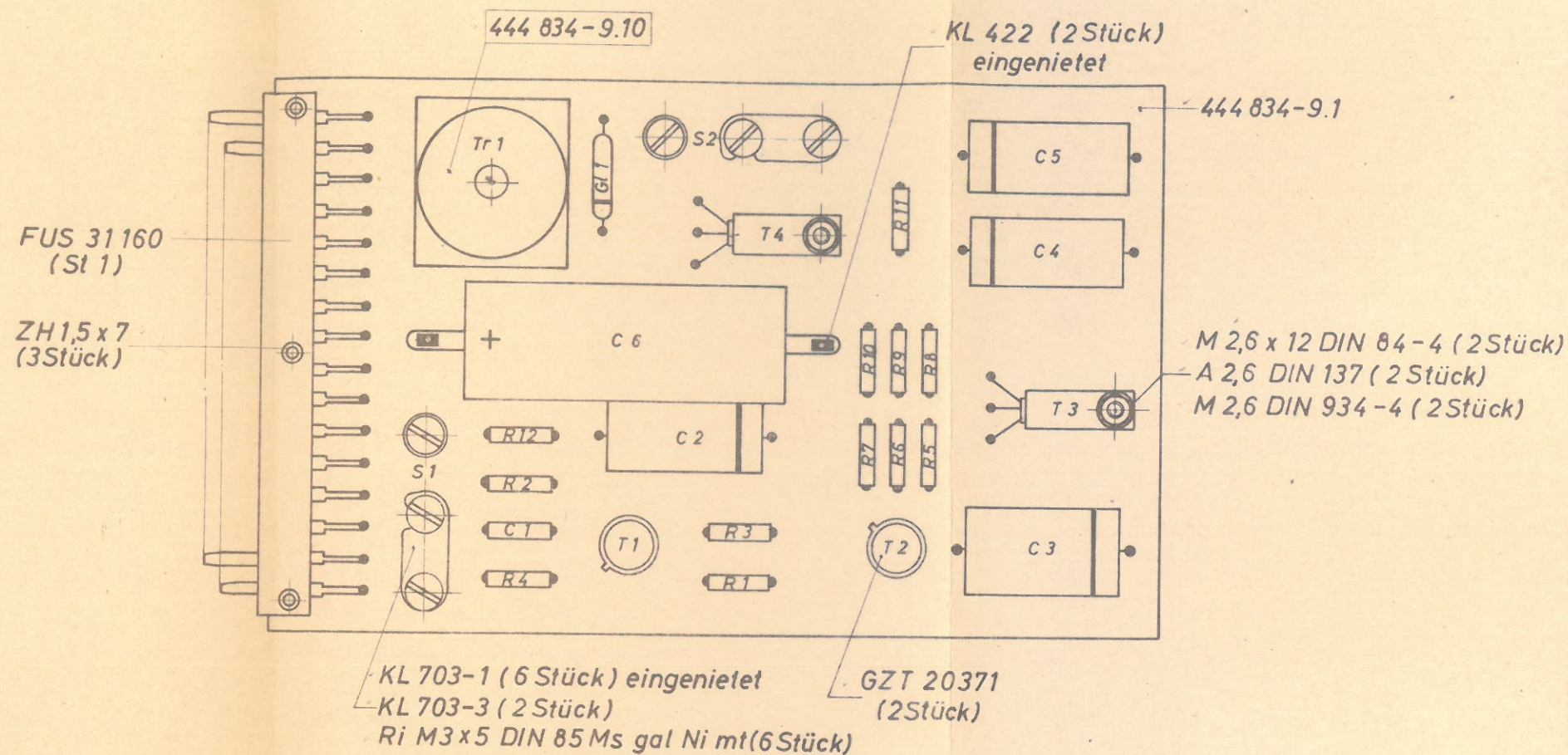
| | | | | | | | |
|--|-------|-----------------------------|---------------------|-------|------|---------------|----------------------------|
| 
ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN | | Änd.-
zust. | Änd.-Mittlg.
Nr. | Datum | Name | Liste Nr. | Liste besteht
aus Blatt |
| | | | | | | 444834 - 9 Sa | Blatt Nr. 2 |
| beschrieben | Datum | Name | Ersatz
für Liste | | | | |
| 5.7.63 | WU | ergänzt
durch Liste | | | | | |
| bearbeitet | H.W. | Stückliste / Schalttafel zu | | | | | |
| geprüft | | Impulsverstärker (Gr.) | | | | | |
| normgeprüft | | | | | | | |

Das Diagramm ist eine Ersatzschaltung und ist
 nicht zur Herstellung von Bauteilen
 geeignet.



hierzu Schalteilliste 444834 -9 Sa

| | | | | | | | | | |
|---|---------|------|---------------------|---------------------|----------|-------------------|--|---------------------------|--|
| <div></div> <div>ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN</div> | | | Halbzeug, Werkstoff | | | Untolerierte Maße | | Zeichn. Nr.
444834-9 S | |
| | | | | | | Maßstab | | | |
| EKE | Tag | Name | Änd.
zust. | Änd.-Mittlg.
Nr. | Tag | Name | Ersatz f.
Zeichn. | | |
| gezeichnet | 29.7.63 | Mz | a | — | 15.10.63 | H.W | Stromlauf zu
<i>PULSE AMP</i>
Impulsverstärker (Gr.) | | |
| bearbeitet | | H.W | b | 10237 | 28.1.65 | H.W | | | |
| geprüft | | | | | | | | | |
| normgepr. | | | | | | | | | |



T3 und T4 nach dem Tauchlöten angeschraubt

C6 gelötet nach HVM 230

hierzu Stückliste 444 834-9 St
Stromlauf 444 834-9 S

| | | | | | | | | | | |
|--|----------|---------------|---------------------|---------------------|---------|------|--------------------|--|--------------------------------|--|
| <div></div>
ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN | | | Halbzeug, Werkstoff | | | | Untolerierte Maße | | Zeichn. Nr.

444 834 - 9 | |
| | | | | | | | Maßstab

1:1 | | Ersatz für
Zeichnung | |
| EKD | Tag | Name | Änd.-
zust. | Änd.-Mittlg.
Nr. | Tag | Name | | | | |
| gezeichnet | 14.12.62 | Wk. | a | 10856 | 6.10.65 | Ln | | | | |
| bearbeitet | | | b | 13696 | 30.5.68 | Ln | | | | |
| geprüft | | <i>Gruber</i> | c | 14937 | 5.12.69 | Ln | | | | |
| normgepr. | | | | | | | | | Impulsverstärker (Gr.) | |

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

Vervielfält.-Pause Nr.

Arbeitspause Nr.

| Stück-
zahl | Benennung | Such-Nr | Bemerkungen |
|----------------|--------------------|----------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| C 1 | Papier-Kondensator | CPK 10000/250 | |
| C 2 | Kf-Kondensator | CKD 1/50/125 | Trimmwert |
| C 3 | Kf-Kondensator | CKD 1/200/125 | Trimmwert |
| C 4 | Kf-Kondensator | CKD 2/1000/125 | |
| C 5 | Kf-Kondensator | CKS 5000/125 | |
| C 6 | Papier-Kondensator | CPK 10000/250 | |
| C 7 | Papier-Kondensator | CPK 10000/250 | |
| C 8 | Papier-Kondensator | CPK 50000/250 | |
| C 9 | Kf-Kondensator | CKD 2/500/125 | |
| R 1 | Schichtwiderstand | WF 8 k/0,1 | |
| R 2 | Schichtwiderstand | WF 50 k/0,1 | |
| R 3 | Schichtwiderstand | WF 2 k/0,1 | |
| R 4 | Schichtwiderstand | WF 500/0,1 | |
| R 5 | Schichtwiderstand | WF 6 k/0,1 | |
| R 6 | Schichtwiderstand | WF 800/0,1 | |
| R 7 | Schichtwiderstand | WF 6 k/0,1 | |
| R 8 | Schichtwiderstand | WF 800/0,1 | |
| R 9 | Schichtwiderstand | WF 20 k/0,1 | |
| R10 | Schichtwiderstand | WF 5 k/0,1 | |
| R11 | Schichtwiderstand | WF 1,25 k/0,1 | |
| R12 | Schichtwiderstand | WF 200/0,1 | |

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Verwenden Sie sie
unbefugte Vervielfältigung, Mithaltung an andere ist
strafbar und Schadensersatzpflichtig.

Vervielfält.-Pause Nr.

ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN

| EKE | Datum | Name |
|-------------|--------|------|
| geschrieben | 5.7.63 | WH |
| bearbeitet | | H.W |
| geprüft | | |
| normgeprüft | | |

Arbeitspaß Nr.

| Änd.-
zust. | Änd.-Mittlg.
Nr. | Datum | Name |
|----------------|---------------------|-------|------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Liste Nr.

444834 - 10 Sa

Liste besteht

aus 2 Blatt

Blatt Nr.

1

Ersatz
für Listeersetzt
durch Liste

Schaltplan / Schaltteilliste zu

100-kHz-Verstärker (Gr.)