

Abb. 62. So ist eine drahtlose Fernsteuerung grundsätzlich aufgebaut

schwieriger als die Fernsteuerung über Kabel; allerdings ist der Aufwand größer, und die technische Verwirklichung ist komplizierter. Das soll uns aber als begeisterte angehende Techniker nicht stören.

Zuerst: Drahtlose Fernsteuersender

Wir wollen gleich einmal auf die Selbstbaufragen eingehen und zusehen, welche Schaltungen in Betracht kommen und wie man sie aufbauen kann. Zunächst zur Steuersseite. Das Wichtigste ist natürlich der Sender selbst; seine Tastung ist vorerst Nebensache, da im einfachsten Fall eine gewöhnliche Morsetaste genügt. Der Sender muß jedoch nicht nur hinreichende Leistung abgeben können, sondern er muß auch bestimmte, von der Postbehörde festgesetzte Bedingungen erfüllen. In erster Linie betrifft das die Höchstleistung des Senders und seine Frequenzkonstanz. Die Postbehörden genehmigen nämlich für den Betrieb von Fernsteuereanlagen nur drei genau festgelegte Frequenzwerte, die außerdem sehr gut eingehalten werden müssen. Die erste Frequenz hat einen Wert von 13 560 kHz und muß auf 0,05% konstant gehalten werden. Die zweite Frequenz hat einen Wert von 27 120 kHz bei einer Genauigkeit von 0,6%, die dritte 40,68 MHz und $\pm 0,5\%$. Außerdem ist bei der ersten Frequenz Quarzsteuerung vorgeschrieben. Die Sender-Ausgangsleistung darf 5 Watt nicht überschreiten, und die Feldstärke der Oberwellen und Nebenwellen der jeweils zugeteilten Frequenz darf nicht größer als 30 Mikrovolt pro Meter im Abstand von 30 m vom Sender sein. Ihr seht schon — das sind ziemlich viele und teilweise recht scharfe Bedingungen, und wenn man sie nicht erfüllt, wird

die Anlage von der Post nicht zugelassen. Deshalb rate ich euch dringend ab, auf eigene Faust einen Sender zu bauen. Ihr habt auf diesem Gebiet noch keine großen Erfahrungen, und das für die Schaltung verwendete Material wäre bei einem voraussichtlichen Mißerfolg umsonst vertan. Deshalb ist es besser, wenn ihr bewährte Schaltungen möglichst genau kopiert. Vorzügliche Unterlagen hierfür liefern z. B. die einschlägigen Baumappen der Firma Radio-Rim, nach denen ihr ohne größere Vorkenntnisse wirklich brauchbare und stabile Fernsteuersender bauen könnt, die allen Anforderungen der Bundespost entsprechen. Ich beschreibe daher eine solche Schaltung und empfehle, beim Nachbau die komplette Baumappe zu beziehen, die euch genaue Hinweise für den mechanischen Aufbau, die Einstellung, den Betrieb usw. gibt. Auch würde ich euch raten, von der für euren Wohnort zuständigen Oberpostdirektion, Abt. Funküberwachung, ein Antragsformular mit Merkblatt für die Amateur-Fernsteuereanlagen anzufordern. Das kostet nichts, und ihr könnt daraus alles für euch Wichtige entnehmen.

Der Selbstbau von Sendern nach guten Vorlagen ist nicht schwer!

Noch vor gar nicht langer Zeit arbeitete man mit Röhrensendern für Fernsteuerungszwecke. Sie waren an sich leistungsfähig, hatten aber den Nachteil, daß sie viel Strom verbrauchten und daher teure und schwere Batterien benötigten, die noch dazu im entscheidenden Augenblick nicht geladen waren. Da heute sehr gute Hochfrequenztransistoren genügender Ausgangsleistung zur Verfügung stehen, baut man nur noch Transistorsender, und zwar gewöhnlich zweistufige Anordnungen, wobei die erste Stufe der Steuersender, die zweite die Leistungsstufe ist. Die Sender werden mit verschiedenen Tonfrequenzen moduliert, die man in besonderen Generatoren erzeugt.

Wir beschreiben hier den von der Firma Radio-Rim herausgebrachten Fernsteuersender an Hand des Schaltbildes Abb. 63. Es handelt sich um einen volltransistorisierten, leistungsstarken Dreikanalsender. Er eignet sich besonders zur Steuerung von Modellbooten und Flugmodellen. Die Schaltung besteht aus einem zweistufigen Sender mit einem zweistufigen Modulator. Die Hochfrequenz wird durch die Collector-Basis-Rückkopplung über einen Quarz erzeugt. Die Ausgangsleistung der Vorstufe wird induktiv in den Eingang der Leistungsstufe gekoppelt, die mit dem Transistor AFY 10 arbeitet. Der vorgesehene C-Betrieb gewährleistet eine hohe Stabilität und

Wir bauen einfache Fernsteuerschaltungen

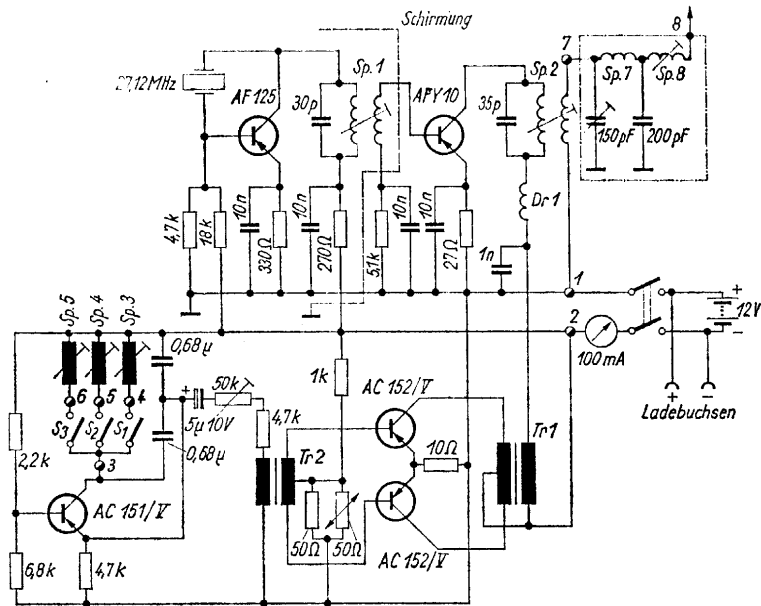


Abb. 63. Schaltbild eines Fernsteuersenders (Konstruktion Radio-Rim)

einen guten Wirkungsgrad. Die Ausgangsleistung wird induktiv der Antenne zugeführt.

Die Tonfrequenzen gewinnt man in einem LC-Generator, und zwar werden durch Einschalten verschiedener Spulen drei Steuertöne erzeugt. Diese Niederfrequenz wird direkt über einen Treibertransformator an die stabilisierte Gegentakt-Endstufe geleitet. Von dort gelangt sie über einen Modulationstransformator in den Collectorkreis der Endstufe. Man arbeitet mit einem Modulationsgrad von 80%. Wenn ihr diesen Sender nachbaut, werdet ihr sicher einen guten Erfolg haben.

Sender brauchen gute Stromquellen!

Wir wollen nun kurz die für jeden transportablen Sender wichtige Stromquellenfrage erörtern. An und für sich wären aus Gewichts-

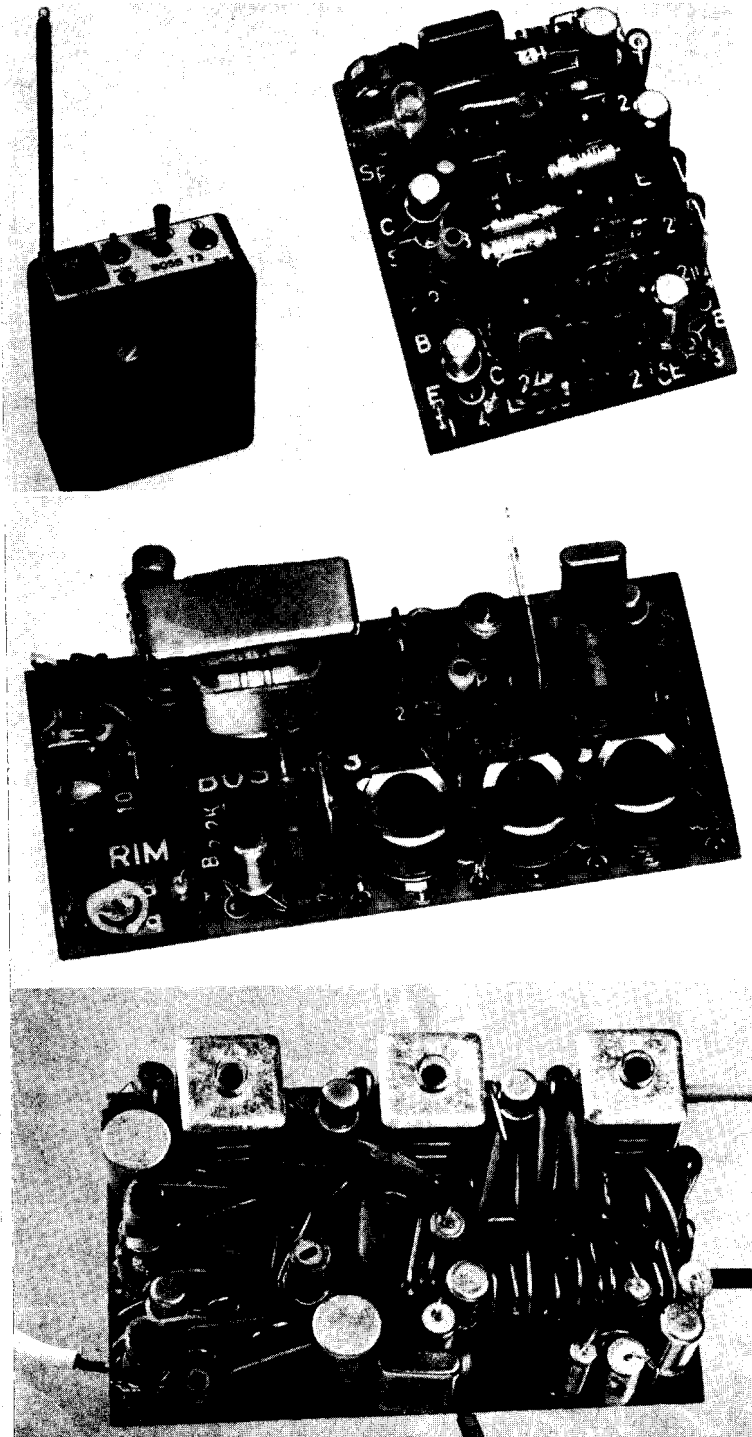
gründen möglichst kleine Batterien erwünscht. Da jedoch ein Sender nach Abb. 63 eine beträchtliche Speiseleistung benötigt, ist dieser Weg nur beschränkt gangbar. Deshalb ist zum Betrieb schon ein Kleinakkumulator von etwa 1 Amperestunden nötig. Gegenüber den früher benötigten Batterien für Röhrensender ist das allerdings sehr wenig. Für den hier beschriebenen Sender empfiehlt sich z. B. der Typ 3A×2-D, 6 Volt 1 Ah. Das ist ein kleiner, handlicher Akkumulator, den man schnell nachladen kann.

Wie Fernsteuersignale übertragen werden

Bevor wir nun zu den Fernsteuerempfängern übergehen, noch kurz einige allgemeine Bemerkungen zur Übertragung von Fernsteuer-signalen. Ihr habt gesehen, daß die einfachste Methode in der wechselweisen Aus- und Einschaltung des Senders selbst besteht. Diese Methode ist zwar einfach, hat aber den Nachteil einer geringen „Beweglichkeit“ hinsichtlich Übertragung der einzelnen Signale. Vorteilhafter ist daher die Anwendung von Modulationsfrequenzen, auf die ich schon bei der Besprechung des Fernsteuersenders eingegangen bin. In Abb. 64 ist nochmals angedeutet, was damit gemeint ist: man moduliert den Sender mit einer bestimmten Niederfrequenz, die dann ihrerseits zur empfangsseitigen Steuerung herangezogen wird. Dabei können verschieden große Niederfrequenzen NF 1, NF 2, NF 3 usw. verwendet werden. Der Empfänger liefert also hinter seinem Demodulator Töne verschiedener Höhe, die man mit geeigneten Mitteln ausgieben kann. Hierfür kommen z. B. Niederfrequenz-Schwingkreise in Betracht, die auf die betreffenden Töne abgestimmt sind. Sie liefern nur dann einen Höchstwert an Spannung, der nach Gleichrichtung zur Betätigung eines Relais ausreicht, wenn vom Sender der richtige Ton abgestrahlt wird. Ist dieser mit einem anderen Ton moduliert, so tritt im Empfänger ein anderes Relais in Tätigkeit, das zu einem anderen, auf den zweiten Ton abgestimmten Schwing-

Tafel X

Abb. 33: (oben links) Ansicht des Fernsteuersenders (Rim). — Abb. 34: Das Innere des Fernsteuersenders (Rim). — Abb. 35: Aufbau des Transistor-Pendelempfängers (Rim). — Abb. 36: Aufbau des Fernsteuer-Superhets (Rim)



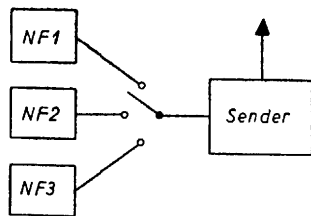


Abb. 64. So wird ein Fernsteuersender mit Niederfrequenzen „getastet“

kreis gehört. Grundsätzlich kann man beliebig viele Töne verwenden und erhält auf diese Weise zahlreiche Übertragungsmöglichkeiten, denn jedes Relais kann ja einen anderen Stromkreis steuern. Es gibt auch — wie ich bei der schon angedeuteten Proportionalsteuerung erwähnte — Möglichkeiten zur drahtlosen Übertragung eines stetig veränderlichen Vorganges, wie er z. B. bei der Regelung von Motordrehzahlen erforderlich ist. Wir können allerdings in diesem Buch nicht näher darauf eingehen; ich verweise euch auf mein in dritter Auflage erschienenes Werk „Das große Fernsteuerbuch“. Hier findet ihr nähere Angaben.

Wie sind Fernsteuer-Empfänger beschaffen?

Wir wollen uns nun ein wenig mit der Technik von Fernsteuerempfängern vertraut machen und auch auf den Selbstbau solcher Geräte eingehen. Vorher müssen wir aber grundsätzlich über die Schaltungen sprechen, da ohne deren Verständnis ein Selbstbau nicht möglich ist.

Am naheliegendsten wäre natürlich die Verwendung eines hochempfindlichen Superhet-Empfängers. Damit hat es aber im Anfangsstadium Schwierigkeiten, so daß wir nicht gleich mit dem Bau eines solchen an sich sehr modernen und leistungsfähigen Empfängers beginnen wollen. Vielmehr befassen wir uns zunächst mit dem sogenannten Pendel-Rückkopplungsempfänger, dessen Wirkungsweise ich sehr ausführlich in „Das große Fernsteuerbuch“ erklärt habe. Ihr werdet aber auch die nachfolgend besprochenen Schaltungen auf Grund kurzer Hinweise verstehen. Pendelrückkopplungsempfänger sind bei geringstem Aufwand außerordentlich empfindlich; auch mit Transistoren lassen sich beste Ergebnisse erreichen.

In Abb. 65 seht ihr eine ganz einfache Schaltung, in der die Pendelschwingung durch Kippschwingungen erzeugt wird. Der Kondensator C_1 bestimmt in Verbindung mit R die Frequenz der Pendelschwingung, die dafür sorgt, daß der eigentliche Empfangskreis L_1C in

regelmäßigen Abständen schwingt und Schwingpausen einlegt. Der Empfänger arbeitet also so, als sei die Rückkopplung ständig außerordentlich fest, gerade genau bis zum Einsatz fortlaufender Schwingungen, gewählt. Daraus erklärt sich die große Empfindlichkeit. Der Eingangskreis wird auf die Frequenz des Senders abgestimmt, in der Anoden-Speiseleitung liegt außer einer Hochfrequenzdrossel D , die zusammen mit C_2 eine HF-Sperre bildet, die Wicklung eines Relais. Der richtige Arbeitspunkt wird mit P eingestellt. Trifft ein Senderimpuls ein, so geht der Anodenstrom stark zurück. Dann öffnen oder schließen sich die Relaiskontakte je nach Konstruktion des Relais und schalten die fernzusteuende Anlage ein oder aus.

Abb. 66 zeigt ebenfalls eine Pendelrückkopplungs-Schaltung, jedoch mit Hochfrequenz-Transistor. Auch hier ist die Rückkopplung über C so fest, daß Pendelschwingungen auftreten. Bei dieser Schaltung braucht man einen tonmodulierten Sender, die Tonfrequenz wird über C_4 ausgekoppelt. LC_3 bestimmt die Hochfrequenz, RC_2 die Pendelfrequenz, über C_5 wird die Antenne angeschlossen. C_1 und C_2 sind hochfrequente Kurzschlüsse, über R wird die Basisspannung zugeführt, R_1 ist der Collector-Außenwiderstand.

Eine besonders interessante und empfindliche Schaltung, die aber etwas teurer ist, zeigt euch Abb. 67. Ihr wißt, daß jede Röhre „rauscht“, was besonders von der eines Pendelrückkopplungsaudions gilt. Dieses Rauschen, das nur dann auftritt, wenn der Sender nicht arbeitet, stellt eine Wechsellspannung dar, läßt sich also in einem Niederfrequenzverstärker verstärken. Auf diesem Gedanken beruht Abb. 67. V bildet die Röhre des Pendelempfängers mit dem Schwingkreis LC_1 . Der Trimmer C dient zur Antennenanpassung, für die Pendelfrequenz ist C_2R maßgebend. Im Anodenkreis entsteht nun die Rauschspannung an R_7 , die über einige Sperrglieder C_3, R_1, C_4, L_2, R_2 zu R_8 und von dort auf das Gitter von V_1 gelangt. Diese Röhre verstärkt die Spannung, sie wird von R_4 abgenommen und über C_6 auf das Gitter von V_2 geleitet. In deren Anodenkreis wird also die

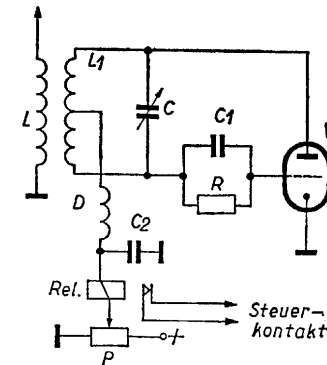


Abb. 65. Pendelrückkopplungsempfänger, Pendelschwingungserzeugung durch RC-Glied

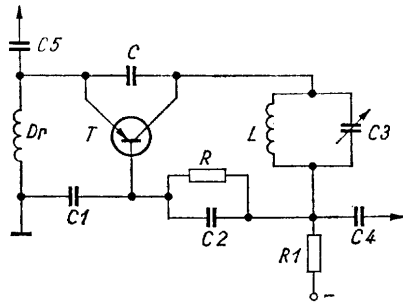


Abb. 66. Transistor-Pendler

Rauschspannung ebenfalls wirksam, und sie gelangt über C_7 auf den kleinen Gleichrichter D . Dort entsteht unter dem Einfluß der Rauschspannung eine Gleichspannung an R_6 , die negativ ist und über R_5 auf das Steuergitter von V_2 gelangt. Bei hinreichender Verstärkung der Rauschspannung ist diese Gleichspannung so groß, daß sie V_2 vollkommen sperrt. Infolgedessen kann das im Anodenkreis von V_2 liegende

Relais nicht anziehen. Trifft nun aber ein Senderimpuls auf den Pendelempfänger, so verschwindet das Rauschen. Infolgedessen fällt auch die Gleichspannung an R_6 fort, die Röhre V_2 wird geöffnet und liefert einen kräftigen Anodenstrom, der das Relais betätigt.

Die modernen Transistor-Industrieempfänger (Superhets) arbeiten alle mit sehr selektiver Tonmodulation auf mehreren Kanälen inner-

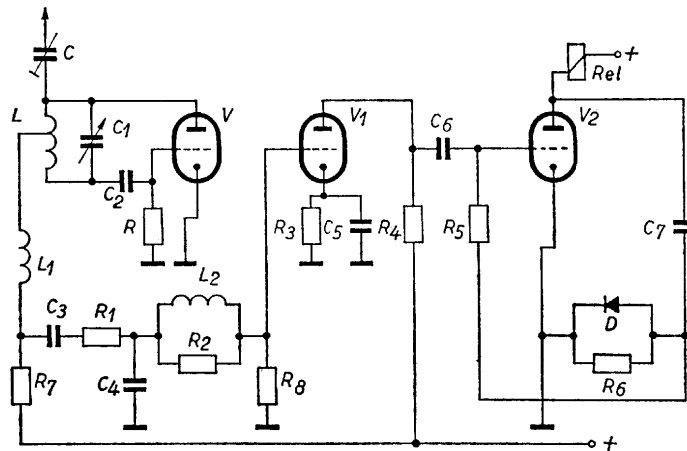


Abb. 67. Das ist ein Pendelrückkopplungsempfänger mit „Rauschverstärkung“

halb des behördlich zugelassenen Frequenzbandes. Für den Selbstbau kommen diese Geräte in Frage, wenn man sich an genaue Unterlagen und vorgefertigte Teile hält. Solch ein Gerät werde ich später beschreiben.

Und nun: Selbstbau von Fernsteuer-Empfängern!

Nun — ihr wollt möglichst schnell zum Selbstbau eines Fernsteuerempfängers kommen. Deshalb zeige ich euch zunächst in Abb. 68 und 69 zwei Selbstbausaltungen, die von der Firma Trawid entwickelt wurden und die sich leicht nachbauen lassen. Abbildungen davon bringe ich in meinem Buch „Praktische Elektronik für jeden Beruf“. Eine ganz moderne, mit Transistoren arbeitende Fernsteuerempfängerschaltung wollen wir dann zum Abschluß dieses Kapitels ausführlich beschreiben.

Zunächst zu Abb. 68. Ihr erkennt einen Pendelrückkopplungsempfänger mit besonderem Schwingkreis, den man auch Quenchkreis nennt. Die Kondensatoren C_1 und C_2 bilden zusammen mit L den Eingangskreis, über C_3 wird die Antenne gekoppelt. Den Quenchkreis QK 2 könnt ihr fertig beziehen. Über R_1 erhält die Röhre eine positive Gitterspannung, wodurch das Anschwingen erleichtert wird. Die Anode wird über Dr und das Relais E 2 RL, ferner ein Meßinstrument gespeist. Der Kondensator C_6 dient zur Unterdrückung von Störschwingungen, C_5 arbeitet als Gitterkondensator. Die Schwingkreis-spule L könnt ihr euch leicht selbst herstellen. Sie besitzt 13 Win-

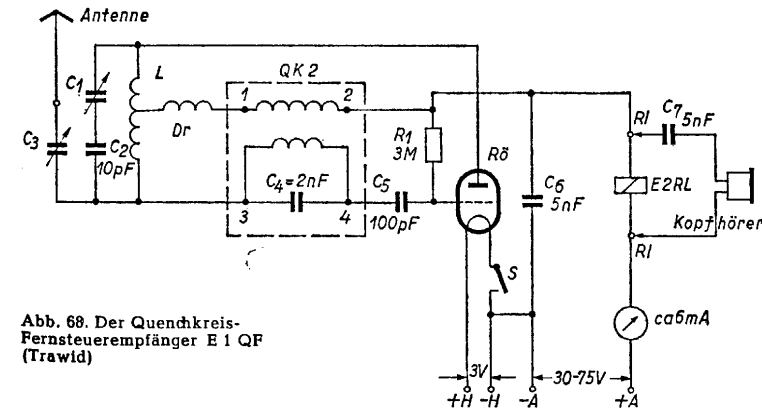


Abb. 68. Der Quenchkreis-Fernsteuerempfänger E 1 QF (Trawid)

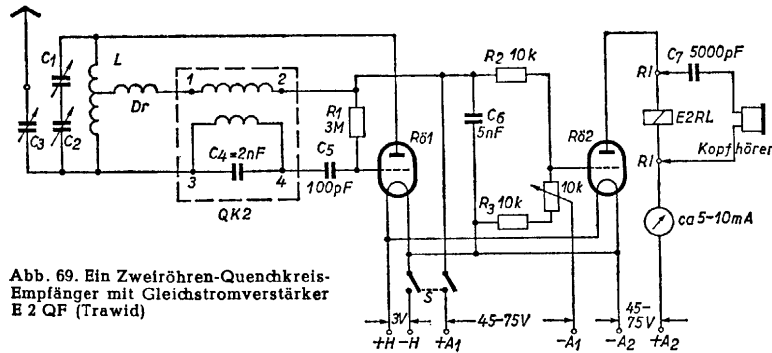


Abb. 69. Ein Zweiröhren-Quenchkreis-Empfänger mit Gleichstromverstärker E 2 QF (Trawid)

dungen bei einem Durchmesser von 17 mm, hat eine Länge von 26 mm und wird aus versilbertem Kupferdraht von 1,5 mm Durchmesser gewickelt. Für C_1 und C_3 verwendet ihr Lufttrimmer von 30 pF Endkapazität. Das Spezialrelais ist empfindlich genug, um von einer Röhre betätigt werden zu können.

Eine noch leistungsfähigere, ebenfalls von der Firma Trawid entwickelte Schaltung zeigt euch Abb. 69. Die erste Röhre arbeitet als Pendelempfänger mit Quenchkreis, der Eingangskreis besteht aus L , C_1 und C_2 . Mit C_3 wird die Antenne angekoppelt. Die am Arbeitswiderstand auftretende Gleichspannung wird jetzt in der zweiten Röhre verstärkt, die das Relais betätigt. Wegen der Gleichspannungskopplung benötigt ihr zwei Anodenspannungsquellen. Sobald ein Sendesignal auftritt, sinkt, wie ihr das schon kennt, der Anodenstrom der ersten Röhre stark ab. Das bedeutet aber eine Erhöhung der Gittervorspannung der folgenden Röhre, wodurch sich der Anodenstrom beträchtlich vergrößert. Infolgedessen wird das Relais E 2 RL betätigt, das eine sehr hohe Ansprechempfindlichkeit hat. Der genaue Arbeitspunkt der Röhre kann mit dem Potentiometer von 10 k Ω eingestellt werden. Auch dieser Empfänger ist leicht nachzubauen, die Teile können als Bausatz von der Firma Radio-Rim bezogen werden.

Zuerst: Selbstbau von Transistor-Pendelempfängern!

Die Anwendung von Transistoren in Fernsteuerempfängern liegt sehr nahe; ihr wißt, daß Transistoren äußerst wenig Raum einnehmen und daß sie hinsichtlich der Stromversorgung sehr anspruchslos sind.

Gerade diese Eigenschaften sind aber bei Fernsteuerversuchen äußerst wertvoll. Deshalb verwendet man heute nur noch Transistorempfänger, von denen wir zwei moderne Ausführungen an Hand von Konstruktionen der Firma Radio-Rim besprechen wollen. Abb. 70 zeigt einen Einkanal-Pendelempfänger, während Abb. 71 einen Dreikanalempfänger darstellt. Wir können, von diesem Unterschied abgesehen, beide Schaltungen gemeinsam behandeln.

Das Hochfrequenzsignal gelangt über die Antenne in den breitbandigen Vorverstärker. Diese Vorstufe wurde eingebaut, um eine optimale Unterdrückung der Störstrahlung und eine minimale Handempfindlichkeit der Antenne zu erhalten. Über C_3 und C_7 wird die verstärkte Hochfrequenzspannung in den Pendler eingekoppelt, dessen Pendelfrequenz etwa 100 kHz beträgt. Die Pendelstufe richtet die Hochfrequenz gleich, die entstehende Niederfrequenz gelangt über ein Siebglied für die Pendelfrequenz in den Niederfrequenzverstärker. Hier erfolgt eine kräftige Verstärkung und anschließend eine Begrenzung auf einen bestimmten Maximalwert. Dadurch ist eine Übersteuerung der Schaltstufe praktisch unmöglich.

Die Schaltstufe arbeitet nach dem Prinzip der Stromsteuerung. Am Transistor liegt eine kleine negative Vorspannung, so daß die Tonfrequenz verstärkt werden kann. Das verstärkte Signal wird gleichgerichtet und auf die Basis des Transistors zurückgeführt. Dadurch wird der Transistor voll geöffnet. Der Kollektorstrom reicht jetzt aus, um ein Relais zu betätigen. Beachtlich ist die hohe Ansprechempfindlichkeit von nur etwa 10 mV.

Die Ansprechfrequenz des Kanals wird durch eine frequenzabhängige Gegenkopplung über ein Doppel-T-Glied bestimmt. Dadurch werden beispielsweise alle Frequenzen bis auf 800 Hz stark gegengekoppelt. Infolgedessen spricht die Schaltstufe nur auf eine Tonfrequenz von 800 Hz an.

Das Glanzstück: Der Selbstbau-Fernsteuerungssuper!

Bis vor kurzer Zeit wurden nur Pendelempfänger für Fernsteuerzwecke gebaut. Die modernen Transistoren und Miniaturbauteile ermöglichen jetzt auch die Herstellung kompletter kleiner Überlagerungsempfänger und die Industrie, z. B. Grundig und Metz, baut solche Geräte jetzt auch serienmäßig. Ohne ganz genaue Unterlagen sollte man aber nicht an die Anfertigung solcher Empfänger gehen, denn Mißerfolge sind sonst unvermeidlich. Deshalb beschreibe ich

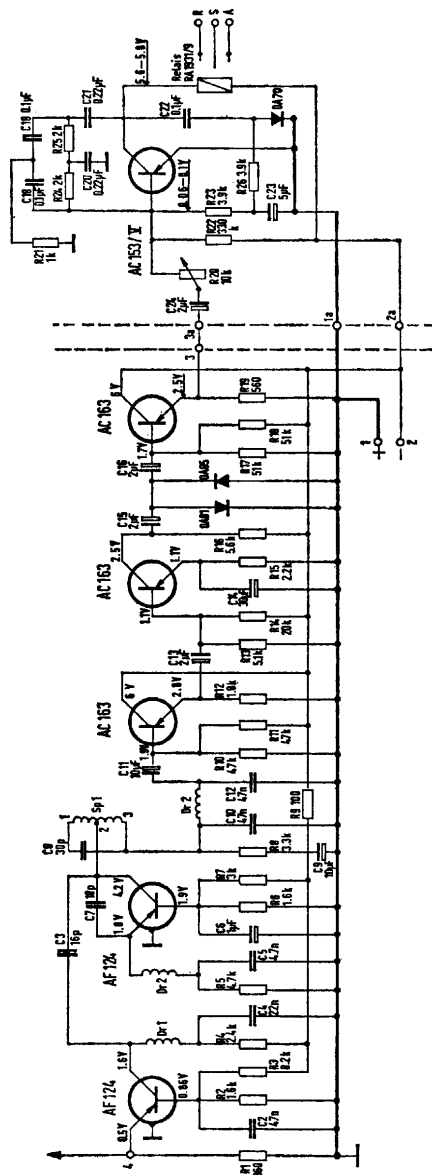
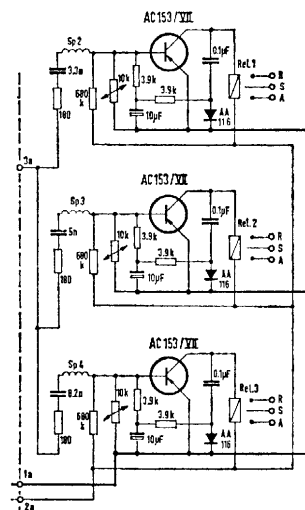


Abb. 70. Schaltung des Pendel-Fernsteuerempfängers (Radio-Rim)

Abb. 71. Drei Schaltstufen für den Empfänger nach Abb. 70 (Radio-Rim)



nachstehend einen Selbstbau-Fernsteuerungssuper (Schaltung Abb. 72), für den ihr wieder eine Baumappte und sämtliche zueinander passenden Teile beziehen könnt. Das Gerät bietet vor allem dem erfahrenen Fernsteueramateur die Möglichkeit, einen nach den modernsten Gesichtspunkten konstruierten, äußerst leistungsfähigen und betriebs-sicheren Fernsteuerempfänger aus eigener Kraft herzustellen. Das Gerät verfügt über eine hohe Empfindlichkeit. Verwendet ihr z. B. den früher beschriebenen Sender, so ergibt sich eine Reichweite von 2,5 km bei Sichtweite im Gelände. Zu erwähnen sind außerdem die hohe Frequenzstabilität des Quarzoszillators, die große Trennschärfe, die guten Begrenzungs- und Regeleigenschaften auch in Sendernähe sowie die kleinen Abmessungen. Ihr könnt mit diesem Gerät alle Kanäle ausnützen, die das behördlich zugelassene 27,12-MHz-Band bietet. Diese Arbeitsweise ist heute bei komplizierten Anlagen allgemein üblich.

Der Empfänger ist ein Superhetempfänger mit sechs Kreisen und verfügt über eine Hochfrequenz-Vorstufe, eine Misch- und Oszillatorstufe, zwei Zwischenfrequenzstufen, einen Demodulator sowie über eine Niederfrequenz- und Impedanzwandlerstufe. Das von der Antenne aufgenommene Hochfrequenzsignal gelangt in den fest abgestimmten Vorkreis. Die Hochfrequenzspannung wird in dieser Stufe verstärkt, das verstärkte Signal gelangt zur Mischstufe. Der Mischstufe wird die durch einen Quarzoszillator erzeugte Hilfsfrequenz zugeführt. Dieser Quarzoszillator sichert die sehr hohe Frequenzstabilität.

Aus der Mischung der Empfangsfrequenz mit der Oszillatorfrequenz entsteht die Zwischenfrequenz, die bei einer Sendefrequenz von 27,12 MHz und einer Oszillatorfrequenz von 26,66 MHz einen Wert von 460 kHz hat. Bei der Wahl eines anderen Kanals muß die Oszillatorfrequenz stets um den Betrag der Zwischenfrequenz von 460 kHz kleiner sein als die vom Fernsteuersender ausgestrahlte Sendefrequenz. Das kann man erreichen, wenn man in den Oszillator einen anderen Quarz einsetzt.

Die Zwischenfrequenz wird durch die fest abgestimmten ZF-Verstärkerstufen entsprechend verstärkt. Anschließend wird die vom Zwischenfrequenzverstärker gelieferte Ausgangsspannung einer Diode zugeführt und von dieser gleichgerichtet. Man erhält dann die Tonmodulation, die nun in einer Niederfrequenzstufe weiterverstärkt und dann einer Impedanzwandlerstufe zugeführt wird. Deren Ausgang ist so niederohmig, daß das Tonfrequenzsignal auch bei der Anschaltung von Tonkreis-Schaltstufen nicht zusammenbricht. Die Ausgangsimpe-

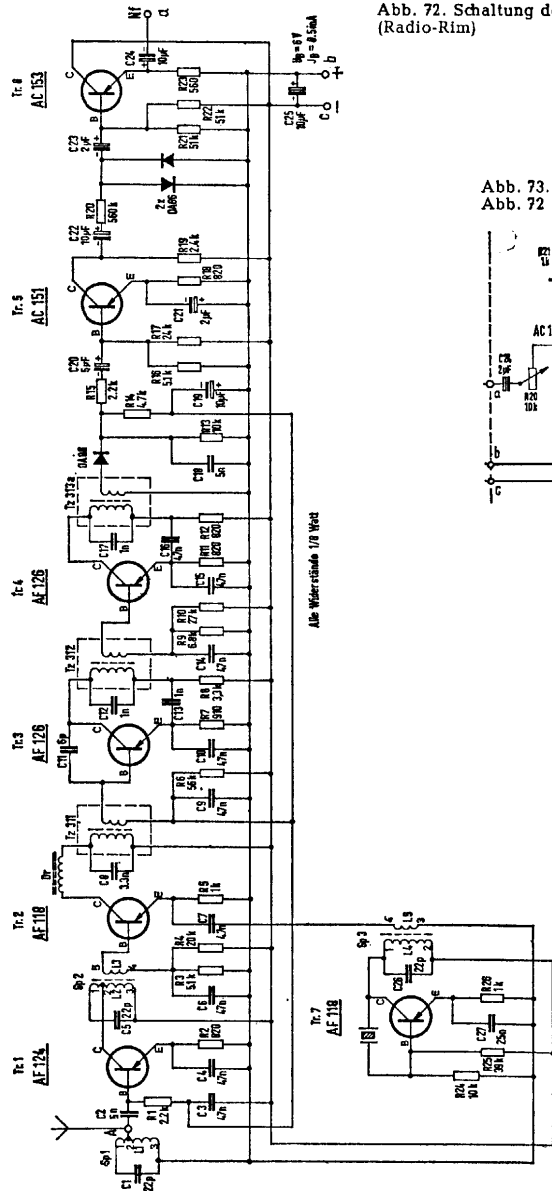
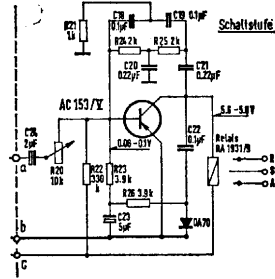


Abb. 72. Schaltung des Fernsteuer-Superhets (Radio-Rim)

Abb. 73. Eine Schaltstufe zu Abb. 72 (Radio-Rim)



danz beträgt nur etwa 80 Ohm.

Die auf die jeweilige Tonfrequenz abgestimmten Schaltstufen, deren Wirkungsweise wir schon kennen, bringen das Relais bei Auftreten des entsprechenden Tonsignals zum Ansprechen. Besonders bemerkenswert ist die zweifach wirksame automatische Regelung, und zwar einerseits hinsichtlich der Zwischenfrequenzspannung, andererseits bei dem Tonsignal. Bei hoher Antenneneingangsspannung des Empfängers, z. B. in Sendernähe, wird die Verstärkung der Hochfrequenzstufe automatisch auf einen bestimmten Wert heruntergeregelt, so daß die Amplitude nahezu unabhängig von der Entfernung zwischen Empfänger und Sender bleibt. Ferner wird die Tonfrequenzamplitude durch die beiden antiparallel geschalteten Dioden begrenzt.

Die Abbildungen 73 und 74 zeigen die einzelnen Schaltstufen des Empfängers, wobei die Anschlüsse a, b und c jeweils miteinander korrespondieren. Man kann nahezu beliebig viele Schaltstufen vorsehen. Die Tafelbilder Abb. 33 bis 36 zeigen auch das Aussehen des Fernsteuerers (Abb. 33 und 34), des Pendelempfängers (Abb. 35) und des Superhets (Abb. 36).

Fernsteuerbatterien müssen geladen werden!

Zur Ladung der Kleinstakkumulatoren könnt ihr zwei Schaltungen nach Abb. 75 benutzen. Die obere Schaltung ist besonders einfach; ein Heiztransformator setzt die Netzspannung auf 6,3 V herab; sie wird mit einer Germaniumdiode gleichgerichtet und über R der Batterie zugeführt. Der Widerstand hat je nach Zellenzahl 25 ... 250 Ω. Komfortabler ist die zweite Schaltung in Abb. 75. Sie arbeitet mit einem stärkeren Gleichrichter, einem Ladekondensator, einem Regelwiderstand und einem Strommesser, mit dessen Hilfe der Ladestrom eingestellt werden kann. Die hier verwendete

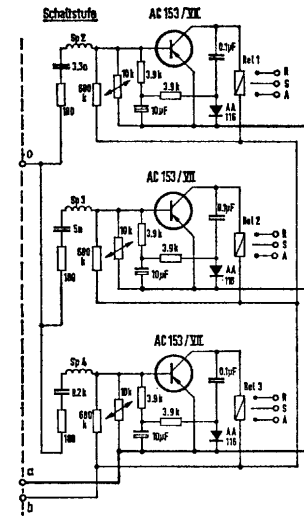


Abb. 74. Drei gekoppelte Schaltstufen zu Abb. 72 (Radio-Rim)

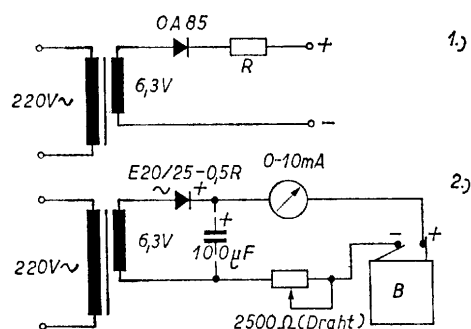


Abb. 75. Ladevorrichtung für die Batterie des „Miniking“ (Konstruktion Radio-Rim)

Batterie benötigt einen Strom von etwa 8 mA. Ihr müßt die Behandlungsvorschriften der Lieferfirmen dieser Kleinstakkumulatoren, die an sich sehr leistungsfähig sind, genauestens beachten, um eine lange Lebensdauer zu erhalten.

Der Übergang zum gesteuerten Modell

Wir haben nun eine komplette Fernsteueranlage, angefangen vom Sender bis zum Empfänger, kennengelernt. Die Relaiskontakte betätigen die Rudermaschinen oder die sonstigen, zur Inbetriebnahme des Modells erforderlichen Einrichtungen. Hier stellt die Industrie preiswerte und leistungsfähige Ausführungen zur Verfügung, z. B. die Schaltsterne, die Stufenschalter zur Betätigung von Rudern, Steuern usw. Das jedoch ist eine eigene Technik, die mit der drahtlosen Fernsteuerung an sich nichts mehr zu tun hat. Es gibt hierüber gute Bücher und Zeitschriftenaufsätze, die ihr sicher schon kennt, wenn ihr euch mit dem Bau von Flug-, Schiff- oder Landfahrzeugen befaßt habt. Indessen wird durch Anwendung der drahtlosen Fernsteuerung der Reiz, der mit der Beschäftigung mit diesen Fragen verbunden ist, ganz wesentlich erhöht. Ich hoffe, daß dieses Kapitel dazu beigetragen hat, euch zum Besitz einer leistungsfähigen Fernsteueranlage zu verhelfen. Allerdings gilt besonders auf diesem Gebiet etwas, was ich euch immer wieder dringend ans Herz legen möchte: Arbeitet langsam, sorgfältig und mit Überlegung. Ein überhastetes Fertigstellen besonders von Fernsteuersendern oder von den zugehörigen, recht empfindlichen Empfängern führt stets zu unzuverlässigem Arbeiten, und das ist gerade im Modellbau sehr bedauerlich: beispielsweise

kann ein in vielen Arbeitsstunden mit großer Liebe und Sorgfalt hergestelltes Flugmodell unrettbar zerstört werden, wenn die Fernsteueranlage versagt und somit eine richtige Landung des Flugzeugs nicht mehr bewirken kann. Der Schaden ist in solchen Fällen wesentlich größer als die scheinbare Zeitersparnis beim überschnellen Bau der zugehörigen drahtlosen Einrichtungen. Gerade von diesen Teilen hängt der Enderfolg, aber auch die Sicherheit weitgehend ab. Nehmt euch also Mühe und Zeit, um später Zeit und Ärger zu sparen!

Abschließend möchte ich nochmals auf mein schon in der 3. Auflage erschienenes Werk „Das große Fernsteuerbuch“ (Franckh-Verlag) verweisen. Es enthält sehr ausführliche Beschreibungen aller nur denkbaren Geräte, insbesondere moderner Transistor-Sender und Transistor-Empfänger, aber auch Bauvorschläge für ferngesteuerte Modelle usw.

Und nochmals – Vorsicht beim Löten in Transistor-Schaltungen!

Schon an verschiedenen Stellen des Buches wies ich auf die Wichtigkeit einwandfreier Lötungen hin. Das gilt besonders für Transistor-Schaltungen, insbesondere in Miniatur-Ausführung. Hier kommt man mit Normal-Lötkolben auch der kleinsten Größe nicht mehr aus. Deshalb dürfen wir das Erscheinen von Spezial-Kleinstkolben insbesondere für Arbeiten an Miniaturgeräten sehr begrüßen. Aus eigener Erfahrung kenne ich z. B. den Kolben „Minityp“ der Firma Ersa, der mit 6 V arbeitet und daher auch aus Batterien betrieben werden kann. Es gibt dafür auswechselbare Einsätze für 10, 20 und 30 Watt, ferner einen regelbaren Spezialtransformator zur abstufbaren Erhitzung. Kolben dieser Art solltet ihr unbedingt besitzen; sie ermöglichen eigentlich erst eine einwandfreie Arbeit an Miniaturgeräten.