

RADIOTECHNIKA

ZA DRUHÉ SVĚTOVÉ VÁLKY

Od Pacifiku po Ural,
od Finska po severní
Afriku



MIROSLAV HORNÍK
OM3CU

RADIOTECHNIKA ZA DRUHÉ SVĚTOVÉ VÁLKY

RADIOTECHNIKA

ZA DRUHÉ SVĚTOVÉ VÁLKY

Od Pacifiku po Ural,
od Finska po severní Afriku

Miroslav Horník, OM3CU

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

Knihu věnuji svému, již nežijícímu otci Janu Horníkovi, OM3CKT, který mě k radioelektronice přivedl, své manželce Zlatici a svým dětem Markovi a Janě za podporu a trpělivost při mém koníčku.

Miroslav Horník, OM3CU

Radiotechnika za druhé světové války

Od Pacifiku po Ural, od Finska po severní Afriku

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

obchod@grada.cz, www.grada.cz

tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400

jako svou 6110. publikaci

Odpovědná redaktorka Danuše Martinová

Grafická úprava a sazba Q point

Počet stran 288 a 16 stran barevné přílohy

První vydání, Praha 2016

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2016

Cover Design © Grada, 2016

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

ISBN 978-80-271-9026-3 (pdf)

ISBN 978-80-247-5473-4 (print)

OBSAH

ÚVOD	9
------------	---

TERMINOLOGIE	11
--------------------	----

SITUACE V RÁDIOVÉM SPOJENÍ PŘED ZAČÁTKEM DRUHÉ SVĚTOVÉ VÁLKY A PO JEJÍM VYPUKNUTÍ.....	14
---	----

TECHNOLOGICKÁ VÝCHODISKA	14
-----------------------------------	----

ZÁKLADNÍ DRUHY PŘENOSU ZPRÁV (A1, A2, A3, F3, RTTY)...	21
---	----

SYSTÉMY ORGANIZACE RÁDIOVÉHO SPOJENÍ.....	22
--	----

RÁDIOVÉ ZAŘÍZENÍ PODLE ZEMÍ PŮVODU	25
---	----

AUSTRÁLIE	25
-----------------	----

AR7	25
AR8	26
AR14	27
AR17	28
AT5	29
AT10	30
C6770.....	31
Reception Set No. 4.....	32
WS No. 11.....	33
WS-108	34
WS-208	35
ZC Mk.II (Nový Zéland)	36

ČSR.....	37
----------	----

Vzor 23/28	37
Vzor 29	38
Vzor 31	39
Vzor 35	40
Vzor 36	41
RP16	42
RP20	43
RV14	44

FINSKO.....	45
KYNNEL M4	45
KYNNEL M5	46

KYNNEL M7	47
KYNNEL M10	48
KYNNEL M12	49
LAK-01/001	50
P-12-6 (RL20) VREH „Bertta“.....	51
P-12-8 VRFH	52
P-12-10 VRFN	53
P-12-12 „Kukkopilli“.....	54
P-12-14 IEV-1-1.....	55
P-12-14 (Torn. Fu.d2)	56
P-12-15 VRGK.....	57
P-12-18 VRFU (A).....	58
VMXEN	59
VRFK „Raili“	60
VRK.....	61
VRLHB	62
Töppö.....	63

FRANCIE	64
JUPITER 504	64
R1/537.....	65
Saram 0-12	66
Saram 3-10	67
Sadira R-87	68
SONOREA ER-40	69

ITÁLIE	70
AC14	70
AR8	71
AR18	72
B30.....	73
MF20-40	74
OC7RA	75
R2.....	76
RA.350.....	77
RF1.....	78
RF1CA (TR7).....	79
RF3C	80
RR1	81
RR2	82
Safar 850	83

KANADA	84
CSR-5.....	84
R103 (Canadian)	85
WS No. 18.....	86
WS No. 19.....	87
WS 43	88
WS 52	89
WS 58	90

NĚMECKO.....	91
5WS.....	91

10W.S.c	92	KwEa	145
15W.S.E.b	93	Ln21021 Schwabenland	146
20W.S.d	94	Lo1UK35	147
30W.S.	95	Lo6K39a	148
30W.S.a	96	Lo6L39	149
80W.S.a	97	Lo40K39	150
100W.S.	98	Lo70KL40 Marine-Gustav	151
AS59	99	L.w.E.a	152
AS60	100	MINERVA 499 SH	153
CR101	101	MW.E.c	154
DR25b	102	S4	155
E4 (E4a)	103	S5A	156
E5	104	S6	157
E6	105	S7	158
E10K	106	S10K	159
E10aK	107	S10K2	160
E10K2	108	S10K3	161
E10K3	109	S10L	162
E10L	110	SEG2T (Elster)	163
E52 Köln	111	T9K39 (Main)	164
E53 Ulm	112	Torn E.b.	165
E351 Korfu	113	Torn Fu.b1	166
E455Bs	114	Torn Fu.g.	167
EO281 (UKE1)	115	Ukw.E.d1	168
EP2	116	Ukw.E.e	169
ER1	117	WR-1/T (P)	170
ER2	118	WR.kl.battr	171
ER3	119	Dálnopis HELL	172
Escorial	120		
EZ6	121	SSSR	173
Feldfu. A1 a1-h	122	4-RA (RBS) 4-PA (PBC)	173
FREMES a	123	5-AK-1 5-AK-1	174
Fug 2	124	5-RKU 5-PKY	175
Fug 5	125	6-PK 6-ПК	176
Fug 8	126	9-RM 9-PM	177
Fug 11	127	9-RS 9-PC	178
Fug 20	128	10-RT-12 10-PT-12	179
FuG III	129	11-AK 11-AK	180
FuG VII	130	12-RP 12-ПП	181
FuG 8	131	13-R 13-P	182
FuG 10	132	45-PK-1 45-ПК-1	183
FuG 16	133	71-TK-1	184
Fu.HEa (b, c, d, e)	134	71-TK-3 71-TK-3	185
Fu.H.E.f.	135	A-7 A-7	186
Fu.H.E.v	136	A-7a A-7a	187
Fu.H.E.u.1	137	A-7B A-7Б	188
FuMB4 (Samos)	138	Belka Белка	189
Fusprech f.	139	Belka M-2 Белка М-2	190
H2L/7	140	Racek (Čajka) ЧАЙКА	191
Ha5K39a (b, c)	141	KUB-4M КУБ-4М	192
Ha15K42	142	KS-2M KC-2M	193
Kl.Fu.Spr.d (Dorette)	143	KV-1 (Šar) KB-1 (ШАР)	194
KST (Körting)	144	Prima Прима	195

RAF-KV РАФ-КВ.....	196	SCR-183	246
RB (3-R) РБ (3-Р).....	197	SCR-506	247
RBM РБМ.....	198	SCR-508	248
RL-6 РЛ-6	199	TBX-6	249
RP-L РП-Л.....	200	TBY-8.....	250
RPO (Partyzánka)	201	WS-48	251
РПО (Партизанка)	201		
RSB-F РСБ-Ф.....	202	VELKÁ BRITÁNIE	252
RSI-3 РСИ-3.....	203	CR100	252
RSI-4T РСИ-4Т.....	204	R101.....	253
RSI-6 РСИ-6.....	205	R103.....	254
RSVS-1 РСВС-1	206	R106.....	255
Sever Север.....	207	R107.....	256
Sever Bis Север-бис.....	208	R109.....	257
US УС.....	209	R1082.....	258
US-4 УС-4.....	210	R1116.....	259
US-4S УС-4С.....	211	R1155.....	260
US-P (PR-4P) УС-П (ПР-4П).....	212	S-phone (WS13 Mk VI).....	261
UZ-8 УЗ-8.....	213	T1083.....	262
		T1154.....	263
USA	214	T3180.....	264
AN/APR-1	214	WS 8.....	265
AN/PRC-1	215	WS 9.....	266
AR-77.....	216	WS 12	267
AR-88.....	217	WS 14	268
ARC-2	218	WS 18	269
ARC-5 (přijímač).....	219	WS 19 Mk.3	270
ARC-5 (vysílač)	220	WS 19 Special.....	271
ART-13	221	WS 21	272
BC-223	222	WS 22	273
BC-224	223	WS 29	274
BC-307	224	WS 33	275
BC-314	225	WS 38	276
BC-342	226	WS 38 AFV.....	277
BC-348	227	WS 38 Mk.3	278
BC-375	228		
BC-470	229	SLOVNÍČEK	279
BC-611	230	O KNIZE.....	281
BC-652A.....	231	O KNIHE	281
BC-653A.....	232	ABOUT THE BOOK	282
BC-654	233	ÜBER DAS BUCH.....	282
BC-779	234	PODĚKOVÁNÍ	283
BC-787	235	LITERATURA	283
BC-1000	236	INTERNETOVÉ ZDROJE.....	284
BC-1004	237	AUTOR O SOBĚ	285
BC-1206-СМ	238		
BC-1306	239		
DZ-2	240		
HRO.....	241		
PRC-5	242		
R2/ARR-3	243		
RA-1b	244		
RBM.....	245		

ÚVOD

Publikace Radiotechnika za druhé světové války představuje stručný přehled zařízení používaných na evropském bojišti a v blízkém okolí. Má posloužit zájemcům o druhou světovou válku k tomu, aby se seznámili s tehdejší bezdrátovou spojovací technikou. Nekladl jsem si za cíl vytvořit absolutně dokonalé dílo, které by obsáhlo všechny používané přístroje. Je zaměřena hlavně na zařízení, která se během druhého celosvětového válečného konfliktu běžně vyskytovala, na jejich vlastnosti a užití v jednotlivých armádách. V publikaci jsou zmíněna i některá méně častá zařízení, která si nicméně z nějakého důvodu zasluhují pozornost. Impulsem pro napsání této knihy byla skutečnost, že poměrně hodně sběratelů vojenské techniky a členů klubů vojenské historie nějaký takový přístroj vlastní, ale neví o něm nic nebo jen velmi málo, případně mají zavádějící informace. Budeme se samozřejmě zabývat zejména zařízeními běžně se vyskytujícími na našem území, přitom si ale ukážeme i některé speciality.

Radiotechnická zařízení jsou seřazena podle zemí jejich původu a uvedeny jsou u nich veškeré dostupné základní údaje. V případě, že některé parametry neznám, dovolil jsem si na příslušné straně ponechat volné místo pro eventuální doplnění uživatelem knížky. Pokud není údaj ověřen nebo ho nepovažuji za zcela spolehlivý, jsou za ním dva otazníky. Předem se omlouvám za případné chyby, ale údaje o některých zařízeních se liší podle zdroje. V publikaci jsou zveřejněny ty, které se mně jevily jako nejrealnější. Forma popisu jednotlivých zařízení byla zvolena podle přehledů spojovací techniky používaných nepřitelem, které vydávali Němci, Američané i Sověti prakticky v identické formě.

Autor

Terminologie

Rádío je obecný pojem pro bezdrátovou komunikaci a blíže nespecifikovaná zařízení, která se při ní využívají. V přeneseném smyslu je tento pojem rovněž používán pro veškeré bezdrátové vysílání, často pak k označení vysílání rozhlasového.

Pro potřeby této knihy budeme používat tato označení:

Přijímač pro sestavu sloužící pouze pro příjem zpráv.

Vysílač pro sestavu sloužící k odesílání zpráv, rušení nepřítele a celkově vyzařování elektromagnetické energie.

Transceiver pro zařízení, ve kterém je přijímač i vysílač sloučen v jeden celek a obvykle má některé obvody společné.

Radiostanice je sestava přijímače a vysílače složená ze samostatných prvků, ale používaná jako jeden celek.

Jako sestavu budeme uvažovat všechny potřebné komponenty, tedy vlastní přijímač nebo vysílač, zdroj, ale nikoli elektrocentrálu, antény, sluchátka, klíč a mikrofon.

Mobilní zařízení je zařízení nainstalované ve vozidle, v taženém přívěsu, v letadle nebo na lodi. Umožňuje provoz při přesunu nebo během krátkých zastávek.

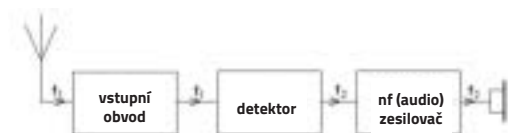
Přenosné zařízení je zařízení přenášené vojáky a umožňuje provoz za pochodu nebo během krátkých zastávek.

Stabilní, pevné zařízení je nainstalováno na jednom místě, zpravidla v budově nebo bunkru, případně i na polním stanovišti, a neumožňuje provoz za přesunu.

Linkové spojení je spojení, při kterém jsou koncové stanice účastníků při komunikaci propojeny kovovými vodiči, případně kombinací vodiče a země (půdy, vody).

Přímозesilující přijímač je přijímač, který zesiluje signál z antény až po detekci (přeměnu ve slyšitelný signál), aniž by ho převáděl na jinou frekvenci. Blíže bude princip vysvětlen v části o technologických východiscích.

Zpětnovazební přijímač je přímозesilující přijímač využívající kladnou zpětnou vazbu pro zvýšení citlivosti a selektivity (schopnosti výběru požadované stanice). Běžně se označuje kódem **x-V-y**, kde **x** je počet elektronek před detektorem (ty zesilují přijímaný signál), **V** je detektor a **y** je počet elektronek zesilujících slyšitelný signál za detektorem.



Blokové schéma přímозesilujícího přijímače

Neřímозesilující přijímač neboli superheterodyn, častěji pouze superhet, je přijímač zpracovávající signál jeho převedením na pomocný (mezifrekvenční) signál, který je zesilován a detekován. Ve vojenských přijímačích bývá i záznejový oscilátor, který slouží pro příjem signálů A1. Může být nahrazen detektorem s kladnou zpětnou vazbou.

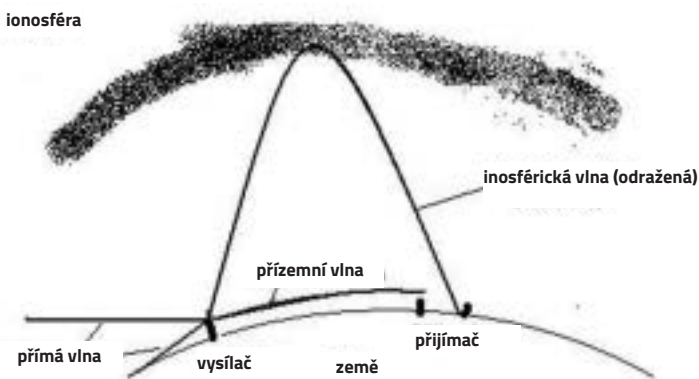


Blokové schéma superhetu

Vlnová pásma. V technických údajích se píše i o typech radiostanic z hlediska rádiových vln. Základní rozdělení postačující pro naše potřeby je: *dlouhé vlny* – DV s frekvenčním rozsahem 30 až 300 kHz, čemuž odpovídá vlnová délka 10 až 1 km, *střední vlny* – SV s frekvenčním rozsahem 0,3 až 3 MHz (1000 až 100 m), *krátké vlny* – KV s frekvenčním rozsahem 3 až 30 MHz (100 až 10 m) a *velmi krátké vlny* – VKV s kmitočty nad 30 MHz (kratší než 10 m), začátkem války do cca 300 MHz, na jejím konci až 10 GHz. Radiostanice pracující s kmitočty od 1,5 MHz se často označují jako krátkovlnné a v německé a ruské literatuře jsou jako VKV zařízení často udávána ta, která pracují s kmito-

čty nad 25 MHz. Tím sice vznikají určité nejasnosti, ale pro praktické využití to nemá vliv, proto pro naše účely budeme používat zařazení podle výrobce. V popisech jsou používány značky podle státu kHz = kc, kcs, kc/s, MHz = mc, Mc, Mcs, Mc/s, mc/s.

Významným prvkem při používání radiozařízení je šíření rádiových vln. Nás zajímají tři druhy tohoto šíření. Prvním je tzv. *přízemní vlna* – šíří se po povrchu země a dobře se uplatňuje u dlouho- a středovlnných stanic. Částečně je využívána i na dolním konci krátkovlnného pásma asi do 6 MHz, ale tady už její dosah i při velkých výkonech nepřekračuje 100 km, běžně se používá na vzdálenost do 40 km. Druhým typem šíření rádiových vln, využívaným u krátkovlnných zařízení, je *vlna odražená od ionosféry*. Ta umožňuje spojení s malým výkonem i na velké vzdálenosti, s výkonem kolem 10 W lze navázat spojení až do vzdálenosti 2000 km. Její nevýhodou je, že kritická frekvence vhodná k odrazu se mění nejen podle denní a roční doby, ale i v souvislosti s 11letým slunečním cyklem. Radiostanice využívající toto šíření proto musí být poměrně často přeladována. Posledním typem je tzv. *přímá vlna*, která se využívá při práci v pásmu velmi krátkých vln. Umožňuje komunikaci na poměrně velké vzdálenosti i s malými výkony, ale pouze pod podmínkou alespoň teoretické viditelnosti mezi komunikujícími body. Prakticky se nešíří za pohoří a velké elektricky vodivé předměty, jako jsou hangáry a podobně. Přesné rozdělení zde samozřejmě neplatí, ale v mezních frekvencích je možné využívat i šíření ze sousedních pásem. Typ použitého šíření lze ovlivnit i použitou anténou.



Zjednodušený nákres šíření rádiových vln

Situace v rádiovém spojení před začátkem druhé světové války a po jejím vypuknutí

Před vypuknutím druhé světové války bylo rádiové spojení ve většině armád na nízké úrovni. Jako hlavní spojovací prostředek pozemních složek sloužilo linkové spojení. Rádio se využívalo v letectvu, lodní dopravě a ve větších mobilních jednotkách. Rádiová zařízení byla považována za pouhý doplněk linkového spojení. Vycházelo se přitom především ze zkušeností z první světové války, která byla válkou poziční. Spojení s jednotkami v pohybu zajišťovali hlavně spojky a kurýři. Spojení na nižších stupních často nebylo šifrované ani kódované, a pokud ano, tak jen velmi jednoduchými systémy.

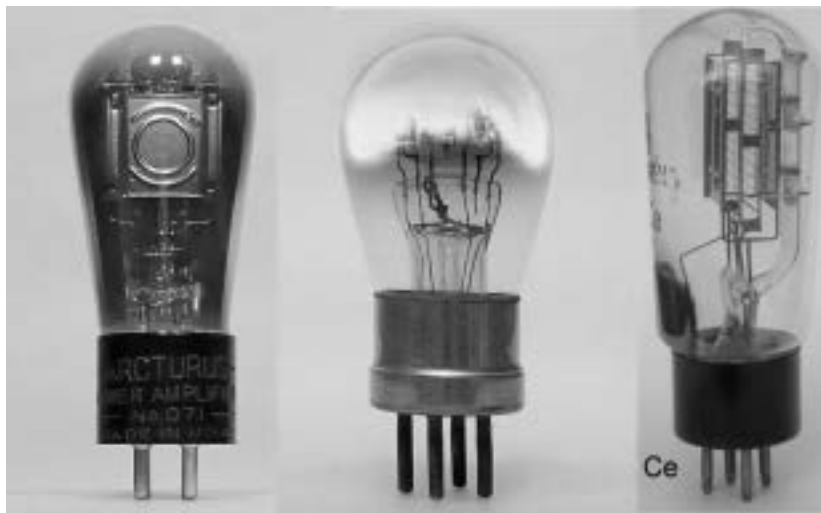
Zařízení v této době byla elektricky jednoduchá, ale relativně náročná na obsluhu. Členové jejich obsluhy začínali být proto považováni za určitou elitu.

Technologická východiska

Rádiová zařízení na elektronické bázi, tedy s použitím elektronek, se začala v armádách používat až v polovině dvacátých let 20. století. Do této doby bylo rádiové spojení založeno na jiskrových vysílačích, které byly rozměrné, těžké, ale hlavně málo účinné. Průmyslová výroba elektronek přinesla i jejich uplatnění v armádě. Elektronky v té době byly nožičkové, s přímým žhavením katody, což vyžadovalo napájení žhavením z baterie nebo (častěji) z akumulátoru. Tyto elektronky se prakticky nelišily od civilních a také jejich spolehlivost byla poměrně malá. Trpěly otřesy, nárazy i změnami žhavicího napětí.

Mechanická konstrukce radiozařízení spočívala na dřevěných deskách, dřevěné byly skříňky i přední panel, který však mohl být také z primitivních izolantů, jako je pertinax či ebonit. Stupnice byly dílkové s tzv. cejchovní křivkou nebo tabulkou, které byly zvlášť vytvořené pro každý kus. Kondenzátory s měnitelnou kapacitou byly se vzduchovým dielektrikem, pevné kondenzátory byly ve slídovém nebo papírovém provedení. Rezistory, většinou známé pod nesprávným názvem odpory (odpor je vlastnost materiálu), byly vrstevné, nejčastěji tvořené nanesením grafitu na pertinax, později i na keramické tyčinky, nebo drátové vytvořené navinutím odporového drátu na izolant. Měnitelné rezistory byly prakticky pouze drátové. Izolace vodičů se řešila textilními trubičkami impregnovanými včelím voskem, asfaltem nebo šelakem. Vodiče byly většinou tuhé, aby mohly být vedeny vzduchem. Cívky ve vysokofrekvenčních obvodech byly výlučně vzduchové, vinuté na pertinaxových trubkách. Teprve těsně před válkou se začala i ve vysokofrekvenčních obvodech používat železová jádra, tj. kysličníky železa spojené izolační hmotou, nejčastěji trolitulem (dnes známým jako styroflex), do podoby jádra, které se šroubovalo do kostry. Díky železovým jádrům bylo možné zmenšit

rozměry cívek. V nízkofrekvenčních obvodech byly cívky a transformátory se železným jádrem zhotoveny z tenkých ocelových plechů izolovaných papírem. Vodiče použité k výrobě cívek a transformátorů byly izolovány bavlnou nebo hedvábím, po zhotovení se cívky určené pro vysokofrekvenční obvody izolovaly včelím voskem nebo šelakem, pro nízkofrekvenční šelakem nebo asfaltem.



Typické nožičkové elektronky z konce dvacátých let 20. století

Začátkem třicátých let 20. století došlo ke změnám technologie. Nejprve byla změněna mechanická konstrukce – šasi se začalo vyrábět z plechů. Nejčastěji se uplatnil ocelový (železný) plech, vzácněji mosaz nebo hliník. Jako izolant kondenzátorů, respektive nosný prvek rezistorů se začala používat také keramika. Výjimečně se pro tyto účely používalo i sklo. Jako konstrukční materiál se počal uplatňovat bakelit, hlavně na kostříčky cívek, knoflíků a patič (soklů) elektronek. Pertinax se začal používat i jako izolant v proměnných, otočných kondenzátorech nižší kvality. Pertinaxové destičky s přínýťovanými pájecími body sloužily k montáži více součástek – montážních bloků, což zvyšovalo stabilitu a spolehlivost zařízení. Největším nedostatkem byly přímo žhavené elektronky běžné konstrukce, u nichž dlouhé žhavicí vlákno katody bylo citlivé na otřesy. Často bylo přerušeno, a pokud ne, způsobovalo tzv. mikrofonii zařízení, která se projevovala zvonivým zvukem při otřesu. Tyto problémy odstranila nepřímou žhavená katoda: vlákno bylo izolováno od samotné katody keramickým povlakem. Tím se zvýšila její tepelná setrvačnost, což umožnilo

žhavení i střídavým proudem. Současně se objevily i nové, kovové elektronky, které začaly konstruovat firmy RCA v USA a Telefunken v Německu.



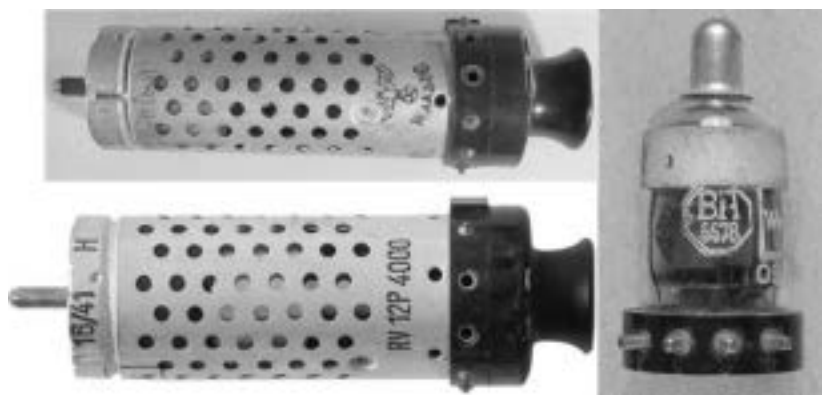
Americká a německá kovová elektronka řady oktál

Zároveň nastal rozvoj víceelektrodových elektronek, což si vyžádalo změnu nožičkových patic, které byly nahrazeny tzv. oktalovými. Oktalové patice americké konstrukce měly osm nožiček, které byly menší a tenčí než ty původní. Rozmístěny byly symetricky po obvodu kruhu a správné zasunutí elektronky zabezpečoval střední bakelitový kolík patice s výstupkem, tzv. klíčem. Systém elektronky byl umístěn v ose patice. Německé elektronky řady oktál rovněž charakterizovalo kruhové, avšak nesymetrické rozmístění vývodů spolu s klíčem na středovém bakelitovém kolíku. Nejčastěji byly vývody rozloženy ve skupinách po třech a pěti.

Pro označování elektronek byl zaveden jednotný systém. Jako první znak bylo v USA uváděno číslo udávající přibližnou hodnotu žhavicího napětí. Druhým znakem bylo písmeno určující typ systému. Protože toto označování nebudeme detailně rozebírat, uvedeme příklad pouze pro ilustraci. Například velmi běžná vysokofrekvenční celokovová pentoda se označovala 6k7. Nízkofrekvenční výkonová pentoda se stejnou paticí nesla například označení 6L6. Pokud měla elektronka v sobě více systémů, byla označována jinými písmeny – například kombinovaná trioda-pentoda měla označení 6B8. Za typem systému následovalo pořadové číslo typu, díky kterému bylo možné zjistit vlastnosti elektronky. Pokud byla konstrukce obalu elektronky skleněná, a nikoli kovová, tak jak to bylo běžné, použil se další znak – G (glass). Jestliže bylo na místě druhého znaku písmeno S, znamenalo to, že všechny vývody jsou na jedné straně, na patici. Běžně byla první mřížka elektronky vyvedena na tzv. čepičku na opačném konci než patice. Německé kovové elektronky měly prakticky pouze jednostranné vývody na patici, systém byl

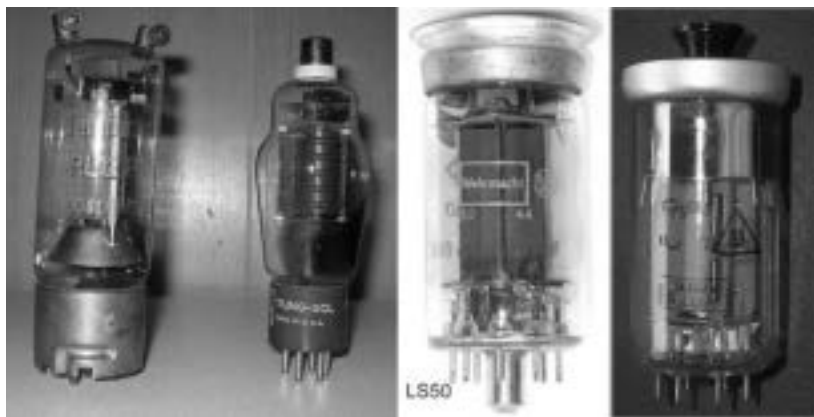
umístěn kolmo na osu patice. V označení bylo na prvním místě písmeno D, a to pro bateriové žhavení s napětím nejčastěji 2,4 V z nikl-železného akumulátoru (NiFe; v současnosti NiCd), nebo E pro žhavení střídavým napětím 6,3 V. Tyto nepřímé žhavené elektronky mohly být samozřejmě žhaveny také z akumulátorů, ale v případě žhavení stejnosměrným napětím 6,3 V se uvažoval olověný akumulátor (Pb) vozidla. Druhý znak určoval stejně jako u amerických elektronek základní typ elektronky. Přitom například Američané používali pro označení vysokofrekvenční pentody písmeno K, zatímco Němci písmeno F. Nízkofrekvenční pentodu Američané označovali písmeny V nebo L, Němci pouze písmenem L. Pokud šlo o vícenásobnou elektronku, byla v některých případech pro označení vnitřních systémů elektronky použita dvě až tři písmena. Zatímco Američané standardně označovali elektronky pouze třemi znaky a v případě skleněných čtyřmi, v Evropě se vžilo označování větším počtem znaků, a proto bylo evropské značení přehlednější. Například ECH11 je evropské označení pro triodu-heptodu s paticí německý (evropský) oktál. Typ patice v tomto případě určovala číslice 1 za písmenem, další číslice určovala konkrétní typ.

Celokovové elektronky se uplatnily především v konstrukcích elektronek pro vojenské účely, hlavně v amerických. Ve druhé polovině třicátých let 20. století se v Německu objevily i speciální konstrukce elektronek pro vojenské účely, které za války nebyly použity v žádném civilním zařízení – například RV2P800, které se uplatnily ve známých přijímačích Torn E.b. Ještě modernější a menší byly elektronky RV12P2000, využívané například v leteckých přijímačích EK10. Vzhledově a rozměrově identická s RV12P2000 byla například bateriová elektronka RV2,4P700.



Německé elektronky RV2P800, RV12P4000 a RV12P2000

Výkonnější elektronky měly samozřejmě novou konstrukci. Příkladem může být RL12P35 nebo ještě modernější LS50. Konstrukce některých německých elektronek s malými změnami vydržela až do konce sedmdesátých let 20. století. Elektrickým ekvivalentem elektronky RV12P2000 je sovětská 12Ž1L (psané latinkou) a v případě LS50 je to sovětská GU50.



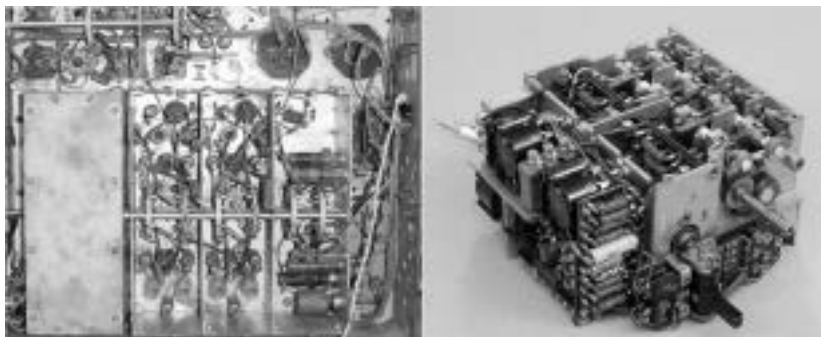
Německá elektronka RL12P35 a její americký ekvivalent 807, elektronka LS50 a její sovětská verze GU50

V zařízeních se začal uplatňovat i nový izolační materiál – styroflex, dnes označovaný jako polystyren (nikoli pěnový). Na konstrukci cívek se používaly i styroflexové kostřičky. Zároveň styroflex sloužil jako pojivo práškového železa používaného na jádra vysokofrekvenčních cívek. Díky těmto železovým jádrům bylo možné zmenšit rozměry cívek a zároveň je přesně nastavit na potřebnou hodnotu, což současně umožnilo používat jednotně cejchované stupnice.

Moderním prvkem té doby byl tzv. kuprox – kontaktní usměrňovač vytvořený dotykem oxidu mědi s čistou mědí. Používal se k usměrňování střídavého napětí ve zdrojích, přičemž v provedení označovaném jako Sirutor byl vhodný pro usměrňování vysokofrekvenčních proudů až do cca 10 MHz.

Hlavními konstrukčními školami poloviny třicátých let 20. století byly americká a německá. V americké konstrukční škole se uplatňovaly konstrukce šasi z ohýbaných plechů a také velký počet různých typů elektronek. Filozofii této školy převzal v roce 1936 i Sovětský svaz, když zavedl licenční výrobu amerických elektronek řady oktál a sověští technici absolvovali školení ve firmě RCA. Německá škola využívala technologii tlakového lítí šasi z hliníkových slitin. Tato technologie zajišťovala velkou přesnost a identičnost

výrobků. Šasi byla tuhá a díky tomu i velmi stabilní. Náročná výroba forem se ovšem vyplatila pouze ve velkých výrobních sériích. Němečtí konstruktéři zároveň používali minimální počet typů elektronek, což bylo výhodné z hlediska údržby a dodávek náhradních dílů. S německou školou se sovětsí technici seznámili po podepsání paktu Ribbentrop-Molotov, kdy došlo k ochlazení vztahů s USA a současně k útlumu předávání poznatků z USA do SSSR.

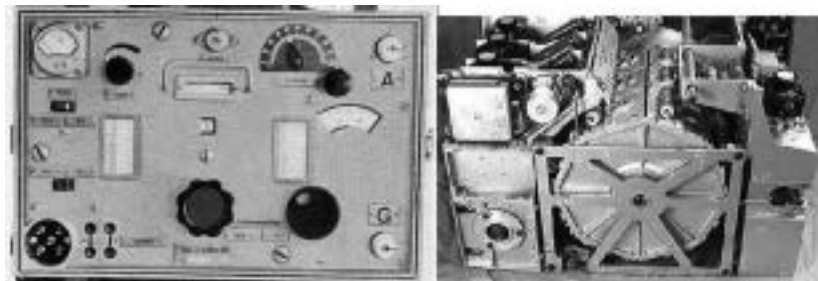


Americká (vlevo) a německá (vpravo) konstrukční škola

Sovětská konstrukční škola se výrazněji projevila až kolem let 1942–1943, kdy převzala z americké a německé školy to, co bylo pro potřeby sovětské armády nejlepší. Z americké školy to byla například plechová, jednoduše vyráběná šasi a z německé školy minimální počet typů používaných elektronek. Minimalizace počtu typů elektronek byla nezbytná, protože spolehlivě se dařilo vyrábět pouze elektronky na základě licence firmy RCA. Sovětské elektronky sice měly podobnou konstrukci jako americké, ale baňky byly skleněné, elektronky málo spolehlivé, s nízkou životností a velkým rozpětím parametrů. Týkalo se to například i velmi rozšířené elektronky 2K2M. Spojení tak často nebylo možné navázat.

V pojmech jsme zmínili přímozesilující přijímač. Zde si zjednodušeně vysvětlíme jeho princip a vlastnosti. Signál je přijímán anténou, ať už drátovou, nebo rámovou, a dále zpracováván v několika laděných zesilovacích stupních. Za těmito stupni je detektor, nejčastěji v zapojení se zpětnou vazbou. Někdy je detektor přímo připojený k anténě. Zpětná vazba zajišťuje větší citlivost, selektivitu (schopnost výběru konkrétního signálu) a také příjem nemodulovaných telegrafních signálů A1. Nevýhodou takovéhoho přijímače jsou poměrně velké změny v citlivosti a selektivitě podle zpracovávané frekvence. Navzdory těmto nevýhodám se přímozesilující přijímače používaly jako sítěžní téměř až do začátku druhé světové války a v některých aplikacích i po celou dobu

jejího trvání. Nejznámějším představitelem takového přijímače je německý Torn E.b. Největším technologickým problémem u těchto přijímačů je souběh ladění všech obvodů. U Tornu E.b to byly tři laděné obvody.



Pohled na přední panel a vnitřek přijímače Torn E.b

Nepřímозesilující přijímač superhet je přijímač, kde na vstupu může, ale nemusí být zesilovač. Následuje směšovač, ve kterém se vstupní signál pomocí místního oscilátoru transponuje na pomocný, tzv. mezifrekvenční signál, který je konstantní pro celý rozsah přijímače. Těžiště zesílení signálu a selektivity je soustředěno v mezifrekvenčním zesilovači, který měl jeden až tři stupně. Souběh ladění byl jednodušší. Na pozici detektoru, který následoval za mezifrekvenčním zesilovačem, často býval stejný obvod jako v přímозesilujícím přijímači, který však měl s ohledem na neměnnou frekvenci lépe nastavené parametry. Tento typ se stal stěžejním krátce před začátkem druhé světové války. Měl sice složitější obvody, ale jeho obsluha byla jednodušší a byl kvalitnější než přímозesilující přijímač.



Pohled na vnitřní konstrukci německého superhetu

Základní druhy přenosu zpráv (A1, A2, A3, F3, RTTY)

Zprávy při přenosu rádiem se určitým způsobem upravují – modulují na tzv. nosnou vlnu. V období před druhou světovou válkou a během ní existovaly tyto nejzákladnější druhy modulace:

Telegrafie nemodulovanou nosí vlnou označovaná jako A1, CW, TGR, Tg. Používala se pro přenos telegrafních signálů klíčováných telegrafním klíčem nebo jiným telegrafním zařízením, například dálnopisem. U tohoto způsobu modulace je nosná vlna vysílána v rytmu telegrafních značek, když je telegrafní klíč stlačený. Pro příjem je nutné použít pomocný oscilátor nebo utaženou zpětnou vazbu.

Telegrafie modulovaným signálem označovaná jako A2, MCW, Tone Tg. U této modulace je nosná vlna ovlivňována – modulována – jedním tónem, který je přerušovaný v rytmu telegrafních značek. Pomocný oscilátor a utažení zpětné vazby nejsou nutné, signál lze přijímat i běžným přijímačem s příslušným rozsahem. U obou telegrafních modulací se zprávy přenášejí formou telegrafní abecedy označované jako morseovka.

Telefonie neboli přenos hlasu bývá nejčastěji označována jako A3, R/T, Fone, Tn. U tohoto způsobu přenosu je ovlivňována velikost, amplituda nosné vlny, proto hovoříme o amplitudové modulaci. Teprve koncem druhé světové války se v přenosných zařízeních začala používat i *frekvenční modulace* F3, u níž je amplituda zachována a mění se frekvence nosné vlny. Tento způsob modulace do velké míry dokáže potlačit rušení slabšími signály.

Ve válečném období se objevil i nový druh telegrafního provozu, a to dálnopisný. Zpočátku se používalo klíčování A1 a A2, ale později se začaly objevovat vysílače klíčované posunem nosné frekvence, tedy s provozem F1. Protože měl trvale vysílaný signál při klíčování pouze malý rozdíl frekvencí, přenos dosahoval výrazně vyšší spolehlivosti. Dálnopisný signál charakterizuje standardní délka impulsu, který je nutné přijímat strojem. V podstatě šlo o dva systémy. Prvním byl systém start-stop, kdy se mechanismus stroje na začátku každého znaku rozbíhá impulsem start a zastavuje se impulsem stop. Druhým systémem byl synchronní přenos HELL, který rozjel stroj na začátku vysílání a zastavil až na konci. Při záznamu bylo vidět všechny nepravidelnosti v rytmu psaní. Systém HELL používalo pouze Německo a jeho spojenci. Systém start-stop využívaly obě strany.

Systémy organizace rádiového spojení

Rádiové spojení může být organizováno mezi dvěma a více stanicemi. Nejznámější je jednosměrné rádiové spojení, známé jako rozhlasové. Informace se přenáší pouze směrem od rozhlasového vysílače k rozhlasovému přijímači.

V bojových podmínkách je častější obousměrné rádiové spojení, kdy informace odesílají a přijímají všichni účastníci. Dále uvádíme několik typů tohoto spojení:

Simplexní spojení je systém, kdy účastník může buď vysílat, nebo přijímat. Obě činnosti najednou provádět nelze. Tento systém se používá nejčastěji. Všichni účastníci pracují na jedné frekvenci, při nedodržení disciplíny však vzniká silné rušení.

Duplexní spojení je systém, který účastníkovi umožňuje informace současně vysílat i přijímat. Používá se na velkých radiostanicích a na směrových VKV, které slouží jako náhrada telefonních linek. Potřebné jsou dvě frekvence, obsluha spojení je náročnější a musí být početnější.

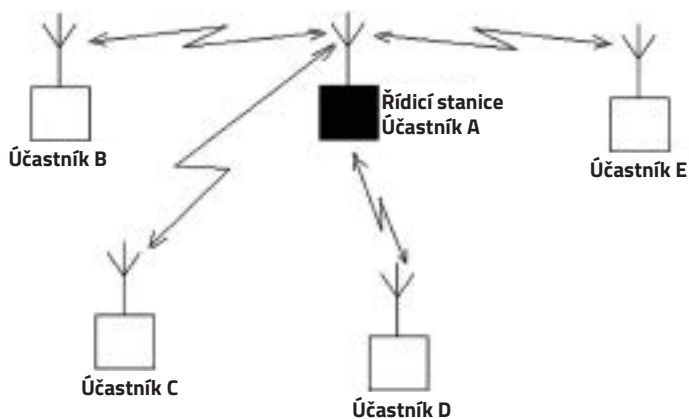
Dusimplexní spojení je kombinací obou předchozích. Účastník může vysílat nebo přijímat jako u simplexu, ale pracuje na dvou různých frekvencích. Nemůže poslouchat vlastní vysílání. Tento systém se používal pouze při spojení ve směru mezi dvěma stanicemi, například při nedostatečném počtu operátorů některé ze stanic, při spojení s rádiovými agenty a rozvědkou (partyzány).

Pokud pracují pouze dva účastníci, jedná se o *spojení v rádiovém směru*.



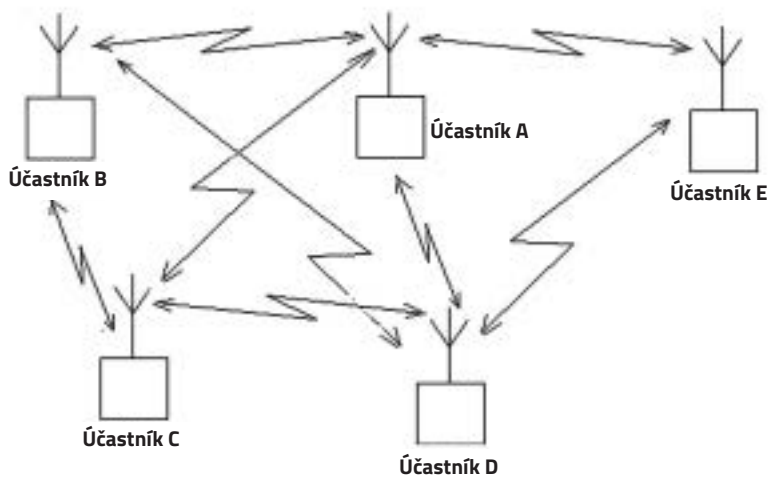
Spojení v rádiovém směru

V případě většího počtu účastníků se jedná o *spojení v síti*. Síť může být organizována do *hvězdy*, je-li jeden účastník označen jako řídicí stanice. Ta organizuje předávání zpráv ostatním účastníkům nebo je odesílá pracovat v rádiovém směru.



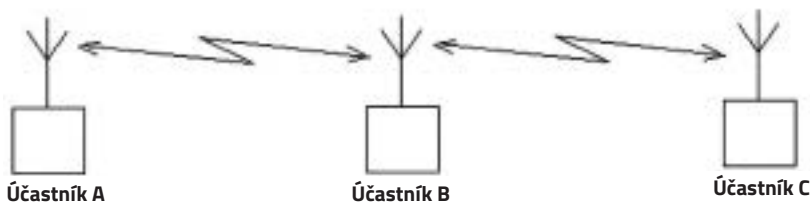
Spojení v hvězdicové síti

Jestliže není určena řídicí stanice, opět se jedná o spojení v síti, kterou nazýváme *mřížová*. Pokud je však počet účastníků vyšší než tři, není tato síť vhodná, neboť často dochází k vzájemnému rušení.



Mřížová síť se zjednodušenými směry spojení

Speciálním druhem sítě je tzv. *stuhová*. V tomto případě si informaci postupně předávají jednotliví účastníci. Používá se tam, kde se všichni navzájem neslyší pro velkou vzdálenost nebo z jiných technických příčin.



Stuhová síť se třemi účastníky

Příkladem může být i radioreléová linka, při níž se mezi koncovými stanicemi nachází několik retranslačních. V tomto případě se často používá duplex, případně několik duplexních párů frekvencí.

Hlavním druhem komunikace, kromě nejnižších stupňů velení, byla v tomto období telegrafie (morseovka) A1 nebo A2. Fonické spojení, tj. hlasem, využívali zejména dělostřelečtí pozorovatelé, dále se pak používalo pro spojení se stíhači a na čáře přímého dotyku s protivníkem, tam, kde nemohl pracovat samostatný radista a protivník neměl čas na reakci v případě zachycení zprávy nebo povelu vysílaného v nešifrované podobě. Prakticky všechny zprávy vysílané telegraficky a také mnohé fonické byly šifrované nebo alespoň kódované.

RÁDIOVÉ ZAŘÍZENÍ PODLE ZEMÍ PŮVODU

AUSTRÁLIE

Austrálie spolu s Novým Zélandem vstoupily do války po boku Velké Británie. Elektrotechnický průmysl a hlavně výroba vojenské elektroniky zde byly v dost špatném stavu, což bylo způsobeno převládajícím dovozem z britských ostrovů v malém množství. Po vstupu do války Velká Británie svůj export omezila ještě výrazněji, v Austrálii proto začali sami vyrábět vojenskou elektroniku podle britských vzorů, ale poměrně rychle se začaly uplatňovat i domácí úpravy. Označování zařízení bylo tak mírně chaotické, protože někdy se i upravené zařízení značilo původním kódem a jindy zase i zařízení prakticky identické s originálem se označovalo zcela jiným kódem. Australská a novozélandská zařízení uvádíme proto, že se vyskytovala na bojišti v severní Africe.



WS 18 v severní Africe



Typ:	AR7
Druh:	KV přijímač
Rozsah:	138–422 kHz a 477 kHz–25 MHz
Kalibrace:	dílky + křivka samostatná pro každý rozsah, na každé cívkové soupravě
Modulace:	A1, A2, A3
Princip:	superhet s jedním směřováním
Napájení:	12 V stejnosměrného napětí nebo 240 V střídavého napětí
Rozměry a hmotnost:	19" rack, hmotnost celé sestavy cca 55 kg (118 liber)
Antény:	drátové symetrické nebo nesymetrické
Použití:	přijímač pro dálkové spojení a monitoring nepřítelů
Historie:	Jeden z klonů přijímače HRO, který byl osazen skleněnými verzemi amerických oktalogových elektronek. V Austrálii se přijímače AR7 vyráběly od roku 1940 a používaly se až do roku 1953, poté se dostávaly do rukou radioamatérů.



Typ:	AR8
Druh:	DV, SV a KV přijímač
Rozsah:	140–740 kHz a 0,765–20 MHz
Kalibrace:	kc a Mc (kilocykl = kHz)
Modulace:	A1, A2, A3
Princip:	superhet s jedním směřováním
Napájení:	přes rotační měnič (dynamotor) z 12 nebo 24 V stejnosměrného napětí, 240 V střídavého napětí
Rozměry a hmotnost:	cca 15 kg (31 liber)
Antény:	drátové nesymetrické
Použití:	letecký palubní, ale i pozemní přijímač, spolupracoval s vysílačem AT5
Historie:	Australská verze britského leteckého přijímače R1116. Mechanická konstrukce se od britské liší. Zajímavostí je použití samostatných vstupních obvodů – pro DV/SV jeden a zvláštní pro KV. Mezifrekvenční a nízkofrekvenční obvody byly společné.



Typ:	AR14
Druh:	DV, SV a KV přijímač, v pásmu DV a SV se používal také jako zaměřovací
Rozsah:	111 kHz–15 MHz
Kalibrace:	dílky + kalibrační křivky
Modulace:	A1, A2, A3
Princip:	přímozesilující typu 1-V-2
Napájení:	suché baterie 1,4 a 90 V (120 V)
Rozměry a hmotnost:	270×290×230 mm, se dvěma cívkami přibližně 7 kg
Antény:	drátová a rámová (pro zaměřování)
Použití:	palubní přijímač bombardérů a letadel se samostatným radistou
Historie:	Australská verze britského přijímače R1082. Vyráběl se od roku 1942, oproti britské verzi měl cívky číslované od 1 po 8. Rozlišení pro jednotlivé stupně bylo stejné jako u R1082, a to barvou: červená pro vstupní obvod a zelená pro audion. V britské verzi byly cívky rozlišovány písmeny. Používal se i jako pozemní v jednotkách RAAF.



Typ:	AR17
Druh:	pozemní VKV přijímač
Rozsah:	100–150 MHz
Kalibrace:	dílky + cejchovní křivka
Modulace:	A1, A2, A3, F3
Princip:	superhet
Napájení:	síť 240 V
Rozměry a hmotnost:	
Antény:	
Použití:	pozemní přijímač letecké komunikace
Historie:	Přijímač pro příjem signálu vlastních letadel, hlavně jednomístných, pracujících v tzv. novém pásmu. Přibližně od roku 1943 se začaly v americkém a britském letectvu používat radiostanice pracující ve VKV pásmu 100–150 MHz.



Typ:	AT5
Druh:	SV a KV letecký vysílač
Rozsah:	140–500 kHz a 2–20 MHz
Kalibrace:	kc a Mc (kHz a MHz)
Modulace:	A1, A2, A3, výkon při A1 50 W
Princip:	samostatné oscilátory pro SV a KV rozsahy s plynulým laděním, při KV lze použít i krystal pro stabilizaci frekvence
Napájení:	12 nebo 24 V stejnosměrného napětí, 240 V střídavého napětí
Rozměry a hmotnost:	
Antény:	drátová
Dosah:	letadlo – zem až do 800 km
Použití:	letecký vysílač používaný s přijímačem AR8, v letadlech se samostatným radistou, případně pro kombinaci střelec-radista
Historie:	Letecký vysílač koncepčně vycházející z britského T1115 byl vyvinut koncem třicátých let 20. století. Byl používán zejména v RAAF a CAAF. Kromě využití na palubách letadla sloužil i na pozemních radiostanicích.



Typ:	AT10
Druh:	SV a KV letecký vysílač
Rozsah:	140–500 kHz a 1,5–15 MHz
Kalibrace:	dílky + cejchovní křivka
Modulace:	A1, A3, výkon při A1 30 W
Princip:	plynule laděný oscilátor a koncový stupeň, změna rozsahu výměnnými bloky
Napájení:	palubní síť 24 V + rotační měnič
Rozměry a hmotnost:	
Antény:	drátová
Dosah:	deklarovaný do 500 km, ale ve skutečnosti až do 1000 km pro spojení letadlo – země
Použití:	palubní letecký vysílač pro letadla se samostatným radistou, případně pro kombinaci střelec-radista
Historie:	Australská verze vysílače T1083 vyráběná od roku 1943. Uplatnil se i jako lodní vysílač na menších plavidlech a také jako mobilní, montovaný v transportní bedně.