

Než budu mít lineár . . .

Jan Bocek, OK 2 BNG a Ing. Tomáš Klimčík, SWL

Zkušenost:

„Zapnul jsem rádio a na kmitočtu 3799 kHz jsem uslyšel Erika VK4BER, jak v 18.45 UTC volá CQ EU. Slyšitelnost byla 55 - 56, ale nikdo jej nevolal. Zkoušel jsem to s VA a 100 W, ale bezúspěšně. Zapnul jsem PA s výkonem 700 W (ZZ 1003) a na první pokus jsem dostal 56.“

Vysvětlení

Dostupnou a smysluplnou hladinou QRO je 500 až 800 Wattů efektivního výkonu v anténě. Předpokladem jsou slušné antény i QTH.

Otázka:

„Koupit PA, nebo postavit?“

1. atribut odpovědi - peněženka

Studujeme katalogy a sbíráme informace. V určitém stádiu můžeme dospět k něčemu takovému jako je uvedeno v **tabulce 1**. Samozřejmě, že všechna čísla v tabulce jsou relativní, přesto však mají dobrou vypovídací schopnost: **u PA v oblasti nad 1000 W neúměrně rostou finanční náklady jak na pořízení hotových výrobků, tak i samotných součástek.** V **grafu 1** jsou graficky znázorněny závislosti cen nových PA, starších PA a součástek pro stavbu svépomocí na požadovaném výkonu. Vzdálenosti mezi jednotlivými křivkami dávají představu o možných relativních úsporách.

2. atribut odpovědi - čas

Tento prvek nelze zařadit do tabulky a porovnávat s jinými. Všichni PA chtíví by však do svého sloupečku DAL měli zakalkulovat **čas nutný pro výběr a realizaci nákupu** hotového výrobku (možná i v zahraničí), nebo **čas potřebný pro monitorování inzerátů a návštěvy burzovních míst, či čas spotřebovaný sháněním materiálu a vlastní stavbou PA.** Posloupnost položek směřující k větším hodnotám je zde evidentní. A nezapomeňte prosím zahrnout **cestovní výlohy!**

3. atribut odpovědi - účel

Účel = způsob provozování (alespoň v našem případě). Při občasném DXingu, kdy volám vzácné stanice, není nutné, aby můj PA byl tak dimenzován, jako když chci vyvolat PILE-UP anebo se zúčastnit kontestů. V posledních dvou případech se předpokládá režim CCS

(Continuous Commercial Service) - tzv. dlouhodobý „profi“ provoz. Tyto PA, jsou-li takto nejen označené, ale i vyrobené (po česku odolnost cihla-klíč) jsou velmi drahé.

4. atribut odpovědi - technická podstata

Elektronka = základ. Její výběr ovlivňuje konečný výstupní výkon, kvalitu a cenu PA. V **tabulce 2** jsou uvedeny známé výkonové elektronky, které lze použít pro PA domácí výroby. V našich podmínkách je dobré si doplnit tuto tabulku burzovními cenami a zároveň si všimnout dostupnosti daných typů v inzerci.

Při výběru elektronky budeme mít na zřeteli žádaný výstupní výkon. Dobré je počítat s výkonovou rezervou, kdy výstupní výkon je asi 70 % z maximálně možného výkonu. Například pro požadovaný výstupní výkon v oblasti 800 až 1000 W zvolíme řešení pomocí sestavy 4 x RE 125, anebo 3 x RE025. Zvládne to také jedna RE 400, anebo jedna GU 81. Pokud chceme mít malý PA a budeme-li více investovat, zvolíme GU 74b (4 CX 800).

Z čistě technického pohledu je důležitá **tabulka 3**. Na základě zvolené elektronky určíme velikost žhavicího trafo ve VA, úroveň hladin napětí a výkon anodového trafo. U koupených hotových výrobků nás mohou zajímat kromě parametrů uvedených v **tabulce 4** i další vlastnosti - např. budicí výkon, žhavicí výkon, hlučnost, váha, dostupnost servisu, kvalita servisní dokumentace, četnost použití, výsledky (umístění) v kontestech, variabilita připojení a naladění antén, způsob ochrany, spolehlivost atd. U někoho mohou rozhodnout rozměry nebo barva (dle výroku našich žen: „Nejrychlejší auta jsou červená“). Přesto je tabulka 4 připravena k dopsání aktuální ceny každého výrobku.

Ještě jeden pohled do **tabulky 4**, do sloupce "Elektronky". PA do 1 kW používají elektronky 811, 572, 3-500Z a keramickou 4 CX 800. PA s Pout nad 1 kW používají obvykle velkou keramickou elektronku 3 CX 1200, případně 4 CX 1600. Jiné řešení pak představují přístroje s paralelně řazenými elektronkami 3 CX 800, 4 CX 800, nebo klasika 2 x 3-500Z. Vyjimku tvoří sestava 3 x 3 CX 800 s Pout 2 kW.

5. atribut odpovědi - zkušenosti

Nemáme-li žádné a netoužíme-li si klopotně nějaké pořídit, spíše budeme uvažovat o koupi. Cítíme-li se na to, dáme se do díla. Nezbytností je nějaký stavební návod fungující zejména jako směrnice pro náš návrh stavby. Téměř vždy však narazíme na technické zádrhele a nedokonalosti (své, koncepční, součástkového trhu apod.). Přesto, že je každý podomácku vyrobený PA originálem determinovaným použitými součástkami a nápady konstruktéra, je dobré neobjevovat znovu Ameriku a snažit se vystříhat chyb jiných. Proto čerpáme ze své knihovny, eventuálně se snažíme dostat k informacím jinde. V knihovně autora článku je asi 50 souborů materiálů (říká jim **NOTEBOOK QRO**) ve kterých jsou popsány PA s elektronkami podle **tabulky 2**. Jednotlivé soubory tvoří setříděný materiál ve kterém jsou obecné informace, katalogové listy elektronek, kopie článků, detailní popisy i výkresová dokumentace a fotografie. V některých jsou konstrukční návrhy, detailní konstrukční části i finty, stavební návody. Pro velký zájem hobbystické veřejnosti se autor rozhodl tyto materiály obohatit o velké množství barevných fotografií technických řešení a zajímavých detailů zpřístupnit v elektronické podobě na dvou CD-ROM.

Také v připravované knize Průvodce návrhem a stavbou PA pro KV, která vyjde v knižnici Radiožurnálu naleznete spoustu inspirací a odpovědí na nejčastěji kladené otázky v této oblasti.

Shrnutí před rozhodnutím

Rozhodnutí **zda koupit či stavět** je opravdu na každém jedinci. Mohu však poradit a doporučit hlavní zásadu: **Výsledek by měl být co nejvíce v souladu s mými ekonomickými a technickými možnostmi a tím, k čemu chci svůj PA používat.**

Rozhodnutí:

„Rozhodl jsem se (si) dokázat, že dovedu postavit takový lineár, jaký potřebuji!“

Den poté a před stavbou

Tak jsem se tedy rozhodl. Mám hřejivý pocit, že ušetřím, cítím vzrušení objevitele dosud nepoznaného a jsem naplněn odhodláním bojovat s problémy i sám ze sebou. Přitom někde v koutku dušičky se krčí náznak obavy: „Co když se to nepovede, jak pak budu vypadat sám před sebou?“

1. atribut Dne poté - vědět, jaké parametry chci

Třeba - bude to PA kategorie „Kilowatt Plus“, a musí dávat kvalitní signál, budu chtít aby IMD 3. řádu bylo minimálně -40 dB.

Pro začátek zvolím jen své oblíbené pásmo 40 m, které znám a mám na něm dobrý vertikál. A budou to elektronky 2 x GU 81M s buzením do mřížky. Když to bude fungovat, tedy když to dokážu, pokusím se o pásmo 15 m, kde mám slušnou směrovku se 6 elementy.

A vůbec - o tom, zda mám slušné antény i QTH je dobré se přesvědčit zapůjčením lineáru (podobného výkonu jako chci stavět) na celý jeden víkend, nebo raději na delší dobu nejlépe v době nějakého kontestu. Pokud zaznamenám přínos při zapnutí QRO a bude relativní klid i u mých sousedů, vyzkouším to ještě znovu. Pokud mne tyto pokusy neodradí být QRO, znovu si přečtu tento a další články podle seznamu literatury.

2. atribut Dne poté - zjistit jak těchto parametrů dosáhnout

Znamená to prostudovat všechny dostupné materiály - časopisy, sborníky, osobní korespondenci. Navštívit co nejvíce Hamů s QRO. Nafotografovat obrovské množství konstrukčních detailů - pomoci může například již zmiňovaný CD-ROM. Inspiraci ke studiu je možno hledat i v níže uvedeném seznamu literatury.

Zvláště ve sbornících Tatry a na stránkách tohoto časopisu vyšlo mnoho návodů a rad právě v oblasti PA. Za posledních 15 let je každý ročník sborníku Tatry i časopisu Radiožurnálu "poznamenán" pojednáním okolo PA. Nepřeberné množství informací okolo PA dnes poskytují i internetové stránky.

Při získávání základního přehledu může být užitečná i **tab.7** s provozními hodnotami elektronek s buzením do mřížky s uzemněnou katodou. Jde o vskutku provozní parametry, skutečné mají určitý rozptyl, přičemž má vliv i volba napětí a velikost žhavení. O nastavení optimálního pracovního bodu se dočtete třeba zase na CD-ROM QRO.

V **tab.8** naleznete provozní hodnoty elektronek v zapojení s buzením do katody při uzemněné mřížce. Chybí-li v tabulce některé hodnoty napětí, jsou uvažované části elektronky přímo uzemněny. Tyto zesilovače jsou stále velice populární. Zvláště v aplikacích, které dovolují přímo připojit mřížku na zem se velmi zjednoduší napájení. Většina elektronek však může pracovat pouze v režimu s vysokofrekvenčně uzemněnými mřížkami. Pak jednotlivé elektronky potřebují svá referenční napětí a každá se musí svým pracovním bodem nastavit do požadované pracovní třídy. Například u elektronky GK71 potřebujeme anodové napětí 2

až 2,5 kV a budicí příkon 30 až 60 W. Abychom impedanci 50 Ω transformovali na 200 až 350 Ω vstupní impedance zesilovače, musí být na vstup připojen ATU.

3. atribut Dne poté - neopomenutelné detaily

Mít jasno v koncepci a způsobu realizace však mnohdy nestačí. O konečném výsledku vždy rozhodují detaily. A to zásadně ty, které považujeme za naprosto bezvýznamné nebo které se nenápadně ztratí v našem rutinním počínání. Jako malý příklad bych uvedl dva. A to vzduchovou mezeru otočných kondenzátorů a průřez vodičů ve VF části.

Stavbu PA vždy realizujeme na základě určité materiálové základny, kde vždy převažuje prvek dostupnosti - máme tendenci montovat z toho, co už máme. Přednostně to platí o klíčových součástkách, jakým otočný kondenzátor bezesporu je. Ale zajímá nás kromě jeho kapacity ještě něco jiného? - Ano, měla by nás zajímat elektrická pevnost dielektrika vzhledem k napětí, které na kondenzátoru bude. V **tab.5** je uvedena závislost vzduchové mezery otočného kondenzátoru na maximálním špičkovém napětí. V praxi je třeba změřit mezery mezi statorem a rotorem. K tomu existují měrky, ale můžeme si pomoci papírem nebo plíškem.

Příklad:

Při $U_{vf} = 2050$ V je jeho špičková hodnota 2,8 x vyšší, tj. 5740 V. Mezera mezi plechy pro spolehlivý provoz musí být minimálně 3,8 mm.

Dalším možným důvodem, proč PA nefungují (hlavně na 21/28 MHz), je malý průřez vodičů použitých ve VF části. V **tab.6** jsou uvedeny základní rozměry vodičů pro jednotlivé příkony v závislosti na kmitočtu. V poznámce jsou pak rozměry plochého vodiče. U průřezů nad 10 mm² je vhodné použít i měděnou trubičku o průměru 6 až 10 mm. Všechny uvedené hodnoty samozřejmě považujeme za minimální.

Závěr

Pokud zvolíme výstupní výkon do 500 W, pak stačí klasika v QRO a to je 4 x GU 50. Pro ty, kteří chtějí Pout okolo 1 kW se nabízejí elektronky RE025, RE 125 a potom větší SRS 457, GU 81, RE 400.

Další elektronky mají vynikající kvalitu, ale jejich cenová dostupnost je horší. O tom se můžeme přesvědčit například u nás v dostupném katalogu Schuricht, kde v oddíle "Senderohren" nalezneme triodu T 510-1 (3-500Z) za 440 DM, SRS 457 (QB/1750) za 990 DM. A protože i 3 CX 1200 D7 stojí 660 USD, je dnes ve světě velkým hitem 4 CX 1600, která stojí jen 340 USD. Proto, když koupíte GU 43b v ceně jedné slovenské koruny za jeden Watt, bude to dobrá cena.

A jsme zpátky u prvního atributu, kterým je peněženka. Pak následuje čas, účel a konečně rozhodnutí: "Koupit, anebo postavit PA? "

Velice stručně řečeno: dovedeme-li vydělat a oddělit pro hobbismus okolo dvou tisíc USD, koupíme nějaký starší tovární PA. Pokud dáme dohromady i těch 2400 USD, bude to nový AL 800H. Ale umím-li letovat (tzn. dobře pájet dráty) a pustím se do stavby, mohu část těchto peněz investovat třeba do stožáru a antén. Nedřívě si však znovu přečtu 5. atribut odpovědi - zkušenosti. Takto to udělal i jeden pan architekt v důchodu se značkou OM7HJ. A viděl jsem, že jeho PA je proveden velmi pečlivě a čistě. Prostě s láskou. Přeji všem, aby jim tato láska

zůstala a to nejen při rozhodování a stavbě koncového stupně. A potom ještě i maličkost, aby všechny naše zkušenosti převládaly více na poli praktickém, než na poli teoretickém. I když obojí se musí moudře doplňovat.

Přehled použitelné literatury

1. *The ARRL HANDBOK, 2000*
2. *Radio Handbook, W6SAI, 1986*
3. *Konstrukcje Krátkofalarskie, SP6AHT, 1993*
4. *Součástky pro elektroniku, GM Electronic, 1999*
5. *Schuricht Elektronik, katalog, 1999*
6. *Spravočnik radioljubitelja, 1988*
7. *Elektro vakuumnyje pribory, Moskva, 1986*
8. *Lampovyje usiliteli, UT7EA, 1999*
9. *Notebook QRO, OK2BNG, 1998*
10. *Budicí a výkonové zesilovače, OK1DAK, 1980*
11. *Amatérská stavba vysílačů, OK1HX, 1963*
12. *Stavba amatérských KV vysílačů, Šulgin, 1953*
13. *Technika rádiového spojení, Severin, 1967*
14. *Einseiten bandtechnik KV, Hillebrand, DJ4ZT, 1966*
15. *Technika SSB, UB5UN, 1964*
16. *CD-ROM QRO I, PA do 500 W, OK2BNG, 2000*
17. *CD-ROM QRO II, PA FLP (1 - 2 kW), OK2BNG, 2000*
18. *Průvodce návrhen a stavbou PA pro KV (vyjde v roce 2001)*

Sborníky Tatry.

- | | |
|---|---------|
| 1. 1985 400 W PA pro 145 MHz s elektronkou 4 CX 250 | OK 1 BY |
| 2. 1986 Nastavení výstupního obvodu PA pro KV | OM3YX |
| 3. 1988 Ovládání KV PA | OM3LU |
| 4. 1992 Aktivní Pí článek s elektronkami 4 x GU50 | OK3GI |
| 5. 1994 Lineární PA s 4 CX 1000 A | OM3LU |
| 6. 1995 PA pro KV | OM3LU |
| 7. 1996 KV zesilovač výkonu 2 x GU 70b | OK3CO |
| 8. 1997 Lineáry pro DXing na KV | OK2BNG |

- | | |
|---|---------------|
| 9. 1997 Intermodulácia | OM4ARM |
| 10. 1998 Technické vybavení pro DXing | OK2BNG |
| 11. 1999 Rezonančné systémy Pí článků pro KV | OM8HP |

Články v Radiožurnále:

- | | | |
|-----------------------|--|---------------|
| 1. RŽ 2,3 / 97 | Koncové stupně na krátké vlny I + II | OM3LU |
| 2. RŽ 4 / 97 | Úpravy PA s elektronikou GU 74b | OK2BNG |
| 3. RŽ 5,6 / 97 | KV koncový stupeň 4 x GU 50 I + II | OM3LU |
| 4. RŽ 5,6 / 98 | KV koncový stupeň 2 x RE 125 I + II + III | OM3LU |

Předpokládaný výkon [W]	500	750	1000	1500	2000
Referenční typy (AMERITRON, QRO, ALPHA, HENRY, atd.)	AL 811	HF 1000 ZZ 1004	91 BETA ZZ 1200 HF 1000	AL 800 H ZZ 1500 A 2000 HF 2000	AL 1500 ZZ 2002 H3K HF-3KDX
Přibližná prodejní cena [USD]	800	1600	2200	3000	4500
Burzovní cena [USD]	500	800	1200	1500	2000
Cena materiálu [USD]	200	500	800	1200	1500
Relativní úspora home made oproti burze	300	300	400	300	500
Informativní údaje					
Typická elektronka dle čísla řádku v tabulce 2	1 - 13	5 - 19	5 - 22	5 - 22	20 - 29
Cena elektronky [USD]	10	50	100	300	600
Cena traťu [USD]	20	50	100	250	350
Cena VF části [USD]	50	150	100	250	350

Tab. 1 Typy a ceny zesilovačů

Pol.	Elektronka [označení]	Typ	Po [W]	40 až 100 W	150 až 300 W	500 až 750 W	1000 až 1500 W	1500 až 2000 W
1.	GU 50	pentoda	60	1	2	4		
2.	SRS 4451	tetroda	60	1	2			
3.	GU 29	tetroda	40	1	2			
4.	6P45S	pentoda	35	1	2			
5.	RE 125 C	tetroda	125		1	2	4	
6.	SRS 455	tetroda	125		1	2	4	
7.	GU 72	tetroda	160		1	2	3	
8.	GS 15b	tetroda	200		1	2		
9.	RE Ø25	tetroda	250		1	2	4	
10.	GK 71	pentoda	250		1	2		
11.	GU 13	pentoda	220		1	2		
12.	GU 33b	tetroda	200		1	2		
13.	GI 7b	triada	350		1	2		
14.	RE 400	tetroda	400			1	2	
15.	3-400 Z	triada	400			1	2	
16.	4-400 Z	tetroda	400			1	2	
17.	3CX 400	triada	400			1	2	
18.	GU 74b	tetroda	550			1	2	
19.	3-500 Z	triada	500			1	2	
20.	SRS 457	tetroda	500				1	2
21.	GU 80	pentoda	750				1	2
22.	3CX 800	triada	800				1	2
23.	RE 1000	tetroda	1000					1
24.	3CX 1200	triada	1200					1
25.	3CX 1500	triada	1500					1
26.	GU 43b	tetroda	1500					1
27.	GU 77b	tetroda	1500					1
28.	GS 35b	triada	1500					1
29.	GU 84b	tetroda	2500					1

Tab. 2 Výkonové elektronky pro KV lineární zesilovače

Pol.	Typ elektronky	Po [W]	Ua [kV]	Uf [V]	If [A]	Io [mA]	Ia [A]	Ig1 max [mA]	Pg1 max [W]	S [mA/V]
1.	GU 50	60	1,0	12,6	0,70	30	0,23	8	1	5
2.	SRS 4451	60	0,6	6,3	2,50	30	0,24	10	2	6
3.	6P45S	35	0,7	6,3	2,50	30	0,60	8	1	30
4.	RE 125	125	2,0	5,0	6,60	30	0,25	15	5	4
5.	GU 72	160	1,8	26,0	1,00	40	0,35	5	2	23
6.	GU 33	200	1,5	6,3	5,20	25	0,34	10	2	26
7.	RE Ø25	250	2,0	6,0	2,50	25	0,25	20	2	12
8.	GK 71	250	2,5	20,0	3,30	40	0,36	15	5	5
9.	GU 13	220	2,0	10,0	5,00	40	0,18	15	5	5
10.	GI 7b	350	2,5	12,6	1,90	25	0,60	5	2,5	23
11.	RE 400	400	3,0	5,0	14,00	30	0,35	15	15	5
12.	GU 74b	550	2,0	12,6	3,60	150	0,75	10	2	32
13.	3-500Z	500	3,0	5,0	14,50	160	0,37	115	20	15
14.	T510-1	500	3,0	5,0	15,00	80	0,64	270	40	15
15.	SRS 457	500	5,0	10,0	10,00	50	0,60	40	25	7
16.	GU 80, 81	750	3,0	12,6	10,00	100	0,60	10	10	8
17.	GU 43b	1600	3,3	12,6	6,60	330	1,00	30	5	45
18.	GS 35b	1500	3,0	12,6	3,50	80	0,80	200	26	30
19.	GU 77b	1500	2,2	27,0	3,15	100	2,00	20	3	70
20.	3CX 1500 A7	1500	3,5	5,0	10,50	180	1,00	75	10	30
21.	3CX 1200 A7	1200	4,0	7,5	21,30	240	0,80	250	50	40
22.	3CX 1200 D7	1200	4,0	6,3	25,00	163	0,80	400	50	40
23.	GU 84b	2500	2,2	27,0	3,70	700	2,00	10	1	65

Tab. 3 Přehled obvyklých typických nastavení elektronek

Firma	Typ	Pout [kW]	Elektronka	Cena v [USD]
HENRY	1KD	1.2	3-500Z	
	2KD	2.0	2x3-500Z	
	3KD	1.5 CC	3CX1200A7	
	3K	2.5 CC	3CX1200D7	
AMERITRON	AL811H	0.6	3x 811A	800
	AL572	1.0	4x 572B	1400
	AL1200	1.5	3CX1200D7	2400
	AL1500	1.5	3CX1500	2900
	AL800H	1.5	2x3CX800A7	2400
	AL80	1.0	3-500ZG	1300
	AL82	1,5	2x 3-500Z	2300
QRO	HF1000	1,0	3-500Z	
	HF2000	1,5	2x 3-500Z	
	HF2500	1,5 CC	2x 4CX800	
	HF 3KDX	1,5 CC	4CX1600B	
	HF 3KDX MII	2.0 CC	2x 4CX1600B	
ETO	ALPHA 87A	1,5	2x 3CX800A7	
	ALPHA 89	1,5 CC	2x 3CX800A7	
	ALPHA 99	1,5 CC	2x GU74B	2800
	ACOM 2000	1,5 CC	2x GU74B	5500
TEN-TEC	CENTAUR	0,6	3x 811A	
	CENTURION	1,3	2x 3-500Z	
COMMAND TECHNOLOGIES	HF1250	1,2	3CX800A7	
	HF2500E	2,0 CC	3x 3CX800A7	5700
DRAKE	L4B	1,0	2x 3-500Z	
	L7B	1,2	2x 3-500Z	
	L7	2,0	2x 3-500Z	
UY5ZZ	ZZ1003	0,8	GU74b	
	ZZ1501	1,5	GU43b	
	ZZ2001	2,0	GU84b	
	ZZ2002	2,5 CC	GU79b	

Tab. 4 Přehled vybraných typů PA pro KV s jejich elektronkami

Mezera [mm]	U špičkové [V]
0,4	1000
0,5	1200
0,8	1500
1,0	1800
1,2	2000
1,4	2200
1,5	2500
1,7	2800
1,8	3000
2,0	3200
2,2	3500
2,5	3800
2,7	4000
2,9	4200
3,2	4500
3,4	4800
3,5	5000
3,8	6000
4,5	7000
6,4	9000

Tab.5 Závislost přípustné špičkové hodnoty napětí na otočném vzduchovém kondenzátoru na velikosti vzduchové mezery mezi jeho statorem a rotorem.

Příkon [W]	Kmitočet [MHz]	Průměr [mm]	Průřez [mm ²]	Poznámka (plochý vodič)
25	21 - 28	1,0 - 1,6	0,78 - 2,0	2 x 1
	7 - 14	0,5 - 1,0	0,2 - 0,78	
	1,8 - 3,5	0,3 - 0,5	0,07 - 0,20	
100	21 - 28	1,6 - 2,0	2,0 - 3,14	4 x 1
	7 - 14	1,0 - 1,6	0,78 - 2,0	
	1,8 - 3,5	0,6 - 1,0	0,28 - 0,78	
200	21 - 28	2,0 - 3,3	3,14 - 8,5	4 x 2, 5 x 1
	7 - 14	1,6 - 2,0	2,0 - 3,14	
	1,8 - 3,5	1 - 1,6	0,78 - 2,0	
500	21 - 28	3,3 - 4,0	8,5 - 12,5	5 x 2, 10 x 1
	7 - 14	2,0 - 3,3	3,14 - 8,5	
	1,8 - 3,5	1,6 - 2,0	2,0 - 3,14	
1000	21 - 28	4,0 - 4,4	12,58 - 33,4	10 x 3, 15 x 2
	7 - 14	3,3 - 4,0	8,5 - 12,5	
	1,8 - 3,5	2,6 - 3,3	5,0 - 8,55	

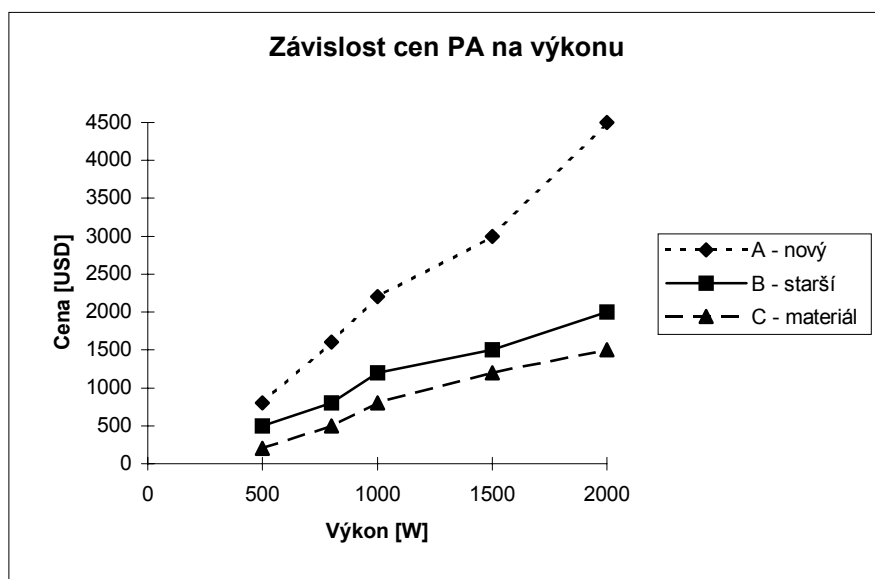
Tab. 6 Minimální průřezy vodičů s ohledem na výkon a kmitočet.

Typ elektronky	Napájecí napětí			Anodový proud		Buzení			
	U _a	U _{g2}	U _{g1}	I _o	I _{max}	U	R _d	P _{out}	Pozn.
	V	V	V	mA	mA	V	Ω	W	
6P15P	300	150	-2,5	15	30	2,5	3,0	2	
GU19	600	250	-20	50	125	20	2,9	50	
GU29	600	225	-18	60	130	18	2,8	50	
	750	225	-20	40	200	25	2,2	100	
GU50	600	250	-45	50	90	45	40	3,2	
	1000	300	-50	30	120	50	5,0	70	
	1200	250	-60	15	125	60	6,0	110	
6P45S	400	175	-60	100	400	60	0,5	150	
GU33b	1500	250	-20	100	250	20	4,8	200	
GK71	1500	600	-105	70	160	105	5,7	140	
	1800	400	-65	40	200	125	4,4	200	
	2000	400	-55	30	220	130	5,5	250	
GU72	1200	250	-40	50	200	40	3,0	150	
GU70b	2000	400	-20	170	300	22	3,0	300	
GU13	2500	750	-90	25	150	90	9,6	250	
	2500	750	-90	25	180	120	8,3	320	
	2500	750	-90	25	360		17K	650	I _{g2} =55 mA
GU74b	2500	300	-32	300	550	32	1,8	800	
GU34b	3000	400	-25	200	600	25	2,0	750	
GU43b	3000	350	-50	150	900	50	2,0	1600	
4CX250	1500	250	-100	50	200			250	I _{g2} =25 mA
	2000	250	-90	50	250			400	I _{g2} =25 mA
	2000	350	-50	50	500		8	650	

Tab. 7 Provozní hodnoty elektronky s buzením do mřížky a uzemněnou katodou

Typ elektronky	Napájecí napětí			Anodový proud		Vstup			Výstup	
	Ua	Ug2	Ug1	Io	Imax	Ubuz	Rvst	Pbuz	Rd	Pout
	V	V	V	mA	mA	V	Ω	W	Ω	W
GU50	1200	250	-60	15	125	60	257	6,6	6,6	110
	1200	0	0	15	125	60	250	10	6,6	110
6P45S	600	175	-70	80	400	75	112	25	0,5	155
G811	1500	-	-	20	160	77	200	15	5,0	160
	1500	-	-5	12	160	85	300	15	6,2	160
GU72	1200	-	-	30	200	52	180	7,5	4,0	160
GU13	2500	-	-	30	200	137	375	25	7,5	350
GK71	2500	-	-	18	250	140	350	36	5,5	350
G17b	2000	-	-28	40	250	40	50	14	4,8	300
GU34b	2000	500	-45	30	800	100	110	50	2,0	900
GU74b	2500	280	-60	100	500	60	40	40	2,0	800
GS35b	3000	-	-25	100	600	96	60	80	2,0	1000
3-500Z	3000	-	-	160	370		115	30	5,0	750
3CX800	3600	-	-	15	500		54	25	2,7	800
3CX1200	4000	-	-	160	800		80	100	2,8	1500

Tab. 8 Provozní hodnoty elektronek s buzením do katody a uzemněnou mřížkou



Graf 1.