

# Návod na stavbu elektronkového zesilovače

## Obsah

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Úvod.....                                                     | 2  |
| 2. Náradí a pomůcky.....                                         | 2  |
| 3. Postup montáže.....                                           | 2  |
| 3.1. Osazení DPS zesilovače součástkami.....                     | 2  |
| 3.2. Osazení DPS magického oka součástkami a montáž do šasi..... | 4  |
| 3.3. Montáž a zapojení potenciometrů.....                        | 6  |
| 3.4. Montáž a zapojení konektorů Jack 6.3.....                   | 7  |
| 3.5. Oživení částí zesilovače.....                               | 8  |
| 4. Závěrečná montáž a kontrola.....                              | 11 |
| 5. Dodatky.....                                                  | 11 |
| 5.1. Úprava zdroje.....                                          | 11 |
| 5.2. Zrušení odporů R27 a R28, náhrada trimrem RV2 200R.....     | 12 |
| 5.3. Změna pozice odporu R35.....                                | 12 |
| 5.4. Změna základního zesílení.....                              | 12 |
| 5.5. Změna pozice trimru RV1.....                                | 12 |
| 6. Přílohy.....                                                  | 12 |
| 6.1. Měření na zesilovači TEKTO 5 ver. 4.6.....                  | 12 |
| 6.2. ECC83 – datasheed.....                                      | 12 |
| 6.3. EM84 – datasheed.....                                       | 12 |
| 6.4. 6L31 – datasheed.....                                       | 12 |

# Návod na stavbu elektronkového zesilovače

# Návod na stavbu elektronického zesilovače

## 1. Úvod

Stavebnice zesilovače je dodávána ve smontovaném stavu (sestavená skříňka s čelním panelem, namontovanými konektory a potenciometry). Uvnitř sestavené skříňky jsou uloženy součástky a komponenty zesilovače. Po rozbalení zesilovače je třeba nejprve zesilovač opatrně rozmontovat. Na čelní straně odšroubujte matice potenciometrů, přepínačů, konektorů a odšroubujte také šroubek v horní části čelního panelu. Čelní panel opatrně oddělte. Pokud je opatřen ochranou fólií na zadní straně, neodstraňujte ji. Panel ochráňte proti poškození zabalením do měkkého papíru a zatím uložte. Vyndejte sáčky se součástkami z horní části zesilovače a zkontrolujte, zda v tomto prostoru nic nezůstalo. Našroubujte matice zpět na konektory, vypínače a potenciometry. Lehce dotáhněte rukou. Pokud se Vám podařilo vyjmout všechny balíčky součástek, není až tak nutné demontovat horní kryt zesilovače. Ale z důvodů možného poškrábání při další montáži, musíte ochránit horní kryt polepením maskovací páskou. Pokud budete chtít horní kryt demontovat, odšroubujte opatrně samořezné šrouby na bočních stranách a zadní straně krytu (11 ks) a kryt sundejte. Zašroubujte šrouby zpět do šasi. Následně demontujte spodní kryt šasi, odmontujte plošný spoj a vyjměte uložené komponenty. Samořezné šroubky zašroubujte zpět do spodní části šasi. Nyní podle přiloženého seznamu zkontrolujte, zda máte všechny součástky. Základní přípravu máte hotovou. Přečtěte si návod!!! Hlavně dodatky, které obsahují vylepšení.

Poznámka:

*Pokud nemáte v dodávce indikaci magickým okem, neosazujte DPS zesilovače součástkami C21, R33, RV1 a konektorem P3\_1. Texty týkající se indikace prosím vynechte.*

## 2. Nářadí a pomůcky

Pro stavbu zesilovače budete potřebovat toto minimum nářadí:

- lámací nůž
- štípací kleště boční
- ploché kleště
- šroubovák křížový
- šroubovák plochý
- pinzeta
- gola sadu s ořechy do ok 13
- mikropájku cca 50 W
- Multimetr (min. 500 V DC; 500 V AC)
- Lisovací kleště na fastony 2,8 a kontakty konektorů – pokud máte, nejsou nutné

Pomůcky:

- tvrdý kartón tloušťky cca 1-1,5 mm
- cín trubičkový Ø 1-2 mm
- kalafuna
- maskovací páska š=50 mm
- krabičky na šroubky
- dřevěné lišty o profilu 20x20 mm, dlouhé asi 25 cm
- kartónovou krabičku cca 20x20 cm, nebo plastovou misku na vývojku s podobným rozměrem

## 3. Postup montáže

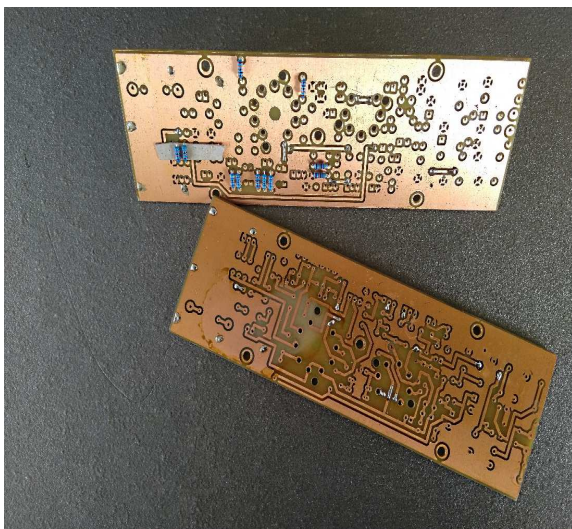
### 3.1. Osazení DPS zesilovače součástkami

Na plastovou misku, nebo kartónovou krabičku položte lišty a na ně umístíte plošný spoj. Z tvrdého kartónu si nastříhejte pásy široké cca 6 mm a dlouhé 30 mm. Dále budete potřebovat

# Návod na stavbu elektronkového zesilovače

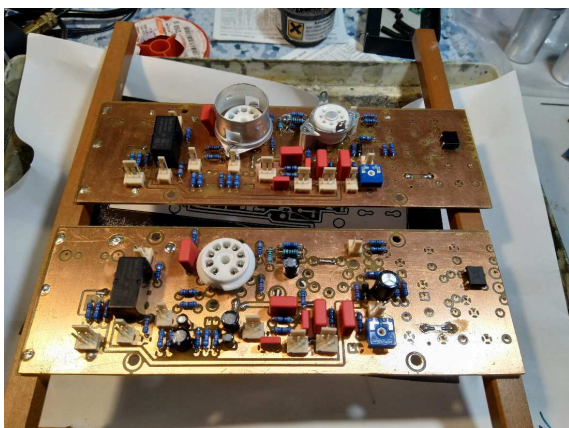
boční štípací kleště, mikropájku, trubičkový cín s tavidlem (nejlépe Ø 1-2 mm, kalafunu, pinzetu, ploché kleště a lepicí pásku.

Zkontrolujte plošný spoj (dále DPS), zda je osazen zapájenými konektory faston 2,8 mm (8ks) a osazen paticemi pro elektronky (liší se typem DPS). Patice demontujte. Pokud není DPS osazen fastony, je třeba nejprve osadit a zapájet tyto konektory do otvorů H6, H7, H8, H9, f11, f12, f21, f22. Pájí se z obou stran DPS. Součástky osazujte postupně od nejnižších po nejvyšší. Začněte odpory 0,6 W-viz obr. 1.



**Obr. 1**

Můžete také postupovat postupně po několika odporech - viz obr. 2. V každém případě kontrolujte před osazením odporů jejich hodnoty ohmmetrem. Barevné značení odporů přináší problém rozlišení barev, kdy může dojít k chybě. Kontrolou hodnot se vyvarujete chyby, která se pak špatně hledá.

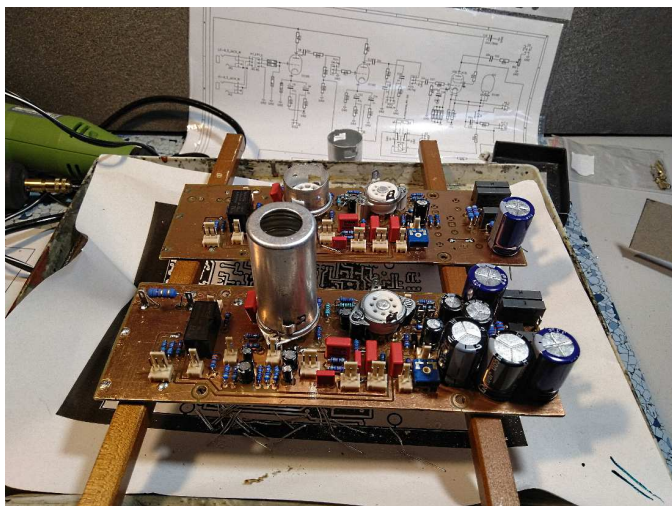


**Obr. 2**

Vývody odporů ohýbejte těsně u těla odporu (pokud nemáme přípravek na ohýbání vývodů součástek) a podle schematu zakládejte do otvorů v DPS na příslušná místa. Pod odpory vložte pásky kartónu, dotlačte na kartón a vývody na druhé straně DPS mírně ohněte směrem od odporu. Tím zajistíte odpory proti vypadnutí při manipulaci s deskou. Postupně osad'te všechny

# Návod na stavbu elektronkového zesilovače

odpory 0,6 W. Až máme všechny odpory 0,6 W osazené, položte na ně o něco větší kartón než je plošný spoj. Na krajích případně zafixujte lepicí, či maskovací páskou. Opatrně otočte plošný spoj vývody součástek nahoru a položte na desku stolu kartónem dolů. Kartón fixuje součástky a brání popálení stolu při pájení. Pomocí lepicí pásky zafixujte plošný spoj na desce stolu, aby se při pájení nehýbal.



**Obr. 3**

Na mikropájce a nastavte cca 250 - 270 °C. Pájejte postupně jednotlivé vývody přiložením hrotu mikropájky na plošku spoje těsně u vývodu a přiložením trubičkového cínu na stejnou plošku. Počkejte, až se cín rozlije po celé plošce. Pokračujeme na další spoj. Nepřidávejte zbytečně moc cínu. Stačí jen kapka. Chce to trochu cviku. Pájecí hrot mikropájky udržujte čistý a pocínovaný. Jakmile zapájíte celou řadu vývodů, zastříhnete je 1,5 mm nad deskou štípacími kleštěmi. Takto pokračujte, až budete mít všechny vývody zapájené a zastřižené. Ochranný kartón oddělte a odstraňte pásky kartónu pod odpory. Překontrolujte, zda máte všechny odpory 0,6 W osazené na správných místech. Pokračujte osazením a zapájením vyšších součástek. Poslední součástky jsou elektrolytické kondenzátory. Pozor na dodržení polarit u elektrolytických kondenzátoru a diod.

Jako poslední osadíte a zapájete do DPS konektory se dvěma a třemi vývody. Pozor na orientaci. Kontrolujte dle osazovacího plánu a 3D zobrazení – viz dokumentace DPS.

Část plošného spoje, kde je umístěn usměrňovač a kondenzátory zdroje, osazujte naposled. Nejprve umístěte všechny odpory 0,6 W 3 mm nad deskou. Odpory s větším výkonem (1W-2W) umístěte 5 mm nad deskou pomocí podložek z kartónu. Pohled na osazenou desku viz Obr. 3.

## **3.2. Osazení DPS magického oka součástkami a montáž do šasi.**

Desku plošného spoje indikace osadíte součástkami dle schematu, zapájete vodiče (délku pečlivě odměřte aby nebyly zbytečně dlouhé) a konce opatříte příslušnými konektory. Pokud nemáte k dispozici krimpovací kleště na fastony a kontakty konektorů, musíte vodiče ke kontaktům pečlivě připájet. Jako poslední osadíte keramickou patici pro elektronku a připájejte. Dejte pozor, aby nebyla připájená křivě. Co nejlépe ji vyrovnejte s deskou spojů. Výsledek by měl vypadat podobně jako na obr. 4, kde ještě nejsou připájené vodiče. Deska je připravena k montáži do šasi.

*Poznámka: Tento díl použijete při ožiování. S montáží do šasi počkejte až po oživení.*



# Návod na stavbu elektronkového zesilovače



Obr. 4

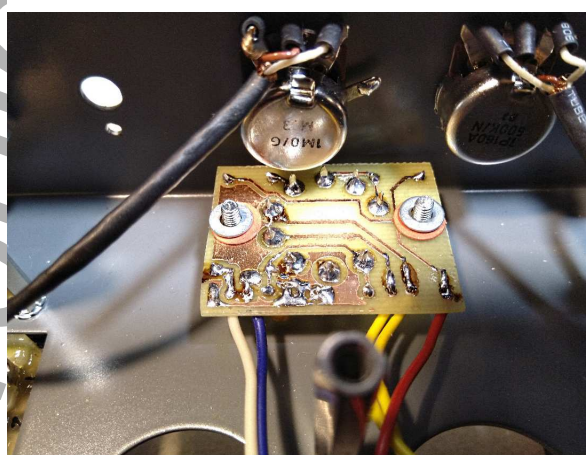


Obr. 5

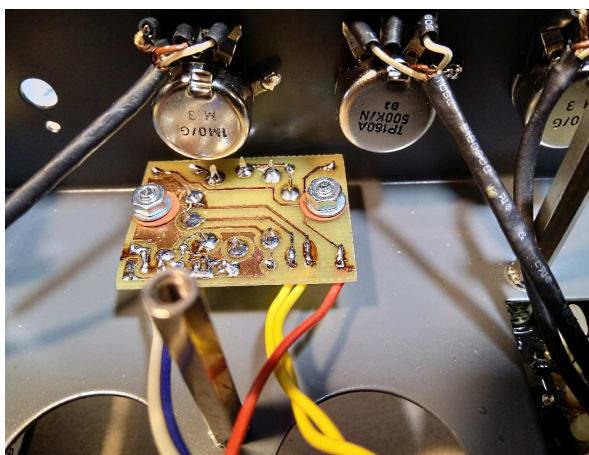
Do otvorů pro šrouby v šasi, vedle otvoru pro patici elektronky, vložte šrouby M3x20 s dvojími pájecími oky - viz obr. 5. Oka neohýbejte, ohnete je později. Šrouby přidržte rukou a šasi obraťte. Na šrouby uvnitř šasi navlečte vějířové podložky, našroubujte matice a lehce rukou utáhněte. Nasad'te distanční podložky - viz obr. 6.



Obr. 6



Obr. 7



Obr. 9



Obr. 8

# Návod na stavbu elektronkového zesilovače

Na šrouby nasuňte desku indikace patící dolů, navlečte izolační podložky, kovové podložky viz obr. 7 a upevněte maticemi viz obr. 9.

Otočte šasi zpět, dotáhněte šrouby křížovým šroubovákem tak, aby se oka trochu protáčely. Tenký plochý šroubovák podložte tenkým kartónem, a vyhněte oka nahoru na obou stranách šroubů viz obr. 8. Pak oka přidržte, dotáhněte šrouby šroubovákem napevno. Pozor, ať neodřete lak na šasi. Zkontrolujte, zda patice lícuje s horní stranou šasi, případně vyrovnejte podložkami pod deskou indikace. Nasadte opatrně elektronku do patice a zkontrolujte zda zobrazovací část elektronky je v rovině s čelní stranou šasi – viz obr. 10, případně korigujte pootočením desky indikace ve šroubech. Po nastavení dotáhněte matice gola klíčem a zajistěte zakápnutím acetonovou barvou. Elektronku opatrně vyjměte z patice a uložte. Tím je montáž a mechanické nastavení indikace signálu dokončeno.



Obr. 10

### 3.3. Montáž a zapojení potenciometrů

Potenciometry vymontujte z šasi a otočte k sobě zadní stranou a vývody nahoru. Jestliže mají potenciometry vývody do DPS, opatrně ohněte tenkou část vývodů plochými kleštěmi směrem k sobě, rovnoběžně s tělesem potenciometru. Pokud jsou vývody pájecí oka, nic nemusíte ohýbat. Nachystejte si cca 6-7 mm dlouhé kousky smršťovací hadičky o  $\varnothing$  3 mm, celkem 9 ks. Naměřte si stíněnou dvoulinku (od potenciometru k desce spojuj i s rezervou cca 4 cm). Odstraňte 1,5 – 2 cm vrchní izolace na obou stranách dvoulinky. Vnitřní vodiče vyjměte z opletení. Opletení z obou vodičů smotejte dohromady na obou stranách dvoulinky (třetí vodič). Odizolujte konce vodičů na obou stranách kabelu a pocínujte je včetně stínění. Těchto kabelů budete potřebovat 3 ks. Pro dva potenciometry 1M/G a vstupy. Kabel pro potenciometr korekcí 500K/N, musíte udělat z dvoulinky a a jednoho stíněného vodiče odtrženého z dvoulinky. Kabel musí mít tři stíněné vodiče, které spojíte dohromady smršťovací hadičkou. Barvy vnitřních vodičů – červená a dvě bílé. Odstraňte 1,5 – 2 cm vrchní izolace na obou stranách stíněných vodičů. Vnitřní vodiče vyjměte z opletení. Opletení smotejte dohromady na jedné straně kabelu. Na druhé straně opletení odstříhnete. Z konců vodičů odstraňte izolaci a pocínujte je včetně stínění na jedné straně. Potenciometr 1M/G upněte do svěráku za osu, zadní stranou k sobě. Na vodiče a stínění nasuňte smršťovací hadičky a vodiče připájejte na vývody potenciometrů. Na levý, krajní vývod potenciometru připájejte stínění, na prostřední vývod červený vodič a pravý vývod bílý. Počkejte až spoje vychladnou nasuňte na ně hadičky. Zahřejte horkým vzduchem z pistole. Stejným způsobem udělejte kabel pro druhý potenciometr 1M/G. Pro potenciometr 500k/N použijete stíněnou trojlinku. Pájíme levý vývod-bílý vodič, střední vývod-rudý vodič, pravý vývod-bílý vodič. Stínění připájejte na zemní

# Návod na stavbu elektronického zesilovače

vývod tělesa potenciometru. Na druhé konce kabelů připejíte kontakty konektorů PFH02-03P zásuvka.

Když se podíváte na desku spojů ze strany potisku, vidíte popisky pro umístění 4 konektorů se třemi vývody. Pro tři potenciometry POT1, POT2, POT3 a vstupy P7\_1. Pro správné zapojení konektorů uplatněte toto pravidlo: u každého konektoru vidíte, že jedna pájecí ploška je čtvercová. To je vývod č. 1. Vývod č. 2 je uprostřed a č. 3 je na pravé straně.

U POT1 a POT3 je vývod č. 3 spojen se zemí DPS. Těleso zásuvky si natočte tak, jako by bylo nasunuto na konektoru. Pro obě zásuvky: do pozice 3 zasuněte kontakt se stíněním, do pozice 2 s rudým vodičem a do pozice 1 s bílým vodičem. Propojte stínění vodiče na potenciometrů s pájecími oky na potenciometrech.

U POT2 není žádný vodič spojen se zemí DPS. Do pozice 1 s bílým vodičem, do pozice 2 s rudým vodičem, pozice 3 s bílým vodičem. Stínění vodičů je smotáno dohromady na straně potenciometru a připejmeno na zemnicí oko potenciometru. Nezapomeňte zemnicí oka všech potenciometrů propojit vodičem!!!

Poznámka: *Tento díl použijete při ožívání. S montáží do šasi počkejte až po oživení.*

Pokud při ožívání zjistíte, že korekce pracují obráceně, prohodíte kontakty s bílými vodiči v tělese zásuvky konektoru.

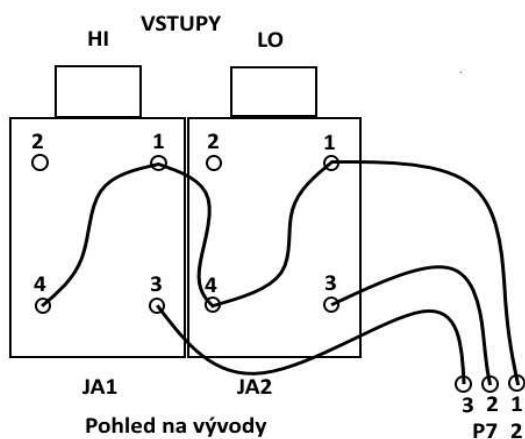
Po oživení a otestování funkcí zesilovače, namontujte potenciometry do šasi z levé strany v pořadí 1M/G (logaritmický), 500K/N (lineární) a 1M/G (logaritmický). Na obr. 9 vidíte jak je to provedeno.

Poznámka:

*Některé stavebnice mohou mít na vodičích již nalisované kontakty do konektorů. To vám ušetří práci s pájením.*

## 3.4. Montáž a zapojení konektorů Jack 6.3

Povolte a odšroubujte dva sloupky u vstupních konektorů Jack 6.3. Budete mít více místa pro demontáž konektorů. Oba vstupní konektory vymontujte. Konektory položte vedle sebe na kartón a propojte dle obr. 11, včetně stíněného vodiče s konektorem do DPS. Stíněný vodič nezkracujte.



Obr. 11

Poznámka:

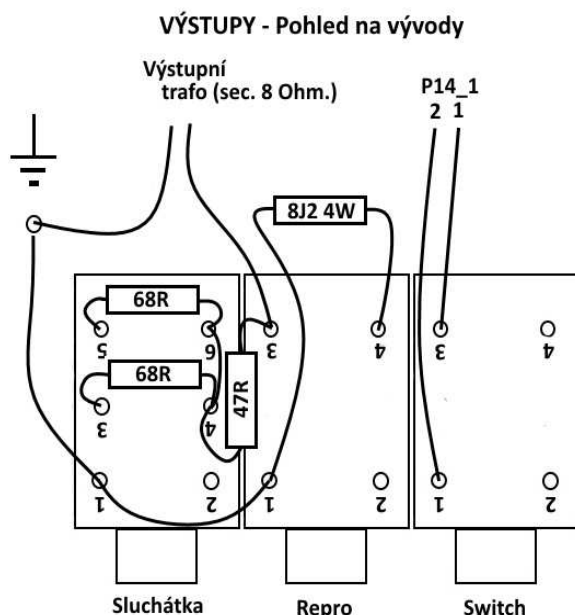
*Propojené vstupní konektory použijete na oživení a testování zesilovače. Po otestování zesilovače je namontujete zpět.*

*Po*



# Návod na stavbu elektronického zesilovače

Výstupní konektory rovněž vymontujte a (kromě konektoru JA5, který použijete pro připojení reproduktoru při testování) propojte dle obr. 12. Po ukončení oživení zesilovače je vrátíte zpět a dokončíte propojení a připojení na výstupní trafo.



Obr. 12

Poznámka:

*Zátěžový odpor R35/8J2 nemusíte nutně osazovat do DPS. Můžete ho zapojit přímo na konektoru JA\_4, viz obr. 12*

## 3.5. Oživení částí zesilovače

**U procesu oživování dbejte prosím na maximální bezpečnost. Uvědomte si, že na desce spojů a součástkách se vyskytuje napětí až 300 V stejnosměrných. Na součástky nesahejte rukou, dokud je zapojení připojeno k síti. Po odpojení od sítě vyčkejte cca 30 sec. až se vybijí kondenzátory, než budete manipulovat s deskou spojů. Dbejte zvýšené opatrnosti a než na cokoliv sáhnete přesvědčte se, že je síťový kabel zařízení odpojen od 230 V AC !!!!**

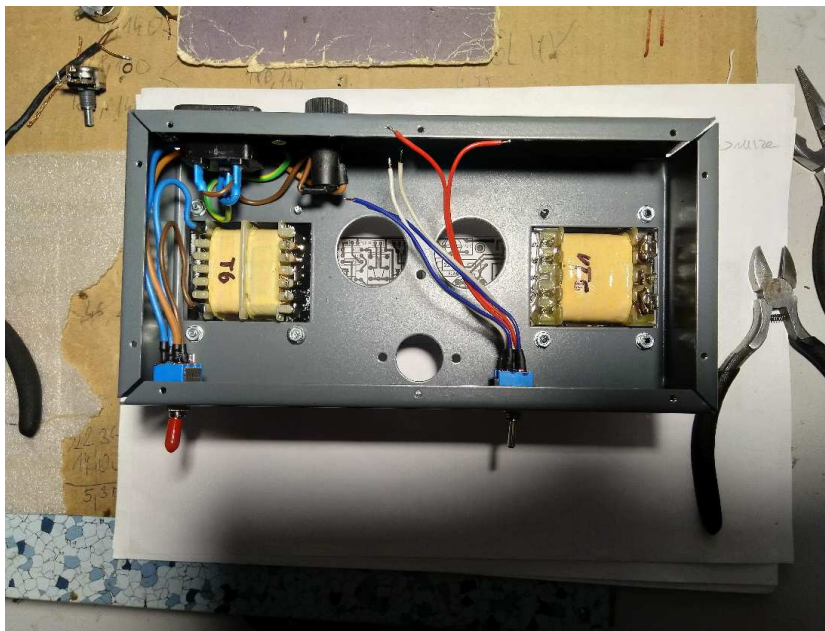
Oživování osazeného zesilovače provedeme mimo šasi. Osazenou desku spojů položte na tvrdý papír kartón A4, nebo tvrdou plastovou izolační podložku. Nachystejte si pracoviště:

Na čtyři kousky vodičů s naletovanými (nalisovanými) zásuvkami faston 2,8 mm, naletujte prodlužovací vodiče cca 30-40 cm. Místa spájení izolujte smršťovací hadičkou. Síťové trafo (Tx) v šasi je již zapojené a funkční. Zkontrolujte zda je upevněný vypínač a vložena pojistka do pouzdra viz obr. 12. Prohlédněte si vývody síťového trafo, sekundární strana je dovnitř šasi. Ohmmetrem zjistíte, které vinutí je 230 VAC (cca 180 Ohm), a které vinutí je 6,3 VAC (0,5 Ohm). Primární vinutí 230 VAC má cca 95 Ohm. výstupy z trafo si popište lihovou fixou - 6,3 VAC a 230 VAC.



# Návod na stavbu elektronkového zesilovače

Připojte síťový kabel do zásuvky v šasi a následně do sítě. Ještě bude nutno zapnout vypínač. Střídavým voltmetrem zkontrolujte na sekundární straně trafo obě uvedená napětí. Změřte také napětí na primární straně trafo. Hodnoty naměřených napětí si poznačte. Odpojte síťový kabel ze zásuvky. Patrně naměříte vyšší napětí. To je správně, trafo není zatížené. Připájejte dva



**Obr. 13**

prodloužené vodiče s fastony na označené svorky napětí 6,3 VAC, na sekundární straně síťového trafo.

Poznámka:

***Síťové napětí 230 VAC, připojujte a odpojujte vždy zastrčením a vytažením síťového kabelu ze zásuvky!!!!***

- ohmmetrem zkontrolujte, zda svorky na DPS označené H8, H9 a F11, F21 nemají zkrat
- na svorky H8, H9 připojte 6,3 V z trafo, provedete kontrolu zdroje nízkým napětím
- zapněte síť 230VAC, a kontrolujte napětí na všech kondenzátorech zdroje - cca 9V DC
- krokosvorkou vyzkratujte vývody konektoru Ua1 (P15\_1) a měřte na patici elektronky UA2 vývod 5 cca 9V – vývody se počítají zespodu DPS
- zkrat zrušte a měřte napětí na odporech R12 a R20 – cca 9V
- odpojte síť 230V AC a vodiče 6,3V přepojte na svorky F11 a F21
- zapněte síť 230VAC, měřte na patici elektronky UA2 mezi svorkami 3 a 4 napětí > 6,3V;
- na patici elektronky U1C mezi svorkami 4,5 (propojené) a 9 napětí > 6,3V (viz schema)
- odporem 470R vyzkratujte kontakty konektoru SWITCH (P14\_1), relé K1 musí sepnout, odpojte síť 230VAC
- je-li vše podle popisu, opatrně zasuňte elektronky do patic, zapněte síť 230VAC, žhavení elektronek se rozsvítí. Odpojte síť 230V AC
- první část ožívání máte za sebou

# Návod na stavbu elektronkového zesilovače

Připravte si další prodloužené vodiče s fastony 2.8 mm a připájejte je na označené svorky napětí 230 VAC, na sekundární straně trafo. Fastony nastrčte na vývody H8, H9. Dále si připravte dva delší vodiče se zásuvkou P15\_2 (Ua1), kterou nastrčíte na konektor P15\_1 (Ua1). Pocínované konce připájejte na primární stranu (dovnitř šasi) výstupního trafo VTx na krajní svorky. Kontrola ohmmetrem na těchto svorkách ukáže cca 192 Ohm. Na sekundární stranu (dva široké vývody faston) připájejte dva alespoň 20 cm dlouhé vodiče zakončené konektorem JA4. Vodiče připájejte na vývody 1, 4, konektoru. Připravte si potenciometry s konektory, vstupní konektory s konektorem do DPS a modul indikace (pro verzi s indikací magickým okem). Delším žlutozeleným vodičem, propojte zemní vývod kondenzátoru C4 (ze spodní strany DPS), se zemnicím bodem na šasi u pouzdra pojistky. Projděte si, zda máte vše zapojeno správně. Připravte si voltmetr pro měření AC a DC napětí cca 300 V. Měřicí body s očekávanými hodnotami napětí jsou následující:

- H8, H9 cca 230 VAC
- vývod R8 u C4 cca 265 VDC
- vývod R2 u C1 cca 250 VDC
- vývod R1 u C19 cca 262 VDC
- vývody R1 – úbytek by měl být 4,5 VDC (tzn. proud 2. mřížkou 4,5 mA)
- vývod R9 u katody U1A cca 1,2 VDC
- vývod R20 u katody U1B cca 0,7 VDC
- vývody R26, R50, R51, R52, u el. 6L31 – od 12,3 VDC do 12,6 VDC (závisí na napětí na anodě a parametrech elektronky; při hodnotě odporu 250 Ohm, elektronkou poteče proud 49,5-50 mA; je to součet proudů anody 45 mA a 2. mřížky 4,5 mA; pokud se bude napětí na katodovém odporu výrazně lišit, napište)
- uvedené hodnoty platí při 230VAC na svorkách H8, H9
- napětí v síti může kolísat  $\pm 10\%$ , takže můžete naměřit nižší, či vyšší hodnoty úměrné vstupnímu napětí
- naměřené hodnoty si zapište
- projděte si měrné body před připojením sítě, aby jste měli představu kde měřit
- připojte síť 230 VAC a počkejte 2 sec., než začnete měřit, měření opakujte 2 x
- odpojte síť 230 VAC

Pokud je vše podle předpokladů, připojte potenciometry, přepínač BOOST, vstupní, výstupní konektor a reproduktor. Potenciometry natočte na minimum. Pro účel testu propojte zemnicí body na tělesech potenciometrů se zemí na DPS.

- připojte síť 230 VAC
- natočte pot3 (VOLUME) na cca polovinu, pot2 (TONE) na střed a pot1 (GAIN) na min.
- mělo by se ozývat slabé bručení, případně šum
- do vstupu zapojte kabel a zafixujte ho tak, aby nemohl strhnout celé zapojení ze stolu
- pootočte GAIN cca na 1/3, bručení by se mělo zvýšit
- dotkněte se středového vodiče vstupního kabelu, bručení by se mělo zvýšit výrazně
- stáhněte GAIN a připojte kytaru

# Návod na stavbu elektronkového zesilovače

- vyzkoušejte rozsah hlasitosti (VOLUME), korekce (TONE-doleva potlačení výšek, doprava potlačení hloubek) a zesílení (GAIN)
- vyzkoušejte přepínač BOOST – uprostřed neaktivní, 1. poloha zdůraznění hlubokých tónů, 2. poloha zdůraznění vysokých tónů
- odpojte síť 230 VAC

Pokud máte hotový modul indikace, připojte žhavení na zbývající svorky Fxx na DPS, zapojte konektor P3\_2 na P3\_1 a přileťte napájení 250 V na kondenzátor C1 zespodu DPS. Natočte trimr RV1 na polovinu.

- připojte síť 230 VAC
- připojte kytaru a indikace by měla reagovat na úderý do strun
- stáhněte GAIN, BOOST v poloze nula a vytočte VOLUME na maximum
- vytočte GAIN do polohy, kdy ještě nedochází k výraznému zkreslení
- natavte trimr RV1 tak, aby se při úderech do strun překryly zelené segmenty ve špičce cca o 0,5 - 1 mm
- tímto způsobem jsou všechny komponenty zesilovače odzkoušeny

Poznámka:

*Pokud se v této části oživování vyskytnou odchylky od popisu v návodu, se kterými si nevíte rady, kontaktujte nás.*

## 4. Závěrečná montáž a kontrola

Testovací zapojení rozpojte, namontujte všechny komponenty na své místo do šasi a připájejte na trafa vodiče původní délky. Na koncovou elektronku nasadte upevňovací pružinu a na ECC83 stínění. Dokončete zapojení vstupních a výstupních konektorů a připojení výstupního transformátoru. Po kontrole zapojení postupně připojte konektory síťového a výstupního trafa, také ostatních komponentů k desce spojů. Dbejte na to, aby vodiče byly co nejdále od elektronek. Opatrně položte desku spojů na sloupky a přišroubujte ji. Dokompletujte zesilovač a vyzkoušejte.

## 5. Dodatky

### 5.1. Úprava zdroje

Úprava je výsledkem optimalizace zdroje na SW simulátoru. I když je zdroj ověřen v praxi, má po optimalizaci lepší rozdělení napětí a lepší hodnoty filtrace brumu, změnou hodnot některých odporů a drobnou úpravou spoje.

- R8 zvýšit na 330R- 470R/2W (optimální hodnota 390R/2W) montáž na výšku, na delší vývod navléknout silikonovou hadičku
- odpor R7 rovněž montovat na výšku, na delší vývod navléknout silikonov hadičku
- Přerušit na straně odporu R1 spoj , který vede na R2 a C2, ze spodní strany DPS. Odpojený vývod R1 propojit izolovaným kouskem vodiče na C3. Napájení druhé mřížky 6L31 je nyní přes odpor R1 z kladného pólu C3 (mezi odpory R3 a R7).
- R3 změna na 2K2/0,6W

# Návod na stavbu elektronkového zesilovače

## 5.2. Zrušení odporů R27 a R28, náhrada trimrem RV2 200R

Trimrem se při ožiování nastavuje minimální brum. Vývody trimru opatrně natvarujte tak, aby trimr šel zapájet místo odporů R27 a R28 tak, že střední vývod trimru zasunete do otvoru po odporu R27 spojeného se zemí a krajní vývody trimru zasunete do otvorů spojených se žhavením elektronek 6,3 V.

## 5.3. Změna pozice odporu R35

Zátěžový odpor R35/8J2 nemusí být nutně osazen do DPS. Je výhodnější připájet ho přímo na konektor JA\_4, viz obr. 12. Trochu to zjednoduší zapojování. Na vývody je třeba navléknout tenkou izolační silikonovou hadičku.

## 5.4. Změna základního zesílení

Změnu odporového děliče, která zvyšuje základní zesílení, provedete takto: místo odporu R14, zapájíte odpor R15 s hodnotou 150K. Místo odporu R15 zapájíte odpor R16 s hodnotou 330k.

## 5.5. Změna pozice trimru RV1

U varianty zesilovače s indikátorem EM84 se trimr RV1 pájí ze strany spojů pro sbadnější nastavení indikátoru.

## 6. Přílohy

### 6.1. Měření na zesilovači TEKTO 5 ver. 4.6

### 6.2. ECC83 – datasheed

### 6.3. EM84 – datasheed

### 6.4. 6L31 – datasheed



**Příloha 6.1.****Měření na zesilovači TEKTO 5 ver. 4.6****Měření zesílení a výkonu**

| Měřicí body | Napětí  | Zesílení | Šlapka  |          | Šlapka+přepínač na A |          | Šlapka+přepínač na B |          |
|-------------|---------|----------|---------|----------|----------------------|----------|----------------------|----------|
|             |         |          | Napětí  | Zesílení | Napětí               | Zesílení | Napětí               | Zesílení |
| Vstup       | 0,060 V |          | 0,060 V |          | 0,060 V              |          | 0,060 V              |          |
| Ug11        | 0,037 V |          | 0,037 V |          | 0,037 V              |          | 0,037 V              |          |
| Upot1/šp1   | 0,450 V | 12       | 0,670 V | 19       | 2,000 V              | 54       | 2,000 V              | 54       |
| Upot2/šp2   | 5,700 V | 13       | 7,500 V | 12       | 19,300 V             | 10       | 19,300 V             | 10       |
| Upot2/šp3   |         |          |         |          |                      |          |                      |          |
| Upot2/šp1   |         |          |         |          |                      |          |                      |          |
| Upot3/šp1   | 5,700 V |          | 7,500 V |          | 19,300 V             |          | 19,300 V             |          |
| Uvýst.      | 3,800 V | 1,8 W    | 4,100 V | 2,1 W    | 6,200 V              | 4,8 W    | 6,200 V              | 4,8 W    |

Frekvence 1000 Hz

POT1 naplno

POT2 střed

POT3 naplno (krátké měření - max. 15 sec. - hrozí spálení zatěžovacího odporu)

Zátěž 8 Ohm

Frekvenční rozsah

70Hz ~ 19 Khz Pokles na krajích – 3 dB, zvlnění v pásmu  $\pm 2$  dB

Výkon 2 W, POT2 na střed

Měřeno osciloskopem Hantek

CH1 1:1

CH2 1:10

Přesnost měření  $\pm 5\%$

## Měření VAC a VAD

| Sít' – trafo | naprázdno | Sít' – trafo | zatížené |
|--------------|-----------|--------------|----------|
| prim:        | 230 VAC   | prim:        | 230 VAC  |
| sec1:        | 256 VAC   | sec1:        | 245 VAC  |
| sec2:        | 7 VAC     | sec2:        | 6,7 VAC  |

**Zdroj: R8=390 Ohm**

|          |         |       |         |
|----------|---------|-------|---------|
| M1 (C5): | 288,0 V |       |         |
| M2 (C4): | 277,0 V | Ua    | 274,0 V |
| M3 (C3): | 273,0 V | Ug2   | 268,0 V |
| M4 (C2): | 266,0 V |       |         |
| M5 (C1): | 266,0 V | Ua1,2 | 256,0 V |

**6L31: Rk=270 Ohm**

|          |         |         |
|----------|---------|---------|
| M2 (C4): | 277,0 V | 275,0 V |
| Ua       | 274,0 V | 272,0 V |
| Ug2      | 269,0 V | 267,0 V |
| Urk      | -13,0 V | -12,9 V |
| Ia0      | 45 mA   | 45 mA   |
| Ig20     | 4,5 mA  | 4,5 mA  |

**ECC 83**

|          |         |         |
|----------|---------|---------|
| M5 (C1): | 259,0 V | 256,0 V |
| Ua1      | 167,0 V | 165,0 V |
| Uk1      | 1,0 V   | 1,2 V   |
| Rk1      | 1K5     | 1K5     |
| Ua2      | 145,0 V | 143,0 V |
| Uk2      | 0,9 V   | 0,9 V   |
| Rk2      | 820 R   | 820 R   |

Přesnost měření  $\pm 5\%$

## A.F. DOUBLE TRIODE

Double triode intended for use as A.F. amplifier.

| QUICK REFERENCE DATA<br>(each unit) |       |     |      |
|-------------------------------------|-------|-----|------|
| Anode current                       | $I_a$ | 1.2 | mA   |
| Transconductance                    | $S$   | 1.6 | mA/V |
| Amplification factor                | $\mu$ | 100 | -    |

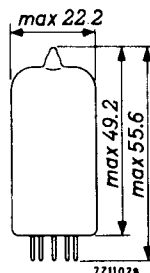
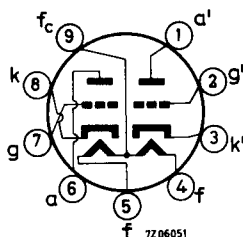
**HEATING:** Indirect by A.C. or D.C.; series or parallel supply

|                |       |         |      |     |
|----------------|-------|---------|------|-----|
| Heater voltage | $V_f$ | 6.3     | 12.6 | V   |
| Heater current | $I_f$ | 300     | 150  | mA  |
|                | pins  | 9-(4+5) | pins | 4-5 |

### DIMENSIONS AND CONNECTIONS

Dimensions in mm

Base: Noval



### REMARK

With  $V_f$  applied to pins 9 and 4+5 and the centre tap of the heater transformer connected to earth, the triode section connected to pins 6, 7 and 8 is the more favourable section of the tube with respect to hum.

**CAPACITANCES**

|                          |              |           |    |
|--------------------------|--------------|-----------|----|
| Grid to all except anode | $C_{g(a)}$   | 1.6       | pF |
|                          | $C_{g'(a')}$ | 1.6       | pF |
| Anode to all except grid | $C_{a(g)}$   | 0.33      | pF |
|                          | $C_{a'(g')}$ | 0.23      | pF |
| Anode to grid            | $C_{ag}$     | 1.6       | pF |
|                          | $C_{a'g'}$   | 1.6       | pF |
| Grid to heater           | $C_{gf}$     | max. 0.15 | pF |
|                          | $C_{g'f}$    | max. 0.15 | pF |
| Anode to anode           | $C_{aa'}$    | max. 1.2  | pF |
| Anode to grid other unit | $C_{ag'}$    | max. 0.11 | pF |
| Grid to anode other unit | $C_{ga'}$    | max. 0.1  | pF |
| Grid to grid             | $C_{gg'}$    | max. 0.01 | pF |

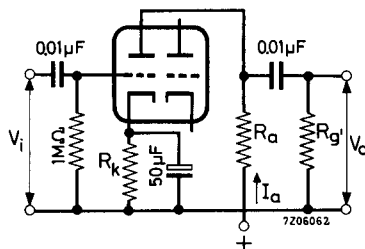
**TYPICAL CHARACTERISTICS**

|                      |       |      |      |            |
|----------------------|-------|------|------|------------|
| Anode voltage        | $V_a$ | 100  | 250  | V          |
| Grid voltage         | $V_g$ | -1.0 | -2.0 | V          |
| Anode current        | $I_a$ | 0.5  | 1.2  | mA         |
| Transconductance     | $S$   | 1.25 | 1.6  | mA/V       |
| Amplification factor | $\mu$ | 100  | 100  | -          |
| Internal resistance  | $R_i$ | 80   | 62.5 | k $\Omega$ |



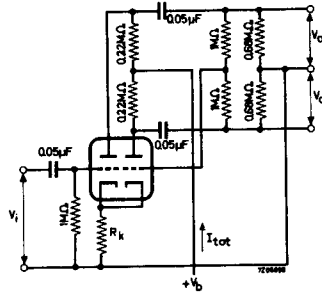
## OPERATING CHARACTERISTICS

As A.F. amplifier, one unit

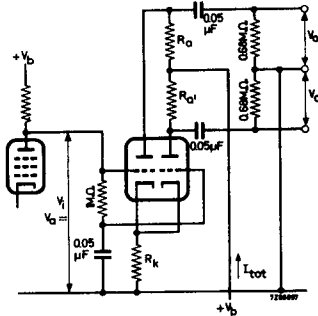


|                                      |           |      |      |      |      |      |                  |
|--------------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------------------|
| Supply voltage                       | $V_b$     | 200  | 250  | 300  | 350  | 400  | V                |
| Anode resistor                       | $R_a$     | 47   | 47   | 47   | 47   | 47   | k $\Omega$       |
| Grid resistor next stage             | $R_{g'}$  | 150  | 150  | 150  | 150  | 150  | k $\Omega$       |
| Cathode resistor                     | $R_k$     | 1500 | 1200 | 1000 | 820  | 680  | $\Omega$         |
| Anode current                        | $I_a$     | 0.86 | 1.18 | 1.55 | 1.98 | 2.45 | mA               |
| Voltage gain                         | $V_o/V_i$ | 34   | 37.5 | 40   | 42.5 | 44   | -                |
| Output voltage ( $I_g = 0.3 \mu A$ ) | $V_o$     | 18   | 23   | 26   | 33   | 37   | V <sub>RMS</sub> |
| Total distortion                     | $d_{tot}$ | 8.5  | 7.0  | 5.0  | 4.4  | 3.6  | %                |
| Supply voltage                       | $V_b$     | 200  | 250  | 300  | 350  | 400  | V                |
| Anode resistor                       | $R_a$     | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | k $\Omega$       |
| Grid resistor next stage             | $R_{g'}$  | 330  | 330  | 330  | 330  | 330  | k $\Omega$       |
| Cathode resistor                     | $R_k$     | 1800 | 1500 | 1200 | 1000 | 820  | $\Omega$         |
| Anode current                        | $I_a$     | 0.65 | 0.86 | 1.11 | 1.40 | 1.72 | mA               |
| Voltage gain                         | $V_o/V_i$ | 50   | 54.5 | 57   | 61   | 63   | -                |
| Output voltage ( $I_g = 0.3 \mu A$ ) | $V_o$     | 20   | 26   | 30   | 36   | 38   | V <sub>RMS</sub> |
| Total distortion                     | $d_{tot}$ | 4.8  | 3.9  | 2.7  | 2.2  | 1.7  | %                |
| Supply voltage                       | $V_b$     | 200  | 250  | 300  | 350  | 400  | V                |
| Anode resistor                       | $R_a$     | 220  | 220  | 220  | 220  | 220  | k $\Omega$       |
| Grid resistor next stage             | $R_{g'}$  | 680  | 680  | 680  | 680  | 680  | k $\Omega$       |
| Cathode resistor                     | $R_k$     | 3.3  | 2.7  | 2.2  | 1.5  | 1.2  | k $\Omega$       |
| Anode current                        | $I_a$     | 0.36 | 0.48 | 0.63 | 0.85 | 1.02 | mA               |
| Voltage gain                         | $V_o/V_i$ | 56   | 66.5 | 72   | 75.5 | 76.5 | -                |
| Output voltage ( $I_g = 0.3 \mu A$ ) | $V_o$     | 24   | 28   | 36   | 37   | 38   | V <sub>RMS</sub> |
| Total distortion                     | $d_{tot}$ | 4.6  | 3.4  | 2.6  | 1.6  | 1.1  | %                |

As phase inverter



|                                      |           |      |      |           |
|--------------------------------------|-----------|------|------|-----------|
| Supply voltage                       | $V_b$     | 250  | 350  | V         |
| Cathode resistor                     | $R_k$     | 1200 | 820  | $\Omega$  |
| Total current                        | $I_{tot}$ | 1.08 | 1.70 | mA        |
| Voltage gain                         | $V_o/V_i$ | 58   | 62   | -         |
| Output voltage ( $I_g = 0.3 \mu A$ ) | $V_o$     | 35   | 45   | $V_{RMS}$ |
| Total distortion                     | $d_{tot}$ | 5.5  | 3.5  | %         |



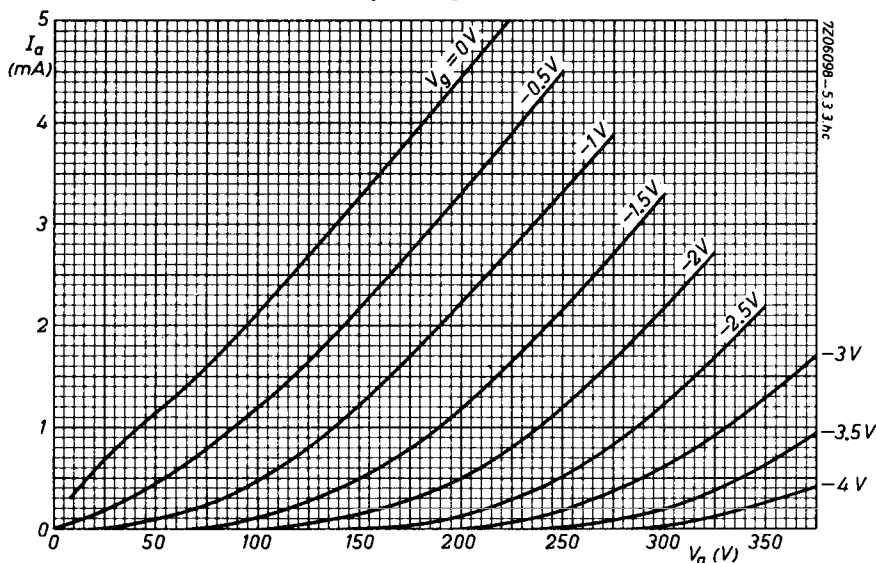
|                                      |           |     |     |           |
|--------------------------------------|-----------|-----|-----|-----------|
| Supply voltage                       | $V_b$     | 250 | 350 | V         |
| Anode voltage                        | $V_a$     | 65  | 90  | V         |
| Total current                        | $I_{tot}$ | 1   | 1.2 | mA        |
| Cathode resistor                     | $R_k$     | 68  | 82  | $k\Omega$ |
| Anode resistor                       | $R_a$     | 100 | 150 | $k\Omega$ |
| Anode resistor                       | $R_{a'}$  | 100 | 150 | $k\Omega$ |
| Voltage gain                         | $V_o/V_i$ | 25  | 27  | -         |
| Output voltage ( $I_g = 0.3 \mu A$ ) | $V_o$     | 20  | 35  | $V_{RMS}$ |
| Total distortion                     | $d_{tot}$ | 1.8 | 1.8 | %         |

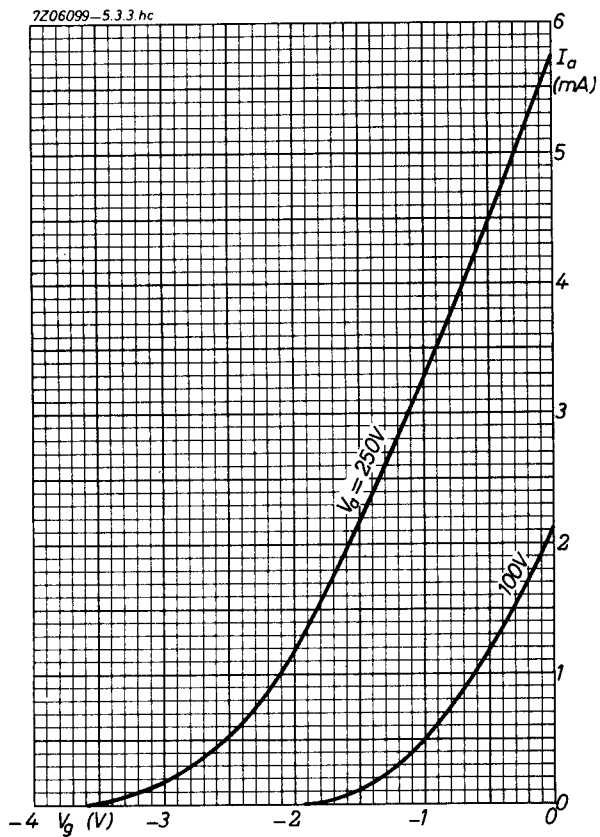
**LIMITING VALUES** (Design centre rating system)

|                                                                     |          |                     |
|---------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|
| Anode voltage                                                       | $V_{a0}$ | max. 550 V          |
|                                                                     | $V_a$    | max. 300 V          |
| Anode dissipation                                                   | $W_a$    | max. 1 W            |
| Cathode current                                                     | $I_k$    | max. 8 mA           |
| Grid voltage                                                        | $-V_g$   | max. 50 V           |
| Grid resistor (automatic bias)                                      | $R_g$    | max. 2 M $\Omega$   |
| Cathode to heater voltage                                           | $V_{kf}$ | max. 180 V          |
| Cathode to heater circuit<br>resistance in phase splitting circuits | $R_{kf}$ | max. 150 k $\Omega$ |

**REMARK**Microphony and hum

This tube can be used without special precautions against microphony in equipment in which the input voltage  $V_i \geq 5$  mV for an output of 50 mW (or 50 mV for an output of 5 W) provided the average acceleration of the tube is not greater than indicated in the section "Microphonic effect" of the "Application directions". In this case the disturbance level for hum and noise will be better than -60 dB when the centre tap of the heater has been earthed,  $R_g \leq 0.5$  M $\Omega$  and the cathode resistor is sufficiently decoupled.





# PHILIPS

## Data handbook



**Electronic  
components  
and materials**

### ECC83

| page | sheet | date       |
|------|-------|------------|
| 1    | 1     | 1970.01    |
| 2    | 2     | 1970.01    |
| 3    | 3     | 1970.01    |
| 4    | 4     | 1970.01    |
| 5    | 5     | 1970.01    |
| 6    | 6     | 1970.01    |
| 7    | FP    | 1999.08.14 |

INDICATOR TUBE with amplifying triode for use as tuning indicator or for modulation control

TUBE INDICATEUR avec triode amplificatrice pour utilisation comme indicateur de syntonisation ou pour contrôler la modulation

ANZEIGERÖHRE mit Verstärkertriode zur Verwendung als Abstimmungsanzeigeröhre oder für Aussteuerungskontrolle

Heating : indirect by A.C. or D.C.

parallel supply

Chauffage: indirect par C.A. ou C.C.

alimentation parallèle

Heizung : indirekt durch Wechsel-

oder Gleichstrom; Paral-

elspeisung

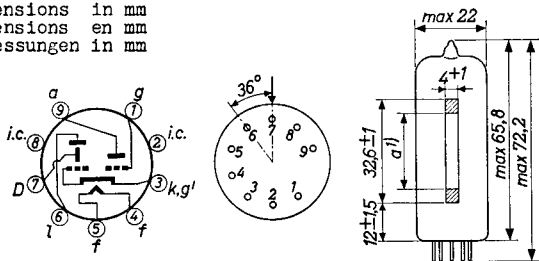
$$V_f = 6,3 \text{ V}$$

$$I_f = 210 \text{ mA}$$

Dimensions in mm

Dimensions en mm

Abmessungen in mm



Base, culot, Sockel: NOVAL

Operating characteristics (D connected with a)

Caractéristiques d'utilisation (D relié à l'anode)

Betriebsdaten (D mit a verbunden)

|           |   |                    |            |
|-----------|---|--------------------|------------|
| $V_b$     | = | 250                | V          |
| $V_l$     | = | 250                | V          |
| $R_{a,D}$ | = | 470                | k $\Omega$ |
| $R_g$     | = | 3                  | M $\Omega$ |
| $V_{bg}$  | = | 0 -22              | V          |
| $I_{a+D}$ | = | 0,45               | 0,06 mA    |
| $I_l$     | = | 1,0                | 1,8 mA     |
| a         | = | 21±5 <sup>1)</sup> | 0 mm       |

<sup>1)</sup> Shadow length  
Longueur d'ombre  
Schattenlänge



INDICATOR TUBE with amplifying triode for use as tuning indicator or for modulation control

TUBE INDICATEUR avec triode amplificatrice pour utilisation comme indicateur de syntonisation ou pour contrôler la modulation

ANZEIGERÖHRE mit Verstärkertriode zur Verwendung als Abstimmungsanzeigeröhre oder für Aussteuerungskontrolle

Heating : indirect by A.C. or D.C.  
parallel supply

Chauffage: indirect par C.A. ou C.C.  
alimentation parallèle

Heizung : indirekt durch Wechsel-  
oder Gleichstrom  
Parallelspeisung

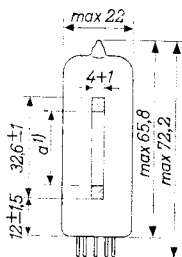
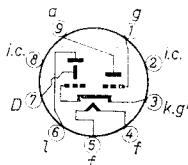
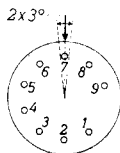
$$V_f = 6,3 \text{ V}$$

$$I_f = 210 \text{ mA}$$

Dimensions in mm

Dimensions en mm

Abmessungen in mm



Base, culot, Sockel: NOVAL

The arrow near pin 7 indicates the viewing direction

La flèche près de la broche 7 indique le sens d'observation

Der Pfeil bei Stift 7 bezeichnet die Blickrichtung

Operating characteristics (D connected to a)

Caractéristiques d'utilisation (D relié à l'anode)

Betriebsdaten (D mit a verbunden)

|           |   |              |            |
|-----------|---|--------------|------------|
| $V_b$     | = | 250          | V          |
| $V_f$     | = | 250          | V          |
| $R_{a,D}$ | = | 470          | k $\Omega$ |
| $R_g$     | = | 3            | M $\Omega$ |
| $V_{bg}$  | = | 0            | -22 V      |
| $I_{a+D}$ | = | 0,45         | 0,06 mA    |
| $I_f$     | = | 1,0          | 1,8 mA     |
| $a$       | = | $21 \pm 5^1$ | 0 mm       |

<sup>1</sup>) Shadow length; longueur d'ombre; Schattenlänge

Limiting values  
Caractéristiques limites  
Grenzdaten

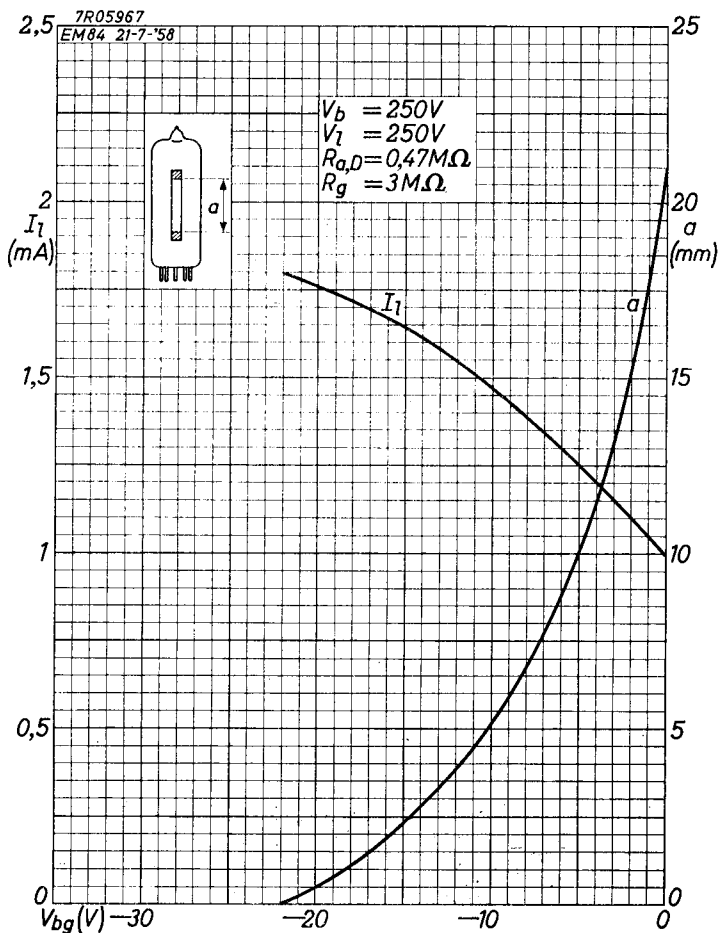
|                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| $V_{ao}$                  | = max. 550 V                 |
| $V_a$                     | = max. 300 V                 |
| $W_a$                     | = max. 0,5 W                 |
| $V_{Do}$                  | = max. 550 V                 |
| $V_D$                     | = max. 300 V                 |
| $V_{l o}$                 | = max. 550 V                 |
| $V_l$                     | = max. 300 V<br>= min. 170 V |
| $I_k$                     | = max. 3,0 mA                |
| $R_g$                     | = max. 3 MΩ                  |
| $V_{kf}$                  | = max. 100 V                 |
| $R_{kf}$                  | = max. 20 kΩ                 |
| $t_{bulb}$                | = max. 120 °C                |
| $-V_g (I_g = +0,3 \mu A)$ | = max. 1,3 V                 |

Limiting values  
Caractéristiques limites  
Grenzdaten

|                           |               |
|---------------------------|---------------|
| $V_{ao}$                  | = max. 550 V  |
| $V_a$                     | = max. 300 V  |
| $W_a$                     | = max. 0,5 W  |
| $V_{Do}$                  | = max. 550 V  |
| $V_D$                     | = max. 300 V  |
| $V_{l0}$                  | = max. 550 V  |
| $V_l$                     | = max. 300 V  |
|                           | = min. 170 V  |
| $I_k$                     | = max. 3,0 mA |
| $R_g$                     | = max. 3 MΩ   |
| $V_{kf}$                  | = max. 100 V  |
| $R_{kf}$                  | = max. 20 kΩ  |
| $t_{bulb}$                | = max. 120 °C |
| $-V_g (I_g = +0,3 \mu A)$ | = max. 1,3 V  |

# PHILIPS

## EM84



7.7.1958

A



|      | EM84  |            |
|------|-------|------------|
| page | sheet | date       |
| 1    | 1     | 1959.04.04 |
| 2    | 1     | 1962.05.05 |
| 3    | 2     | 1959.04.04 |
| 4    | 2     | 1962.05.05 |
| 5    | A     | 1958.07.07 |
| 6    | FP    | 2005.05.06 |

## Použití:

Elektronka TESLA 6L31 je nízkofrekvenční koncová svazková tetroda s nepřímo žhavenou kyslíčnickovou katodou.

## Provedení:

Miniaturní se sedmi dotykovými kolíky na skleněném výlisku.

## Obdobné typy:

Elektronka 6L31 může nahradit elektronku 6AQ5 a EL 90. Po mechanické úpravě může nahradit elektronku 6Π1Π.

## Žhavicí údaje:

Žhavení nepřímé, katoda kyslíčnicková, napájení střídavým nebo stejnosměrným proudem.

|                |       |        |
|----------------|-------|--------|
| Žhavicí napětí | $U_f$ | 6,3 V  |
| Žhavicí proud  | $I_f$ | 0,45 A |

## Kapacity mezi elektrodami:<sup>1)</sup>

|                   |            |         |
|-------------------|------------|---------|
| Vstupní kapacita  | $C_{g1}$   | 7,6 pF  |
| Výstupní kapacita | $C_a$      | 6,0 pF  |
| Průchozí kapacita | $C_{a/g1}$ | 0,35 pF |

## Provozní hodnoty:

Zesilovač třídy A s jednou elektronkou:

|                                          |          |      |       |    |
|------------------------------------------|----------|------|-------|----|
| Anodové napětí                           | $U_a$    | 180  | 250   | V  |
| Napětí řídicí mřížky                     | $U_{g1}$ | —8,5 | —12,5 | V  |
| Napětí stínící mřížky                    | $U_{g2}$ | 180  | 250   | V  |
| Anodový proud při nulovém signálu        | $I_a$    | 29   | 45    | mA |
| Anodový proud při plném vybuzení         | $I_a$    | 30   | 47    | mA |
| Proud stínící mřížky při nulovém signálu | $I_{g2}$ | 3,0  | 4,5   | mA |
| Proud stínící mřížky při plném vybuzení  | $I_{g2}$ | 4,0  | 7,0   | mA |

Vnitřní odpor  
 Anodový odpor  
 Strmost  
 Skreslení  
 Výstupní výkon  
 Mřížkový svod při pevném předpětí  
 Mřížkový svod při automatickém předpětí

|                  |     |     |               |
|------------------|-----|-----|---------------|
| $R_i$            | 58  | 52  | $k\Omega$     |
| $R_a$            | 5,5 | 5,0 | $k\Omega$     |
| $S$              | 3,7 | 4,1 | $\text{mA/V}$ |
| $d_{\text{tot}}$ | 8   | 8   | $\%$          |
| $P$              | 2   | 4,5 | W             |
| $R_{g1}$         | 0,1 | 0,1 | $M\Omega$     |
| $R_{g1}$         | 0,5 | 0,5 | $M\Omega$     |

#### Mezní hodnoty:

Anodové napětí za studena

|          |     |     |   |
|----------|-----|-----|---|
| $U_{a0}$ | max | 500 | V |
|----------|-----|-----|---|

Anodové napětí provozní

|       |     |     |   |
|-------|-----|-----|---|
| $U_a$ | max | 250 | V |
|-------|-----|-----|---|

Napětí stínící mřížky za studena

|           |     |     |   |
|-----------|-----|-----|---|
| $U_{g20}$ | max | 500 | V |
|-----------|-----|-----|---|

Napětí stínící mřížky provozní

|          |     |     |   |
|----------|-----|-----|---|
| $U_{g2}$ | max | 250 | V |
|----------|-----|-----|---|

Anodová ztráta

|       |     |    |   |
|-------|-----|----|---|
| $W_a$ | max | 12 | W |
|-------|-----|----|---|

Ztráta stínící mřížky

|          |     |   |   |
|----------|-----|---|---|
| $W_{g2}$ | max | 2 | W |
|----------|-----|---|---|

Napětí mezi kathodou a žhavicím vláknem

(stejněsměrné nebo špičková hodnota střídavého)  $E_{k/f}$

|           |     |    |   |
|-----------|-----|----|---|
| $E_{k/f}$ | max | 90 | V |
|-----------|-----|----|---|

#### Poznámka:

1) Měřeno bez vnějšího stínícího krytu.

