
Vàlvula electrònica

Autor:

Data de publicació: 25-05-2022

?, es basava en aquesta revisió.?

?Tubs de ràdio: ECC85, ??EL84?? i EABC80?

?Tub transmissor en funcionament?

Rimlock-Pentode EF42

?Un ??tub d'electrons?? és un ??component elèctric actiu?? amb ??elèctrodes?? situats en un pistó ??evacuat?? o ple de gas fet de vidre, acer o ceràmica. Les connexions dels elèctrodes es condueixen des del pistó del tub a l'exterior. En la seva forma més simple com un ??díode??, un tub d'electrons conté un ??càtode?? escalfat (??càtode incandescent??) i un ??ànode??. Els tubs d'electrons s'utilitzen per ??generar??, ??rectificar??, ??amplificar?? o ??modular?? ??senyals elèctrics??. ?

?Les ??partícules elementals?? ??carregades?? negativament emergeixen del càtode incandescent com ??a electrons?? lliures i es mouen a l'ànode per l'acció d'un ??camp elèctric??. Aquest corrent d'electrons pot ser influenciat per una ??xarxa de control?? entre el càtode i l'ànode, perquè el flux d'electrons és inhibit més o menys per diferents voltatges de gelosia o camps elèctrics. Aquesta és la base per a l'ús del tub d'electrons com a ??amplificador?? o ??oscil·lador??. ?

¿Fins a la introducció del transistor, els ¿tubs d'electrons¿ eren els únics components actius ràpids (controlables) en ¿electrònica¿. Fins llavors, només els ¿transductors i relés¿ estaven disponibles com a ¿dues portes¿ actives, aquest últim només sabia dos estats (encesos / apagats) i la seva velocitat de commutació estava limitada per la massa en moviment. ¿Els electrons tenen una massa molt més baixa, de manera que les freqüències molt més altes es poden processar amb la seva ajuda. ¿

¿Depenent del tipus de tub, es pot incloure un gas de baixa pressió, que provoca ¿conducció d'ions¿ addicionals i compensa l'efecte de ¿la càrrega espacial¿. ¿

¿Encara avui en dia, els tubs encara s'utilitzen en moltes àrees. ¿Els potents transmissors¿ s'operen amb tubs ¿d'electrons, els magnetrons¿ s'utilitzen en ¿sistemes de radar¿ i ¿forns de microones¿. Els televisors més antics i els monitors d'ordinador utilitzen ¿tubs de raigs catòdics¿. ¿Els amplificadors de¿ tub també ¿s'utilitzen com a amplificadors d'àudio¿ en el sector ¿de gamma alta¿. Molts guitarristes i baixistes elèctrics també aprecien el so característic d'un amplificador de tub. ¿Les pantalles de fluorescència¿ s'utilitzen per senyalitzar òpticament estats de dispositius com reproductors de CD, vcrs, i així successivament, però cada vegada són més reemplaçats per ¿pantalles de cristall líquid¿ i ¿díodes orgànics emissors de llum¿. ¿

¿Diversos tipus de tubs amb la demanda corresponent encara es produeixen avui en dia principalment a Rússia i la Xina. Alguns també estan disponibles a les antigues existències de recanvis (militars) (¿New Old Stock¿). ¿

¿Contingut?

¿Història?

¿Un dels primers triodes de Lee de Forest (1906). La placa metàl·lica a la part superior és l'ànode, el filferro meandre de sota és la graella de control. El filament (càtode) s'estirava entre els quatre cables de suport per sota, però està recuit.¿

¿Primer prototip del díode de buit Fleming, al voltant de 1905?

¿El químic físic ¿Frederick Guthrie¿ va descobrir ¿l'emissió de brillantor el¿ 1873, però sense efectes pràctics. ¿[1]¿ El 1880, l'efecte de ¿Thomas Alva Edison¿ va ser rees observar en experiments amb làmpades incandescentes independentment de Guthrie. L'observació es va fer amb llums incandescentes que contenien un elèctrode addicional en el cos vitri. Edison es va adonar que el flux d'electrons entre el filament i l'elèctrode augmenta amb el corrent d'escalfament. Aquesta llei va ser anomenada posteriorment ¿efecte Edison-Richardson¿. El primer circuit electrònic a aprofitar aquesta connexió va ser un regulador de tensió de corrent continu, que Edison va patentar el 1883. ¿[2]¿

¿El díode de buit va ser patentat el 1904 pel físic anglès ¿John Ambrose Fleming¿. ¿[3]¿ A la recerca d'un

??detector?? millorat per a les ones de ràdio, Fleming va descobrir que l'efecte Edison-Richardson es podia utilitzar per a la detecció o rectificació. ?

?El físic austríac ??Robert von Lieben??[4]?? va desenvolupar un tub amplificador ple de vapor de mercuri amb dos elèctrodes i influència electrostàtica o electromagnètica des de l'exterior - l'anomenat tub de Lieben - i va sol·licitar una patent el 4 de març de 1906 a l'Oficina Imperial de Patents del Reich alemany com a relé de feix de càtode.??[5]?? Juntament amb ??Eugen Reisz?? i ??Sigmund Strauß.??, l'objectiu principal del qual era un amplificador telefònic, Lieben formula explícitament en la seva patent l'amplificació del senyal elèctric com un propòsit inventiu. ?

?Independent de Lieben, l'inventor nord-americà ??Lee de Forest?? va desenvolupar el ??tub d'àudio?? i el 25 d'octubre de 1906, va presentar una patent per a aquest tub ple de gas, que tenia un tercer elèctrode addicional com a ??xarxa de control??.??[7]?? Lieben i De Forest més tard van liderar una disputa legal d'un any de durada. ?

?De Forest va introduir un ??amplificador de tubs?? als ??Laboratoris Bell Telephone?? a l'octubre de 1912. Al cap d'un any, això es va fer comercialitzable creant un ??alt buit?? en els tubs. ??Harold D. Arnold?? de Western Electric va utilitzar una bomba de buit segons ??Wolfgang Gaede??. ??Irving Langmuir?? de ??General Electric?? també va utilitzar una ??trampa de refrigeració?? amb aire líquid. El 1913, el Triode d'Alt Buit Tipus A va ser construït per ??Western Electric??. ??[8]?? ??Pliotron?? va ser el nom escollit per General Electric per als seus primers tríodes d'alt buit. ??[9]?? Els primers amplificadors de tub es van utilitzar a finals de 1913 per a connexions telefòniques entre Nova York i Baltimore i des de finals de 1914 per amplificar els senyals del ??cable submarí?? atlàntic. ?

?El 1914, el consorci Lieben va patentar un tub ple de vapor de mercuri amb una reixa de control i una jaqueta d'aïllament tèrmic com a amplificador de commutació en radiografia. ??[10]?? Malgrat aquests esforços per a tubs plens de gas, els tubs de buit també van prevaler en aquestes aplicacions. ?

?A Siemens & Amposke, Alemanya, ??Walter Schottky?? va desenvolupar el ??Tetrode?? (??tub de la xarxa paraigua)?? el 1916. ??[11]?? Els primers ??tètrodes??, com el SSI de 1917, tenien una millor amplificació que els tríodes, però només eren adequats per a amplificadors de baixa freqüència. ?

?Henry Joseph Round?? va desenvolupar el tríode d'alta freqüència V24 a la ??Marconi Company?? a Anglaterra el 1916. Els amplificadors de RF per a la ??recerca de la direcció de ràdio?? van ser utilitzats pel costat britànic a la ??Batalla de Skagerrak?? el 1916. ??[12]?

?El 1919??, Eduard Schrack?? va produir industrialment el tub de ràdio ??Triotron?? que havia desenvolupat per primera vegada. Amb aquesta finalitat, va construir una instal·lació de producció a ??Viena??. És considerat el ??pare de la indústria radiofònica austríaca??. ??[13]?

?Tub de gla?? 955 de RCA, amb transistor per a la comparació de mida?

?Hendrik van der Bijl?? de Sud-àfrica va desenvolupar el primer tub en miniatura el 1919, que va ser venut per Western Electric com el 215A a partir de 1923. A partir de 1934, RCA va vendre el ??tub?? de gla 955 com el primer tub de vidre. El disseny de vidre va permetre operar fins a la ??gamma UHF??, que era important per als sistemes de radar. Una altra miniaturització va conduir el 1948 al ??tub de subminiatura?? DF70 de llapis per a audíofons. ?

?A partir de 1924, l'empresa francesa Métal va produir el tub de doble graella (Bigrille) RM com a tub de barreja, que es va utilitzar especialment en receptors de ràdio de l'empresa Eugène Ducretet (avui ??Grup Thales?). ??[14]?? El desenvolupament de tubs de mescla per a la conversió de freqüència de radiofreqüència a freqüència intermèdia en ??el Superhet?? va conduir, entre altres coses, als tubs multisistema ECH4 i ECH81 (1952), que contenien un tríode per al funcionament de l'oscil·lador de barreja i un heptode per a la barreja. ?

?El 1926, ??Bernard Tellegen?? va desenvolupar el Pentode fins a la maduresa de ??sèries al laboratori Philips??

??d'Eindhoven??. El pentode B443 va estar disponible el pentode B443 des de 1927. El Pentode es va convertir en l'element amplificador estàndard de l'era del tub. En l'etapa d'entrada dels receptors de FM i televisió, però, els tríodes en ??circuit cascode?? es van utilitzar de nou després d'alguns experiments amb pentodes, ja que no tenen ??soroll de distribució d'energia??. Els pentodes i els tètodes de potència de feix es van utilitzar en ??l'amplificador de potència?? d'amplificadors de baixa freqüència. ?

?El 1926??, Manfred von Ardenne??, juntament amb ??Siegmond Loewe?? (titular de la patent), va desenvolupar un dels primers tubs multisistema a Alemanya, l'anomenat Triple Tube Type 3NF, que albergava quatre ??resistències?? i dos ??condensadors??, a més de tres sistemes de tríde. ??[15]??. Era una mena de ??circuit integrat?? i s'utilitzava en el receptor ??de ràdio Audion?? OE333. ?

?La lògica basada en tubs va ser la primera a ser utilitzada en ordinadors electrònics com ??ENIAC?? o ??IBM 701?? fins que va ser reemplaçat per transistors en ordinadors com el ??PDP-1?? i ??l'IBM 7090 a finals de la dècada de 1950??. ?

?En receptors de ràdio, amplificadors i televisors, els tubs d'electrons van ser gradualment substituïts per transistors des de finals de la dècada de 1950 ??en endavant??. Alguns dispositius ??electrònics de consum?? van romandre almenys parcialment equipats amb tubs fins a la ??dècada de 1970??. El ??tub d'imatges?? de televisors i monitors d'ordinador només va ser reemplaçat en la dècada de 2000 per dispositius amb ??pantalla de cristall líquid?? o ??OLEDs??. ?

?A causa de la seva resistència als ??raigs còsmics??, la radiació ionitzant de les armes nuclears i ??l'EMP??, els tubs amplificadors encara es van desenvolupar en el camp dels viatges espacials i els militars fins a la dècada de 1970, especialment a l'URSS. Un ??avió de caça MiG-25?? té nombrosos ??tubs de subminiatura??; aquests tubs sovint estaven recoberts amb làmines de plom. ??[16]?

?Construcció mecànica?

?Representació de seccions a través d'un tub d'electrons (tríde)?

?El tub d'electrons clàssic d'alt buit consisteix en un ??pistó?? tancat en el qual s'instal·la el sistema d'elèctrodes. ??Els cables d'alimentació?? estableixen la ??connexió?? ??elèctrica?? amb el ??circuit??. ?

?Les ??substàncies?? de les parts individuals han d'estar presents en una alta puresa. Depenent de la combinació, fins i tot les traces de substàncies estrangeres poden empitjorar significativament la vida útil d'un tub acabat. Durant la conformació, els passos de neteja es realitzen una i altra vegada, ja sigui mitjançant el processament mecànic, ??recuit??, ??oxidació o?? ??afluixament?? de les capes superficials no desitjades. ?

?La neteja és indispensable tant en la producció de les parts individuals com durant el muntatge. ??El greix?? i la ??suor?? de la mà, la ??pols??, el ??borrissol?? de l'ambient tenen un efecte esgotador al buit a llarg termini durant els passos de producció posteriors o els compostos químics es formen per l'escalfament, que més tard deterioren l'emissivitat del càtode. ?

?Estructura externa?

?Hores d'inici?

?Detall de pistó de cúpula d'una AL1?

¿En els primers temps dels tubs, el pistó estava fet exclusivament de ¿vidre¿. El sistema d'elèctrode horitzontal es va soldar a cables de suport estables en un ¿peu espremut¿. Aquests cables de retenció van ser guiats a través de la connexió de trituració amb cables d'alimentació i finalment es van roscar en una ¿base¿ ¿de bakelite¿ i ¿es van soldar¿ als seus contactes. La base es ¿va cimentar¿ amb el matràs de vidre. Aquesta estructura va ser un desenvolupament directe de la ¿producció de làmpades incandescent¿ i va permetre una estructura prou estable del sistema. ¿

¿El repte especial és una connexió ajustada al buit de filferro i pistó. Amb el temps, s'han desenvolupat cables metàl·lics compostos com ¿Fernico¿, que estan ben mullats per la massa de vidre durant el procés de fusió i, per tant, no deixen buits significatius per a la ¿difusió¿ de molècules de gas. Les mescles de vidre també es van desenvolupar encara més fins que l'expansió tèrmica del cable de connexió i la bombeta de vidre diferien només insignificantment. ¿

¿Amb el temps, el muntatge en voladís va ser abandonat perquè els elèctrodes en el sistema de tubs eren molt receptius ¿als micròfons¿. En el seu lloc, es va establir el ¿pistó de la cúpula¿[17]¿ La seva alçada es va igualar amb precisió a l'alçada del sistema d'elèctrodes ara muntat verticalment; ¿Les pales de mica¿ es van unir a la part superior de l'estructura del sistema, que pressionava lateralment contra la paret de pistó i, per tant, fixava el sistema en el pistó amb baixa vibració. ¿

¿Aquesta ¿estructura de pessic del peu¿ va donar lloc a cables de connexió relativament llargs. La seva ¿inductància intrínseca¿, així com ¿les capacitàncies¿ a causa de la guia paral·lela dels cables en el pistó, van impedir que aquests tubs s'utilitzessin significativament en el rang de freqüència ¿VHF¿ i superior. El desacoblament extensiu de la connexió de gelosia a través d'una tapa de connexió unida al capçal de pistó va complicar la producció dels tubs, però també va permetre reforços més alts. ¿

¿Paral·lelament a la bombeta de vidre, també es van construir tubs amb pistons d'acer. ¿

¿ ¿article principal¿: ¿Tub d'acer¿

¿Construcció posterior¿

¿Fins i tot durant l'era del tub d'acer, el desenvolupament de tubs de vidre no es va aturar. Un refinament addicional de les tècniques de fabricació va permetre una reducció significativa de les dimensions del pistó: ¿

¿Tub ¿Alçada ¿Diàmetre ¿

EF12
58 mm
47 mm

RV12P2000
43 mm
27 mm

¿L'exemple més destacat és el ¿RV12P2000¿, que al seu torn mostra una estructura vertical del sistema en una bombeta cilíndrica de vidre. La fixació mecànica del sistema està assegurada per plaques de mica amb vores exteriors amb plomes unides a la part superior i inferior del sistema, que eviten en gran mesura l'oscil·lació lateral en el pistó.

Com a innovació fonamental, cal esmentar l'ús d'una placa de vidre premsat per a les pinces de connexió, que va substituir l'estructura de peu problemàtic convencional i d'alta freqüència. ?

?A principis de la dècada de 1940, sota la pressió creixent dels costos de producció, va sorgir l'habitual tub de vidre amb ??una base de pressió suau??. Els ??passadors de connexió molt curts fabricats?? en ferro cromat o níquel permeten el rang d'aplicació d'aquesta base fins a la gamma ??UHF?? i permeten l'estabilització de posició fins i tot en el rang vertical a través de ??connexions soldades estables?? amb la resta del sistema. Aquesta estructura va ser introduïda a principis de la dècada de 1940 amb els ??tubs de Loktal?? (Philips, Tungsram??)[18]?? i encara més miniaturitzada amb els ??tubs de Rimlock?? (Philips/Valvo, 1947). ??[19]?

?La base ??en miniatura introduïda el 1940[20]?? i la base de Noval establerta el 1951/52 indiquen l'orientació correcta al sòcol a través d'un buit en el cercle pin sense ajudes externes i encara són d'última generació en petits tubs de senyal avui en dia. ?

?Els tubs amb un rendiment més alt sovint tenen un disseny menys lliure de vibracions a causa d'un millor aïllament i estalvi de costos de material. Per exemple, amb tubs transmissors (i amb tubs d'alta tensió, PD500, DY8...), l'ànode sovint només es fixa mitjançant un pas a través de la bombeta de vidre. A causa de les distàncies d'elèctrode generalment més grans en aquests tubs, però, una possible oscil·lació mecànica dels elèctrodes no té un efecte tan fort com amb petits tubs de senyal. ?

?També hi va haver nous desenvolupaments en ??la tecnologia ceràmica??, que va conduir als ??tubs nuvistor?? que eren només de la mida d'un didal. En aquest moment, però, la tecnologia de semiconductors ja estava en augment fins al punt que aquests tipus ja no podien estendre's en gran mesura. ?

?Estructura interna?

?Les parts individuals d'un ??Valvo-EL84?

?Les tres quadrícules d'un DF91?

?El sistema d'elèctrodes real del tub es va construir en els primers dies voladís en el peu d'esprémer. En casos individuals, es va incorporar un pont de vidre per sobre del sistema de tubs, que també estava destinat a assegurar l'ajust dimensionalment estable dels elèctrodes del tub des de dalt. Més tard, el disseny del pistó de la cúpula es va convertir en una estructura basada en ponts ceràmics, ja que els ponts de vidre estaven perduts, augmentaven la capacitat i no reduïen notablement la sensibilitat del micròfon. Els components individuals del sistema, com ara quadrícules i càtodes, s'insereixen amb els seus extrems en recessos dels ponts i, per tant, es fixen contra la relliscada lateral. No obstant això, els components ceràmics tenien una tendència molt alta a l'emissió d'electrons secundaris, per la qual cosa les plaquetes de mica fetes de ??moscovita?? aviat van substituir la ceràmica. A més, no cal tenir en compte els problemes d'expansió tèrmica dels elèctrodes, ja que la mica és lleugerament elàstica en comparació amb la ceràmica. Per la mateixa raó, els forats de punxó a les plaques de mica es poden mesurar bastant estretament, de manera que els elèctrodes s'asseuen molt estretament, cosa que al seu torn evita vibracions mecàniques (micròfons). Finalment, l'ànode generalment cilíndric o en forma de caixa serveix com a fixació horitzontal de les plaquetes mica entre si. ?

La taula següent mostra quanta miniaturització ha progressat en pocs anys: ?

AF7 (1935)[21]EF12 (1938)[22]?

Il·la?? kathoden?

1,8 mm

0,8 mm

Distància k – g??1?

0,40 mm

0,23 mm

Distància g??1?? – g??2?

1,05 mm

0,55 mm

La majoria dels sistemes d'elèctrodes són concèntrics. El sistema completament muntat es solda a les connexions de base i el pistó es fusiona amb la placa base o estreny el peu. ?

També es poden trobar més detalls sobre l'estructura mecànica a les seccions del ??càtode??, ??l'ànode?? i els ??altres elèctrodes??. ?

Evacuació?

Anell getter i mirall getter en un tub d'electrons, plaquetes mica per a la fixació d'elèctrodes?

El tub s'ha de bombar ara. El buit en el tub és necessari perquè els electrons tinguin una longitud de ??camí lliure?? suficient i no siguin alentits per les molècules de gas. ?

Després de fondre els pistons del tub, el tub es connecta a una bomba de buit a través del tub de la bomba. Durant el procés de bombament, l'anomenat ??escalfament?? comença a partir d'un cert buit en el tub. Per a això, el tub s'escalfa mitjançant el seu propi fil de calefacció; al mateix temps, un potent camp d'alta freqüència (uns 100 kHz) similar a una placa d'inducció fa que les parts interiors metàl·liques del sistema de tubs brillin, mentre que el ??getter?? s'omet. El procés serveix per eliminar les molècules de gas unides físicament per ??adsorció?? a les superfícies i per ??les forces de Van der Waals?? més ràpidament i per bombar-les. Això escurça el temps d'evacuació, millora la qualitat del buit restant sobre la vida útil prevista del tub i redueix així l'ús de material getter. ?

Per tal de mantenir la qualitat del buit durant el temps de funcionament, és essencial que el tub no estigui exposat a temperatures més altes durant el funcionament normal que durant la cocció. Els residus de gas encara poden estar presents en les parts d'elèctrodes individuals, però només es podrien escalfar a temperatures més altes. La temperatura de cocció és un compromís entre l'economia (temps de cocció i temperatura: consum d'energia dels generadors i bombes de RF), qualitat del buit sobre la vida útil i evitació de danys (suavitització i deformació del vidre de

pistó o elèctrodes interns a causa de temperatures massa altes). Si el tub està sobrecarregat, la quantitat restant de gas residual s'expulsa (depenent de la durada i la temperatura parcialment) i empitjora permanentment el buit. ?

?Finalment, el tub de la bomba es fon, deixant enrere el pin de vidre característic. Com a pas següent, el ??getter?? s'encén específicament, que uneix gasos que es tornen lliures o difusos des de l'exterior durant el funcionament normal del tub. A la paret interior de molts tubs, normalment es pot veure una coberta reflectant a la part superior, que és causada per aquest getter. ?

?Si un tub ha dibuixat aire a causa de danys, el getter reacciona amb els gasos que han entrat. Això és visible a través de la contracció de la capa reflectant i el recobriment blanc lletós restant. Altres tipus de getters, que uneixen directament possibles residus de gas sense miralls de vidre, es van utilitzar, per exemple, en tubs d'alta tensió. ?

?Finalització de la producció?

?Després d'això, el tub s'envelleix artificialment de manera que els seus paràmetres de funcionament es mantenen estables durant el període de la vida útil esperada. Després d'un control de qualitat final, els tubs s'estampen, s'envasen i s'envien. ?

?Funcionalitat?
Elektronenstrom

?Estructura esquemàtica d'un ??tríode?? tub?

?El ??corrent d'electrons?? que flueix a través de l'espai sense aire quan s'aplica el ??voltatge de l'ànode?? entre el càtode i l'ànode pot ser influenciat en la seva direcció i força per l'acció dels camps ??elèctrics?? (voltatges de control) i ??magnètics?? (bobina de desviació). Un corrent d'electrons dirigit s'anomena ??feix d'electrons??. ?

?Els electrons són emesos ??tèrmicament?? (emesos) al ??càtode?? escalfat i accelerats per un ??camp elèctric?? entre l'ànode i el càtode cap a l'ànode, permetent així la funció del tub d'electrons. ?

?L'efecte rectificador del tub d'electrons, en particular el ??díode del tub??, també es basa en aquest efecte: Mentre que el càtode s'escalfa i, per tant, pot emetre un nombre relativament gran d'electrons, l'ànode no pot emetre un corrent d'electrons significatiu amb polaritat inversa perquè és massa fresc per a això. ?

?En casos especials, ??s'utilitza l'emissió de camp d'un ??càtode de forma nítida. En la majoria dels casos, però, voleu evitar l'emissió de camp, per la qual cosa arrodoniu les vores de l'elèctrode, especialment a altes tensions. ?

?Corba característica del tub amplificador?

?La corba que es mostra a la imatge adjacent representa la relació típica entre el corrent d'ànode i el voltatge de xarxa. La ubicació exacta de la corba depèn del tipus de tub i de la tensió de l'ànode. Les següents propietats són comunes: ?

?Corba característica d'un tub amplificador amb punts operatius A, AB i B?

Per sobre d'un cert voltatge de gelosia, el tub bloqueja el corrent d'electrons a l'ànode; el valor de la tensió de tall es deu al disseny i està entre -300 V per al 4CX3000A i -2 V per a l'EC8020. A voltatges encara més negatius, no flueix el corrent d'ànode. Els voltatges negatius excessius poden conduir a deformacions mecàniques dels bobinats de gelosia fins en el sistema de tubs, que no només canvien els paràmetres elèctrics, sinó que també poden causar curtcircuits. Si la quadrícula de control es torna massa positiva, el corrent d'ànode no augmenta indefinidament. Hi ha diverses raons per a això: ?

Depenent de la temperatura, l'àrea i el material, el càtode no pot emetre cap nombre d'electrons. Amb una quadrícula positiva, flueix una quantitat particularment gran de corrent d'ànode, per la qual cosa una quantitat particularment gran de voltatge cau a la resistència externa, que s'ha de restar de la tensió de funcionament. Per aquesta raó, el voltatge de l'ànode és ara particularment baix i atrau només uns pocs electrons. El corrent d'ànode pot fins i tot disminuir si més electrons volen a la xarxa (positiva) que a l'ànode. A continuació, la xarxa es pot sobrecarregar tèrmicament i deformar-se o fins i tot fondre's. ?

Quan la graella de control es torna positiva, la resistència a l'entrada del tub ja no és infinitament gran, sinó que actua com una resistència d'uns pocs kilohms. Això sol causar una forta distorsió del senyal perquè l'etapa anterior de l'amplificador es carrega de sobte només en pics de tensió positius. Amb els amplificadors NF, per tant, s'evita aquest estat i no s'especifica amb els tubs de senyal petits habituals. Hi ha un rang relativament estret en el qual la relació corrent d'ànode / tensió de gelosia és raonablement lineal, en aquesta àrea el punt de funcionament del circuit sol col·locar-se. El corrent flueix constantment a l'ànode (corrent quiescent), fins i tot si no s'ha d'amplificar cap senyal. Aquesta relació es converteix en no lineal en grans voltatges de control a la xarxa, l'etapa de l'amplificador distorsiona. ?

La dependència del corrent d'ànode en el voltatge de gelosia no és bàsicament lineal. La no linealitat resulta de la retroactivitat (penetració) del voltatge de l'ànode a través de la xarxa sobre la càrrega espacial del núvol d'electrons al voltant del càtode. Aquesta llei de càrrega espacial es pot trobar a la fórmula ?

$$I_{\text{cathode}} = k \cdot \sqrt{U_{\text{st}}}^3 = k \cdot (U_{\text{st}})^{\frac{3}{2}}$$
 on k és una constant específica del disseny i U_{st} es calcula a partir de l'estrès de gelosia negativa i l'estrès positiu de l'ànode. ?

La penetració de paràmetres de quatre pols descriu la repercussió d'un potencial d'ànode canviant en el corrent d'ànode. Una alta penetració, és a dir, un fort efecte de retroalimentació del potencial de l'ànode, actua com una retroalimentació integrada. ?

Si voleu aprofitar al màxim el tub en un amplificador de potència i maximitzar l'eficiència, trieu dos tubs idèntics en mode push-pull B. Cada tub amplifica només una mitja ona i un transformador de sortida simètrica torna a muntar les dues parts. Com a resultat, es pot aconseguir una eficiència de fins al 75% sense la potència de calefacció inclosa. La distorsió causada pel curs no lineal de la corba característica es pot compensar en gran mesura amb una retroalimentació. ?

Amb l'operació push-pull B, podeu desar el corrent quiescent, però teniu distorsions inevitables de l'adquisició. Aquesta és la zona en la qual un tub ja està bloquejant, però l'altre encara no està prou controlat. Aquestes distorsions de transferència es poden minimitzar mitjançant la selecció metrològica dels parells de tubs i els corrents quiescents establerts individualment. ?

Una altra opció és situar el punt de funcionament entre els punts A i B. Amb petites amplituds de senyal, el circuit funciona a costa d'una menor eficiència com un circuit push-pull en mode A, que es desplaça cap a l'operació B a amplituds més grans. A la pràctica, el biaix de la xarxa no es fixa durant l'operació AB, de manera que aquest efecte de la tensió de la xarxa més alta es millora encara més amb un corrent mitjà més alt per l'amplificador de potència. ?

Amb amplificadors d'alta freqüència en transmissors, les distorsions no juguen un paper en el mode B, ja que les següents etapes de filtre eliminen els harmònics generats en els tubs. Per augmentar encara més l'eficiència, fins i tot es tria el mode C amb una tensió de control tan alta que el corrent de la xarxa pot fluir. Aquest encesa i apagat brusc del corrent d'ànode aconseguix eficiències del 87%, ja que els tubs completament bloquejats no tenen un efecte amortidor sobre el circuit oscil·lant de la branca de l'ànode. ?

La interacció de pendent, penetració i resistència interna és capturada per la fórmula del tub de Barkhausen. ?

¿Calefacció?

¿Per permetre que hi hagi prou electrons per escapar del material del càtode, sol ser necessari l'escalfament del càtode. El ??treball de sortida?? també juga un paper, que depèn, entre altres coses, del material de càtode utilitzat. L'escalfament desencadena una emissió de brillantor d'electrons, també coneguda com ??l'efecte Edison-Richardson??.

¿Calefacció directa i indirecta?

¿Els dos tipus de calefacció?

¿Imatge macro d'un DAF96 escalfat directament?

¿Es distingeix entre calefacció directa i indirecta. ?

¿En la calefacció directa, el cable de calefacció també actua com un càtode. El corrent de calefacció flueix directament a través del càtode en forma de filferro o banda.?

¿En l'escalfament indirecte, el corrent d'escalfament flueix a través d'un cable de calefacció separat (normalment un ??filament?? de tungstè), que està aïllat per ??aler?? dins del tub del càtode. La sortida de calor es transfereix al tub del càtode a través de la conducció de calor i la radiació.?

¿L'aïllament galvànic de l'escalfador al càtode amb calefacció indirecta permet variants de circuit que no es poden aconseguir amb tubs directament escalfats sense un esforç de commutació significativament superior. Per tant, els càtodes escalfats indirectament es poden operar amb calefacció en sèrie (les bobina de calefacció de diversos tubs es connecten en sèrie una rere l'altra). Els tubs escalfats indirectament s'utilitzen per amplificar petits senyals (televisors antics, mesuradors i receptors de ràdio) i encara s'utilitzen en amplificadors d'àudio avui en dia. ¿Els tubs d'imatge?? s'escalfen bàsicament indirectament. ?

¿La calefacció directa requereix una menor potència elèctrica per arribar a la mateixa temperatura del càtode. Els tubs directament escalfats estan preparats per al seu ús en menys de dos segons, mentre que indirectament els tubs escalfats triguen entre deu segons i diversos minuts perquè el càtode arribi a la seva temperatura de treball. Especialment amb els ??tubs de bateria?? de la sèrie D, el corrent de calefacció de 25 mA és tan baix que el corrent d'ànode, que a més del corrent de calefacció real també flueix a través del fil de calefacció actuant com un càtode, assegura un augment visible de la temperatura del fil. No obstant això, els càtodes directament escalfats tenen una inèrcia de calor més baixa, el que significa que el corrent d'ànode es modula addicionalment (indesitjablement) durant l'escalfament de corrent altern. ?

¿Un altre avantatge de l'escalfament directe és la possibilitat d'aconseguir temperatures de càtode més altes que el cas dels tipus de càtode diferents del clàssic ??càtode d'òxid??. El material aïllant necessari per a l'escalfament indirecte estaria exposat a un estrès considerable aquí. Els càtodes directament escalfats encara s'utilitzen avui en dia en tubs transmissors, tubs rectificador i magnetrons. ¿Les pantalles de fluorescència al buit?? en dispositius electrònics de consum també s'escalfen directament, però aquí principalment perquè el càtode en el camp de visió no molesti òpticament tant com sigui possible. ?

¿Sèries i calefacció paral·lela?

Parallelheizung

¿Amb calefacció paral·lela, diversos fils de calefacció s'operen en ??paral·lel?? en una tensió de calefacció. Aquí els corrents de calefacció poden variar. En el cas d'unitats autònoms, la tensió de calefacció es redueix a través d'un o més bobinats de calefacció al ??transformador de xarxa??. Els dispositius portàtils i els equips de música del cotxe estan alimentats per una bateria. Els valors de tensió estandarditzats a Europa són: 1.4 V, 2 V, 4 V, 5 V, 6.3 V i 12.6 V, vegeu també ??tub de bateria??. Els tubs més moderns de la sèrie E també estan destinats a la calefacció en sèrie. ?

¿Avantatges: ?

¿Diferències de baixa tensió entre el càtode i el fil de calefacció?

¿Interferència capacitiva menor a causa de cables amb alta tensió de CA a través del circuit?

¿si el fil de calefacció falla, el tub defectuós és ràpidament recognoscible òpticament o, si es protegeix, per botons (fred).?

¿Desavantatge: ?

¿El corrent de calefacció total d'alt nivell s'ha de distribuir individualment per evitar grans seccions transversals de conductor.?

Serienheizung

¿Els fils calefactors dels tubs estan connectats ??en sèrie??. Les cadenes individuals s'operen amb el mateix corrent, els voltatges de calefacció poden variar. Si la suma dels voltatges d'escalfament no arriba a la tensió d'alimentació (sovint tensió de xarxa), el residu de voltatge es crema en una ??resistència de sèrie?? amb ??dissipació de potència?? o es redueix en corrent altern també mitjançant un precapacitor sense dissipació d'energia o un pre-díode en funcionament de mitja ona. ?

¿En els tubs històrics, un ??conductor calent?? limita ??l'augment de corrent d'inrush?? si hi ha poca o cap diferència entre la suma dels voltatges de calefacció i la tensió de xarxa. Segons ??Wilfried Meyer??[23]??, aquests conductors calents (les anomenades resistències Urdox) consistien en diòxid d'urani fins a 1934 i des de llavors de ceràmica d'espina dorsal Mg-Ti, que no obstant això estaven protegides de l'oxigen en cossos vitris. També hi va haver combinacions de ??resistència ferro-hidrogen?? (??conductors PTC?? per estabilitzar el voltatge de xarxa sovint fortament fluctuant) i resistència Urdox en el matràs de vidre comú, els anomenats ??tubs de control de circuit de calefacció??. ?

¿Els corrents comuns per a calefacció en sèrie són 50 mA, 100 mA, 150 mA, 300 mA, 450 mA, 600 mA. Vegeu també la secció sobre ??sèries de tubs??. ?

¿Càtode?

¿Potser volíode?? ??incandescent?

¿Amb els tubs amplificadors habituals i tubs transmissors més grans, els següents tipus de càtodes són comuns: ?

¿El càtode de tungstè?? - el cable d'escalfament (com en una làmpada incandescent) també és un emissor d'electrons i, per tant, es coneix com un ??càtode escalfat directament??. S'utilitza per a tubs transmissors més antics de la més alta potència. El mateix s'aplica als tubs especials, com ara ??tubs generadors de soroll??. La temperatura de funcionament ha d'estar per sobre dels 2200 °C per permetre un corrent de càtode suficient.?

¿Tormentat?? Càtode de tungstè: el filferro es proporciona amb una fina capa de tori. Això redueix el ??treball de sortida?? dels electrons i, per tant, la temperatura requerida a 1500 °C. Els càtodes de tori són comuns en tubs transmissors de potència mitjana.?

¿Càtode d'òxid?? directament escalfat: el cable de calefacció es proporciona amb una ??fina capa d'òxid de bari??. El recobriment redueix la temperatura requerida més per sota dels 800 °C. Aplicació en tubs de bateria, tubs rectificador, ??làmpades fluorescents?? i ??pantalles de fluorescència al buit??.?

¿Càtode d'òxid de bari escalfat indirectament: una bobina de calefacció de tungstè està aïllada elèctricament i inserida en un ??tub de níquel??. El tub de níquel té un recobriment ??d'òxid de bari?? i representa el càtode real. Aplicació per

a la majoria de tubs de baixa potència, així com ??tubs d'imatge?? i ??tubs de raigs catòdics??. Aquest és l'únic disseny en el qual tota la superfície del càtode té el ??mateix?? potencial elèctric i, per tant, també es pot utilitzar per a petits amplificadors de senyal sense cap problema. En el cas dels càtodes directament escalfats, la tensió de la xarxa i la tensió de calefacció se superposen, el que condueix a un brunzit desagradable en la calefacció de corrent altern.?

?Una forma especial d'escalfament indirecte són els càtodes indirectes escalfats per radiació. A causa de les demandes particularment altes sobre l'aïllament entre el fil de calefacció i el càtode, el fil de calefacció es fixa per mitjans mecànics al mig del tub del càtode, que es dimensiona generosament en diàmetre. El tub del càtode s'escalfa exclusivament per la radiació de calor emesa pel filament calefactor. ?

?Els càtodes d'òxid són molt sensibles al subescalfament o al sobreescalfament: ?

?El subescalfament allibera oxigen de la capa d'òxid, que s'uneix a la superfície del càtode i redueix així l'emissió del càtode (intoxicació del càtode),?

?El sobreescalfament augmenta la taxa d'evaporació del bari metàl·lic de la capa d'òxid, que també redueix les emissions.?

?Per tant, s'ha de mantenir una tolerància al $\pm 5\%$. No obstant això, el temps de funcionament és significativament més curt que amb els càtodes directament escalfats, perquè la composició de la capa canvia o la capa fins i tot es desprèn. ?

?En tubs especials com ??fotomultiplicadors?? o ??fotocel.??les, el material del càtode es selecciona de manera que el ??treball de sortida?? sigui el més baix possible. Els electrons s'alliberen aquí per la llum d'una longitud d'ona prou curta. ?

?Ànode?

?Matràs de vidre d'un PL509 fos per sobrecàrrega?

?L'ànode transporta la major part de la càrrega tèrmica alentint els electrons i, per tant, s'ha de ??refredar??. El material ha d'emetre el menor nombre possible ??d'electrons secundaris?? i irradiar la major proporció possible de la calor resultant a l'exterior. En el cas dels tubs rectificadors, també es desitja un alt ??nivell de treball de sortida?? i una baixa tendència a ??l'emissió de camp??. Això s'aconsegueix mitjançant formes rodones i buides. Els materials són ??ferro banyat en alumini (l'anomenat ferro P2??), que produeix el típic granular, fortament rugós, mat, fosc, gris blavós que apareix superfície d'ànode, ??níquel??, si cal. ??ennegrit?? per a una millor ??radiació tèrmica??, o - a molt alta potència - ??grafit?? o ??tungstè??. ?

?Sota càrregues pesades, els ànodes refrigerats per radiació independent sovint comencen a brillar visiblement. Aquest estat operatiu ja s'especifica elèctricament com una sobrecàrrega per als petits tubs d'alimentació comuns en el sector de la ràdio i la televisió. Tot i que el tub sobreviu a aquesta condició durant un cert temps, la vida útil es redueix considerablement, ja que els residus de gas units en els materials són expulsats dels elèctrodes (vegeu la secció ??Evacuació??). A causa de l'alta calor, els elèctrodes brillants es tornen suaus i es poden deformar sota la influència dels camps elèctrics, cosa que distorsiona les dades del tub o fins i tot pot causar curtcircuits dins del sistema de tubs. De la mateixa manera, el matràs de vidre pot deformar-se o esquerdar-se. En els tubs rectificador, es pot produir una ??re-ignició??: el tub condueix en ambdues direccions perquè l'ànode també emet electrons a causa de la seva alta temperatura. ?

?Els tubs d'energia grans, ??tubs de raigs X?? i ??magnetrons?? tenen ??ànodes massius, sovint refrigerats per?? aire o aigua, que tenen contacte directe amb l'aire exterior. Els ànodes de raigs X sovint consisteixen en un compost de tungstè i coure per a una millor conducció de calor. ?

?Llum blava a l'ànode (EF89)?

?Llum blava sobre el bulb de vidre (PL95)?

?En l'estat normal de funcionament, els electrons no només alliberen la seva energia cinètica a l'ànode en forma de sortida de calor, sinó que també hi generen fenòmens de llum febles, l'anomenada ??radiació del camp de lliri??. A més, en alguns tipus de tubs, l'estructura interna del sistema d'elèctrodes no està completament tancada, de manera que els electrons continuen volant sobre el bulb de vidre i condueixen a ??fenòmens de fluorescència?? allà. Els fenòmens de llum són particularment visibles en tubs de potència a causa dels corrents de funcionament comparativament alts i / o voltatges d'ànode. ?

?A voltatges molt alts, els ??raigs X nocius?? també es produeixen com a ??radiació de fre?? d'acord amb el mateix principi que amb un ??tub de raigs X??. Aquesta radiació de raigs X ja es produeix a voltatges d'ànode d'aproximadament 1 ??kV??. No obstant això, d'acord amb ??l'Ordenança de raigs X??, els tubs poden ser operats a Alemanya sense permís especial si la tensió no supera els 30 kV i ??l'exposició?? a la radiació no supera certs valors límit en condicions normals d'ús. ??[24]?? Per tant, la tensió de l'ànode per als ??tubs de televisió?? s'ha de limitar a aproximadament 27 kV (per als televisors de projecció, el límit és de 40 kV). ?

?El ??blindatge?? insuficient va provocar, entre altres coses, ??danys a la salut causats pels sistemes de radar militars??. Els casos de càncer es van produir en soldats que van servir en ??sistemes de radar?? des de la dècada de 1950 fins a la dècada de 1980. Els transmissors de radar emeten raigs X perquè funcionen a alts corrents i voltatges. El tub de commutació GMI-90 va ser operat e.B. amb un voltatge d'ànode de 25 kV i uns 30 A de corrent ??d'ànode?? durant el pols. ?

?Els electrons que aterren a la paret interior del vidre poden causar camps elèctrics, ja que amb prou feines poden fluir sobre el vidre generalment no conductor. Amb el pas dels anys, aquest bombardeig d'electrons, especialment en tubs amb altes temperatures de funcionament, pot conduir a una descomposició electrolítica del vidre, que pot ser perceptible per ratlles e.B. marrons. ??[26]?? En el cas dels tubs que acceleren ??els electrons cap a?? la paret de vidre a causa del seu principi (banda màgica, ??tubs de raigs catòdics??), una substància elèctricament feblement conductora s'aplica a l'interior del matràs de vidre per diverses mesures durant el procés de fabricació, que rep una connexió conductora amb l'ànode a través de fonts de contacte, de manera que els electrons poden drenar (??aquadag??, ??metal·lització en tubs d'imatge??). , ??capes d'òxid conductor transparent??). ?

?L'acceleració dels ions no desitjats no es pot evitar completament; l'exposició iionant resultant va conduir a un punt cec al centre de la pantalla, l'anomenat punt iònic, en ??tubs d'imatge més?? antics. En primer lloc, es va trobar amb una anomenada trampa d'ion; des de mitjans de la dècada de 1950 en endavant, a través d'una capa molt fina d'alumini al costat de la capa de llum orientada a l'ombra. Per a més detalls, vegeu el propi article ??Ion spot??.?

?Alguns miralls metàl·lics irregulars a l'interior del pistó resulten de les evaporacions del recobriment del càtode. Aquests es produeixen principalment durant els processos de fabricació en els quals ja s'ha generat el buit en el pistó. ??[27]?

?Altres elèctrodes?

?Un pentode EF91?

?Un tub d'electrons pot contenir una sèrie d'elèctrodes addicionals entre el càtode i l'ànode, com ara ??xarxes de control??, ??xarxes de blindatge??, ??xarxes de fre o elèctrodes?? ??d'enfocament òptics electrònics??. ?

?Les reixes de control i escut consisteixen en bobinades de filferro o reixes, les reixes de fre, com elèctrodes d'enfocament, poden prendre la forma d'orificis de xapa. Les malles de filferro solen estar fetes ??de molibdè??, els panells de xapa de ??níquel??. Els cables de suport de vegades estan fets de materials compostos, que combinen una bona conductivitat tèrmica amb una alta resistència mecànica. ?

?A la imatge de la dreta es pot veure una imatge detallada d'un pentode HF EF91, que fa que els elèctrodes individuals siguin clarament recognoscibles: ?

?la graella de control s'aplica als cables de suport banyats en coure per dissipar la calor;?

?la graella de fre és de malla ampla, impedeix que els ??electrons secundaris tornin?? a la graella de l'escut;?

?Les barres entremig suporten la quadrícula de la pantalla; manté el camp elèctric i, per tant, el flux d'electrons del càtode, fins i tot si, per exemple, l'ànode assumeix un potencial menys positiu per raons operatives; La tasca principal és protegir la xarxa de control del camp elèctric de l'ànode, d'aquí el nom.?

?L'àrea gris-blau de l'esquerra és un ànode;?

?el càtode és fàcilment recognoscible pel seu recobriment d'òxid blanc.?

?En particular, la pròpia xarxa de control no ha d'emetre electrons, encara que està molt a prop del càtode escalfat i, per tant, està subjecta al perill immediat d'escalfament. Per tant, s'ha de mantenir el més fresc possible mitjançant cables de suport dissipadors de calor i, de vegades, addicionalment connectats a banderes de refrigeració que irradien calor. Una xarxa de control massa calenta o fins i tot material de càtode que arriba a aquest punt d'emissió de ??gelosia??, que resultaria en un canvi en el punt de funcionament o fins i tot un efecte de destrucció tèrmicament intensificat, ja que la xarxa es torna més positiva a través de l'emissió i, en conseqüència, el corrent d'ànode augmenta, creant calor addicional. Aquest efecte va ser referit en la dècada de 1930 com l'anomenada punció. ?

?Aplicacions?

?Diagrama de circuit d'un receptor de ràdio de 1948 amb tubs d'electrons?

?La majoria dels tubs electrònics en l'electrònica actual han estat substituïts per ??dispositius semiconductors?? com ??transistors?? i ??díodes??. ?

?No obstant això, els tubs d'alta freqüència d'alt rendiment com a tubs transmissors en ??tecnologia de radar?? i ??ràdio?? segueixen sent la manera més barata de generar alta potència d'alta freqüència. Aquí s'utilitzen trítrodes refrigerats per aire i aigua, ??klystrons??, ??magnetrons?? i ??tubs de camp que viatgen??. Aquests tubs d'alt rendiment s'utilitzen en la indústria, entre altres coses, per a calefacció d'alta freqüència. Es tracta de sistemes que generen calor ??capacitiva?? o ??inductiva?? directament en una peça. Altres aplicacions inclouen generadors d'alta freqüència per a ??la generació de plasma?? (??polvorització?? o excitació de ??làsers de gas??). Els magnetrons s'utilitzen àmpliament, entre altres coses, en ??forns de microones?? i dispositius de radar. ?

?Els indicadors de fluorescència al buit?? (VFD) funcionen sobre el principi d'un tub d'electrons, però tenen una forma plana; s'utilitzen com a pantalla en molts dispositius electrònics. ?

¿El tub de Braun o ¿tub de raigs catòdics¿ encara no ha estat completament desplaçat pels ¿LCDs¿ i ¿sistemes de projecció de micromirrors¿ en ¿televisors¿, ¿oscil·loscopis¿ i pantalles d'ordinador. ?

¿Els ¿tubs de raigs X¿ són la font de ¿raigs X utilitzats¿ en medicina, indústria, manipulació de mercaderies i en part en la investigació. ?

¿Per conèixer la funció dels tubs d'electrons i construir els seus propis circuits, hi havia kits amb els quals es poden construir amplificadors NF, ràdios d'ona mitjana, receptors d'ona curta, receptors DRM, oscil·ladors de quars, circuits transmissors i altres circuits bàsics de tecnologia de tubs. Aquests circuits operen en el ¿rang de baixa tensió¿ a voltatges d'ànode de, per exemple, sis volts. ?

¿Amplificadors d'àudio equipats amb tub?

¿Doble tríode del tipus ¿ECC83¿ en el preampl d'un amplificador de guitarra?

¿Amplificador de potència¿ de tub ¿MCIntosh Laboratory¿ MC240 de 1961 amb 2 × potència de sortida de 40 watts, pes aproximat de 25 kg??[28]?

¿A causa del seu ¿comportament de distorsió característic particularment apreciat, els tubs d'electrons¿ encara s'instal·len en gran mesura en ¿els amplificadors de guitarra¿ avui en dia, en què el concepte de circuit no està dirigit a evitar constantment distorsions, sinó al contrari en la seva generació, ja que els resultats tonals especials són bastant desitjables aquí. ?

¿Per tal d'aconseguir una major potència de sortida, els amplificadors de potència dels amplificadors de guitarra de tub solen funcionar en mode push-pull. El grau de ¿retroalimentació¿ difereix molt entre amplificadors de diferents fabricants. Especialment amb el sobreesforç sorgeixen distorsions no lineals, que aquí es desitgen i formen part de la interpretació musical. Encara que aquestes peculiaritats del so es poden simular avui en dia amb potents processadors digitals, l'extraordinari èxit de ¿la reedició¿ de sèries d'amplificadors d'alguns fabricants apunta al paper protagonista indiscutible del tub d'electrons en aquest segment de mercat. ?

¿Mentre que els amplificadors escènics equipats amb tub per a guitarres elèctriques han estat capaços de mantenir la seva pròpia inalterada des de la dècada de 1950, el tub va desaparèixer gradualment dels amplificadors d'hi-fi com a component a causa de la progressiva transistorització de l'electrònica. Només des de mitjans de la dècada de 1990 hi ha hagut un interès creixent en aquesta tecnologia de nou- els amplificadors de tubs d'acord estan gaudint d'una popularitat creixent per una varietat de raons, amb els avantatges sonors assumits d'ells jugant un paper central. En aquest context, les noves produccions de tubs també s'han tornat més habituals al mercat mundial durant diversos anys, fins i tot hi ha disponibles tipus completament nous de tubs de potència, especialment per a aplicacions d'accés a l'hi-fi. ?

¿Els amplificadors de tubs en el sector d'alta gamma també són apreciats pel seu disseny, en el qual la visibilitat de la funció i la construcció juga un paper. Alguns oients de música donen fe de les seves característiques sonores superiors, de manera que les causes fins ara només s'han demostrat parcialment amb explicacions concloents. Un enfocament té en compte principalment els seus diferents tipus de distorsions no ¿lineals, que¿ se suposa que es perceben com a

més agradables en comparació amb els amplificadors de transistors. ?

?De tant en tant, aquests amplificadors s'anuncien amb l'ús de materials particularment valuosos o atributs de so subjectius, que sovint són desproporcionats a les seves propietats de transmissió. No obstant això, un amplificador de tub acuradament construït i desenvolupat circuitalment té una qualitat de so molt alta. La qualitat també beneficia components passius moderns i avançats, com ara condensadors i resistències estables de baix soroll per a alts voltatges. ?

?Tub de comparació i semiconductors?

?El declivi dels tubs clàssics es va iniciar per la invenció del ??transistor?? el 1947. Els transistors ??basats en semiconductors?? van sortir al mercat en la dècada de 1950 i van reemplaçar els tubs en gran mesura en la dècada de 1960. ?

?Desavantatges dels tubs en comparació amb els semiconductors?

?En comparació amb la tecnologia de semiconductors, els tubs tenen els següents desavantatges: ?

?Font d'alimentació complexa amb tensió de calefacció (aprox. 1.5 a 40 V) i tensió d'ànode entre 50 i més de 1000 V, per tant en part per sobre de la ??baixa tensió??, encara que en ??casos especials són possibles tensions d'ànode més petites??, per exemple de 6 a 12 V. No obstant això, aquests són molt limitats en termes d'amplificació i poders de sortida.?

?Requisits d'espai elevats i possibilitats d'integració molt limitades. Els tubs no es poden utilitzar per construir circuits ??altament integrats??. Els tubs compostos amb un màxim de tres sistemes i alguns components passius en una bombeta de vidre no són comparables als ??ICs?? complexos, que poden contenir fins a diversos milers de milions de ??transistors??.?

?Dissipació de potència addicional en el circuit de calefacció?

?Altes temperatures a la superfície?

?Generació de calor global?

?Retard en la preparació operativa a causa del temps de calefacció del càtode?

?Alts costos de fabricació a causa de nombrosos passos de producció complexos?

?Sensibilitat a les tensions mecàniques (??micròfons??, trencament de vidre i danys interns)?

?Majors canvis relacionats amb l'edat en els valors elèctrics al llarg de la vida útil (depenent de les condicions de funcionament i tipus)?

?Vida útil més curta (depenent de les condicions de funcionament i del tipus)?

?No hi ha tipus complementaris anàlegs als ??MOSFETs?? de canal p/n o ??transistors bipolars?? PNP/NPN possibles?

?Avantatges dels tubs sobre els semiconductors?

?Malgrat els principals desavantatges en comparació amb els dispositius ??semiconductors??, els tubs d'electrons poden mantenir-se en certes àrees a causa de les seves propietats especials: ?

?En general, menor esforç de refrigeració que amb semiconductors de la mateixa potència, perquè els tubs tenen naturalment temperatures de funcionament més altes.?

?Són menys sensibles a algunes influències ambientals com els ??raigs còsmics?? i ??la radioactivitat??, baixos voltatges i resistent al ??pols electromagnètic?? (EMP); per aquesta raó, per exemple, hi va haver un desenvolupament militarment motivat del tub d'electrons a la ??Unió Soviètica??.?

?En enginyeria d'energia d'alta freqüència i tecnologia de baixa freqüència, els tubs tenen propietats cobejades: alt guany de potència, ample de banda dinàmic alt, paràmetres constants en un ampli rang de freqüències, capacitacions internes molt petites i constants, tolerants a desajustos curts.?

?Estan disponibles per a potències molt altes (fins a megawatts a freqüències de fins a aproximadament 1 GHz).?

?A freqüències superiors a 1 GHz i d'alta potència, ??s'utilitzen?? tubs especials (magnetró, ??klystron??, ??tub de camp itinerant??) per a la generació i amplificació.?

?En el camp dels processos de commutació extrema d'alta corrent i alta velocitat, els timons d'hidrogen són ??inigualables?? en rendiment i ràpid.?

?Extremadament sobre-carregable durant un curt període de temps (per a uns pocs microsegons) (vegeu ??magnetró??).?

?El caràcter sonor dels tubs d'electrons intencionadament sobre-carregats en circuits amplificadors per a instruments musicals, principalment guitarres elèctriques, ha influït fortament en el rock i el blues, però també en altres estils musicals. Els amplificadors de transistors solen ser més barats, però sovint es perceben com a no equivalents en amplificadors de so a tub. Els amplificadors de tubs coneguts i populars són, per exemple, models de ??Marshall??,

??Fender??, ??Mesa Boogie?? i ??Ampeg??.

Röhrentypen

??Els diferents tipus de tubs es distingeixen per la seva funció i el nombre i disposició dels elèctrodes, així com per diferents fonts d'alimentació (??tubs de xarxa, tubs de bateria?? i ??tubs de baixa tensió??). Vegeu també ??l'esquema europeu de designació de tubs??. ?

??Aproximadament classificat, el ??díode?? pertany als rectificadors, mentre ??que els tríodes??, ??terúodes?? i ??pentodes?? són tubs amplificadors. ??Hexoden??, ??Heptoden??, ??Oktoden?? i ??Enneoden?? són desenvolupaments que es van adaptar a les necessitats de la tecnologia de radiodifusió de l'època. Encara que aquests també amplifiquen els senyals, les quadrícules addicionals tenen funcions especials; vegeu també l'article sobre els ??destinatariis superposat i les seccions següents??. ?

??Un paper especial és jugat pels ??Magic Eyes??, el propòsit principal no és l'amplificació o manipulació de senyals, sinó la conversió d'una mida de senyal en un equivalent òptic corresponent. ?

??Els tipus individuals i les seves característiques es presenten breument a continuació. ?

??Díode?

??Símbol "Díode"?

?? ??article principal??: ??Díode de tub?

??En el díode tubular, només hi ha els elèctrodes mínims requerits ànode (a) i càtode (k). Mitjançant l'aplicació d'un ??voltatge elèctric?? entre el càtode (escalfat) i l'ànode, els electrons s'acceleren des del camp elèctric a través del buit fins a l'ànode i es recullen per ell. ?

??El requisit previ és la polaritat del voltatge aplicat (esmentat anteriorment): El càtode ha de tenir un potencial negatiu en comparació amb l'ànode perquè es produeixi un corrent d'ànode. En absència de voltatge entre l'ànode i el càtode, només flueix un corrent mínim, l'anomenat corrent inicial. Això passa perquè alguns electrons tenen prou energia per superar la distància entre els elèctrodes. Aquest corrent ??depèn del treball de sortida?? i de la temperatura del càtode. ?

??Principals àrees d'aplicació: ??rectificador??, ??demodulador?

??Alguns tipus de díodes anteriorment àmpliament utilitzats: ?

??EAA91 (Dos petits circuits independents de díodes de senyal en un pistó d'un tub, ??utilitzats en discriminadors?? per a ??la demodulació?? ??fm?? i en televisors per a la demodulació del senyal d'imatge (??AM??) i el nivell negre??.)
??EY51, DY86 (díode rectificador d'alta tensió per a tubs d'imatges de televisió i tubs de raigs catòdics oscil·loscopis)?
??EZ80, EZ81 (rectificador bidirecció)?
??PY88 (díode elevador d'alta tensió per a l'etapa de sortida de línia dels televisors)?

??Tríode?

??Símbol "Tríada"?

Tríode radiant (6BK4A / Toshiba), utilitzat com a tríode de llast per controlar el voltatge de l'ànode del tub d'imatge (30 kV) en un dels primers televisors en color?

Camp de corba característic d'un ECC83?

El tríode o tub d'una sola quadrícula té un elèctrode addicional, l'anomenada quadrícula de control (g 1), que s'uneix entre el càtode i l'ànode i normalment té la forma d'una espiral. ?

La quantitat d'electrons que flueixen entre el càtode i l'ànode es pot controlar sense corrent si es canvia el valor del voltatge de la xarxa i això és negatiu en comparació amb el càtode. Aquest control impotent només és vàlid fins a freqüències per sota d'uns 100 MHz. A més, la resistència a l'entrada disminueix a causa de l'efecte d'influència dels electrons que volen massa lentament. Un control amb voltatges positius no és comú amb els tubs amplificadors convencionals, perquè llavors un corrent de xarxa flueix i el control ja no seria impotent. Hi ha alguns dissenys especials com l'EDD11, que mantenen el corrent de la graella en el rang positiu el més baix possible a través de mesures constructives. No obstant això, es produeixen fortes distorsions, per la qual cosa aquesta solució no podria prevaler en el rang de baixa freqüència. ?

La gelosia està molt més a prop del càtode que de l'ànode, de manera que el corrent d'ànode es pot canviar notablement fins i tot per petites variacions en el voltatge de la xarxa. La raó és que la força del camp elèctric es fa més petita amb una distància creixent. ?

A través dels buits entre els cables de xarxa, la majoria dels electrons poden passar a través de la xarxa i després s'acceleren més fins a l'ànode. La quantitat d'aquests electrons depèn del voltatge a la xarxa. Aquesta controlabilitat va fer que el Triode fos el primer amplificador electrònic de la història, una característica en la qual és reemplaçat pels transistors més petits, de baix soroll i de baixa pèrdua, que també no requereixen energia de calefacció. ?

La mesura del guany és la pendent, expressada en mA/V. És més gran com més a prop estigui la xarxa del càtode, més densa està ferida i més gran és la superfície del càtode. Els tríodes particularment costeruts tenen les anomenades quadrícules tenses, els cables de gelosia particularment fins estan disposats molt a prop del càtode. ?

Avui en dia, els tríodes només s'utilitzen en etapes preamplificadores de baix soroll de dispositius d'àudio de gamma alta i, a causa del menor factor de guany, en aplicacions amb requisits especials de linealitat (la corba característica és gairebé recta i, per tant, genera pocs harmònics). En amplificadors de potència per a transmissors d'alta potència, s'utilitzen en circuits base de la xarxa perquè no han de ser neutralitzats. En els amplificadors de potència de la tecnologia d'alta fi, els tríodes finals amb alta adherència (per exemple, tubs de control de corrent) són particularment populars. ?

Els desavantatges són: ?

La baixa resistència a la sortida de només uns 50 k Ω , que atenua molt fortament el circuit oscil·lant en la línia d'ànode d'amplificadors d'alta freqüència.?

La capacítancia d'ànode d'alta gelosia, que pot conduir a oscil·lacions no desitjades (circuit de Huth-Kühn)?.

Ambdós desavantatges es poden evitar per una cascada de dos tríodes o mitjançant l'ús d'un pentode, que produeix un soroll molt més inquietant. ?

?Els tríodes anteriorment estesos són: ?

?EC92 (VHF triode, en gran part equivalent a la meitat d'un ECC81)?

ECC81 (VHF-Doppeltriode)

?ECC82 (amplificador NF, etapa de separació de polsos en receptors de televisió)?

?ECC83?? (baix soroll, baixa distorsió i micròfon NF doble tríode per a amplificadors NF)?

?PCC84 (VHF doble tríode, especialment per a petits voltatges d'ànode com solen ocórrer en circuits de casc)?

PCC88 (VHF-Doppeltriode in Spanngitter-Technik)

?ECC85 (VHF doble tríode, successor millorat de l'ECC81)?

?ECC86?? (tríode doble de baixa tensió amb tensió d'ànode de 6 a 12 volts per a ràdios de cotxes)?

?6N2P?? (tríode doble d'àudio rus amb factor d'alt guany, similar a ECC83)?

?6N23P?? (peces altes i ??doble tríode de tensió russa de molt baix soroll??, entre d'altres per a amplificació de banda ampla, en les seves característiques tècniques en gran part equivalents a l'E88CC i similars)?

?PC88, PC93 (??tubs de xarxa de subjecció?? empinats per a freqüències de fins a 800 MHz, rang UHF)?

?RE 054, Triode del fabricant ??Telefunken?

6J5 (Vielzweck-Triode)

?6SN7?? (doble tríode amb base octal, principalment per a aplicacions d'àudio)?

?Els dissenys especials són: ?

?tríodes de disc??; aquests tenen elèctrodes plans (en forma de disc), que són concentricament contactables per tot arreu per tal de poder connectar-los en arranjaments coaxials amb baixa inductància. S'utilitzen com a amplificadors de RF fins a aproximadament 5 GHz. Un tub relacionat és el ??klystrode??.

?Els tríodes de?? feix (vegeu ??tríode de llast??) formen un feix d'electrons entre el càtode/xarxa i l'ànode, que permet una major distància i força dielèctrica a l'ànode. Aplicació com a tub de control per a voltatges molt alts (per exemple, 6BK4A fins a 30 (60) kV, imatge anterior). La contrapart europea és el PD500 o PD510.?

Tetrode

?Símbol "Tetrode"?

?Doppel-tetrode YL 1060?

? (= QQE 06/40)?

?A diferència del tríode, el Tetrode té una altra xarxa – l'anomenada ??quadricula de blindatge?? (g??2??)– i per tant té

quatre elèctrodes. La inserció d'aquesta quadrícula entre la xarxa de control i l'ànode canvia alguns paràmetres elèctrics fonamentals del tub. La xarxa de blindatge s'alimenta d'un voltatge positiu que és el més constant possible en comparació amb el càtode i protegeix la xarxa de control de l'ànode, d'aquí el nom de xarxa paraigua, anteriorment també anomenada xarxa protectora.

El corrent d'ànode del tetrode és gairebé independent de la tensió de l'ànode tan aviat com supera un valor mínim determinat per l'espaiat de l'elèctrode i la tensió de la xarxa de protecció; la xarxa de blindatge crea condicions de camp constants per a la xarxa de control i accelera els electrons uniformement cap a l'ànode, fins i tot si assumeix un voltatge més baix que la xarxa de blindatge. Això augmenta significativament la resistència a la sortida (resistència a la font) de l'ànode, que per tant és molt més adequat per a amplificadors selectius que un tríode. La retroalimentació inhibida del voltatge de l'ànode a la xarxa de control i la capacítància inferior entre aquests elèctrodes redueix dràsticament l'efecte Miller. Tots dos condueixen al fet que els tètodes tenen un guany molt més alt que els tríodes i significativament menor tendència a oscil·lar.

El tetrode té un desavantatge: Si el voltatge de l'ànode cau per sota del voltatge de la xarxa de blindatge a alta potència, els inevitables electrons secundaris, que són eliminats de l'ànode pels electrons que impacten, són atrets per la gelosia de blindatge (més positiva) i no tornen a l'ànode. Això es reflecteix en una dent característica en el corrent d'ànode en el camp de la corba característica: el corrent d'ànode disminueix tot i que el voltatge de l'ànode augmenta. Això correspon matemàticament a una resistència diferencial negativa. Si el voltatge de l'ànode passa a través d'aquest rang, això condueix a distorsions, ja que el corrent d'ànode no és proporcional a la tensió de la xarxa. La xarxa de blindatge també està carregada tèrmicament pel corrent d'electrons addicional.

Una mesura per controlar aquest problema és fer que la distància entre l'ànode i la xarxa de pantalla sigui el més gran possible, tan gran que el camp elèctric de l'ànode pugui recuperar tants electrons secundaris com sigui possible i només una quantitat insignificant arribi a la xarxa de blindatge. Aquest és el cas, per exemple, d'algunes versions dels tubs finals EL11 i ECL11 de la producció de RDA. A Pentoden, aquest desavantatge es resol amb una quadrícula addicional. Amb el dinatró, l'efecte de l'emissió secundària s'explota deliberadament i es pot utilitzar, entre altres coses, en circuits oscil·ladors.

Els tètodes s'utilitzen ara en el disseny de tètodes de disc per a amplificadors d'alta freqüència d'alta potència (com el 4CX3000A).

Pentode
article principal: Pentode?

Símbol "Pentode"?

Camp de corba característic d'un pentode?

Per tal d'eludir els problemes amb els electrons secundaris que es produeixen amb el tetrode, els dissenyadors van inserir una altra quadrícula entre l'ànode i la graella de l'escut, l'anomenada graella de fre (g₃), de manera que un pentode té cinc elèctrodes. És de malla molt ampla i normalment està al mateix nivell de voltatge que el càtode.

Pràcticament no dificulta els electrons molt ràpids que provenen del càtode a causa de la seva àmplia malla. No obstant això, els electrons secundaris molt més lents eliminats de l'ànode es dirigeixen de nou a l'ànode. ?

?Pentode és l'última etapa d'un llarg desenvolupament. Atès que els desavantatges del tríode i el tetrode s'eliminen, el Pentode era el tub estàndard per a amplificadors. El factor de guany és un avantatge. En el curs del seu camí cap a l'ànode, els electrons passen diversos potencials i s'acceleren alternativament, s'alenteixen i es desvien del seu camí recte. Això crea un ??voltage de soroll?? (??soroll de distribució??) a l'ànode. El major soroll intrínsec a causa del disseny només es nota amb senyals molt febles. ?

?A causa de l'auto-soroll, els tríodes es van tornar a utilitzar en la tecnologia VHF en les parts d'entrada dels amplificadors VHF a principis de la dècada de 1950. Es ??va utilitzar l'anomenat circuit cascode?? i es van aconseguir valors de guany en forma de pentode amb dos tríodes sense el seu soroll. ?

?Els tètodes d'energia del ??feix o pentodes de feix?? són pentodes especials que utilitzen desconcerts de feix d'electrons comparativament simplement corbats en lloc de la complicada graella de fre, que redueix els costos de fabricació. Per tal d'evitar problemes de patents amb philips/??mullard??, els ??enginyers?? britànics van desenvolupar el disseny del tetrode de feix, les llicències de patent del qual van ser venudes més tard a la ??RCA?? nord-americana. RCA va desenvolupar el ??6L6?? i el va llançar el 1936. Es va convertir en el pentode de feix més reeixit, versàtil i conegut de la història del tub; es van construir nombroses variants i algunes encara es produeixen avui en dia. Està integrat en nombrosos amplificadors de guitarra i amplificadors de baix elèctrics. ?

Pentode EF86

?Exemples de pentodes són: ?

- ?EF80 (pentode de banda ampla)?
- ?EF83?? (pentode de senyal petit de baix soroll controlable, utilitzat en aplicacions d'alta fi)?
- ?EF85 (morts de ploma de banda ampla ajustable)?
- ?EF86?? (pentode de senyal petit de baix soroll, utilitzat en aplicacions d'alta fi)?
- ?EF98 (pentode de senyal petit de baixa tensió, especialment per a ràdios híbrides de cotxes)?
- ?EL34?? (pentodes finals NF utilitzades habitualment en amplificadors d'àudio)?
- ?EL41 (pentodes finals NF per a ràdios més antigues)?
- ?EL84?? (pentodes finals NF per a ràdios i amplificadors)?
- ?PL83 (amplificador de potència de vídeo en televisors)?

?Els pentodes de feix són, per exemple, els següents tubs: ?

- 6L6 (US-amerikanische Beam-Power-Tetrode von RCA)
- ?6550?? (tetrode d'alimentació de feix dels EUA de Tung-Sol, aproximadament equivalent a ??KT88?)
- ?KT66?? (etrode ??K??inkless-T? ? anglès de Marconi-Osram Valve Co., elèctricament gairebé idèntic al 6L6)?
- ?EL503 (famós tetrode de ??feix de xarxa de tensió?? d'alta tensió de 1966)?
- ?PL500 (commutació de morts de ploma, amplificador de potència horitzontal en televisors, amplificador de potència en amplificadors ??Braun??)?
- ?PL519 (morts de ploma de commutació de potència més alta, utilitzat en ??televisors en color)?
- ?PCF82 (tub de senyal petit compost, part del pentode)?

Hexode

?L'hexode és un tub d'electrons amb sis elèctrodes: ànode, càtode i un total de quatre latticis. En poques paraules, l'hexode és una ??cascada?? de dos ??tètrodes?? amb només un càtode i un ànode: conté dues ??quadrícules de control?? (g_{11} , g_{13}) i dues ??quadrícules de blindatge?? (g_{22} , g_{24}) entre el càtode i l'ànode. Com a principi de funcionament, el terme càtode virtual (situat entre g_{22} i g_{23}) s'utilitza sovint en la literatura com una explicació estesa de la funció. ?

?En l'aplicació més comuna d'aquest tipus de tub, es subministren dos senyals diferents amb les freqüències f_1 i f_2 a les xarxes de control g_{11} i g_{13} . Un gran nombre de senyals es generen a l'ànode, a més dels senyals d'entrada f_1 i f_2 en si mateixos, es produeixen els senyals més forts de les freqüències $2f_1$, $2f_2$, $f_1 + f_2$ i $f_1 - f_2$. Aquest circuit s'utilitza en receptors de superposició històrica com a ??mesclador multiplicatiu??, utilitzant només la diferència $f_1 - f_2$, l'anomenada ??freqüència intermèdia?. En comparació amb la ??barreja additiva??, hi ha menys distorsió del senyal. No s'utilitzen hexodes per a receptors sensibles d'ona curta perquè el fort soroll de distribució d'energia ofega els senyals febles. ?

?Coneguts i en el seu temps els representants generalitzats són els tipus ACH1, ECH3, ECH11, ECH42, que també contenen un sistema de tríode (ús com ??oscil·lador?). Les dues reixetes de blindatge de la part hexode estan connectades entre si en aquests tubs. ?

Heptode

?Símbol "Heptode"?

?L'Heptode és un desenvolupament posterior de l'Hexode i un tub de cinc xarxes. Anàleg al pentode, es proporciona una ??graella de fre?? (g_{55}) entre la segona ??graella de l'escut?? (g_{44}) i l'ànode (a) i permanentment connectada al càtode del pistó. En la majoria dels casos, només una sola connexió elèctrica es condueix fora del pistó per a les dues reixes d'escut (g_{22} i g_{44}). ?

?Els representants coneguts eren els tipus ECH4, ECH21, ECH81; aquest últim es va trobar en gairebé tots els receptors de ràdio de la dècada de 1950 i principis de 1960. També contenen un sistema de tríode destinat a ser utilitzat com a oscil·lador. ?

Oktode

?Símbol "Oktode"?

?L'octode o tub de vuit pols és un desenvolupament paral·lel al tríode hexode/oscil·lador mixt. La primera ??quadrícula de control?? (g_{11}) és seguida per un ànode (g_{22}), que normalment consisteix en dues teranyines (varetes de gelosia sense bobinat retràctor), que forma el sistema oscil·lador amb càtode i primera xarxa. La ??graella de l'escut??

(g₃) és seguida per una altra graella de control (g₄), que es pressuritza amb el senyal de recepció, després una segona graella d'escut (g₅) i una graella de fre (g₆) immediatament davant de l'ànode. La xarxa de control comuna g₁ també influeix en el corrent d'electrons a l'ànode principal, el que condueix a una funció mixta similar a l'heptode. ?

El pop, com l'hexode i l'heptode, és un tub especial per als receptors de superposició, forma simultàniament tubs de mescla i oscil·ladors en un sistema. Els representants típics eren els tipus AK2, EK2. En un tríode / hexode com l'ECH3, el senyal receptor està connectat a la graella de control sensible g₁, a l'octode a la graella de control de segon control menys sensible g₄. Els octodes són bastant sensibles a les distorsions de freqüència a causa de l'acoblament directe dels elèctrodes a través del corrent d'electrons. ?

Enneode

Simbol "Enneode"?

L'Enneode és un tub amb un càtode, un ànode i set quadrícules, és a dir, amb un total de nou elèctrodes. De vegades també es coneix com Nonode, utilitzant la paraula llatina en lloc de la paraula grega per "nou". Només hi havia uns pocs tipus: l'EQ40 i l'EQ80 (o la seva variant actual UQ80). [30] Es va desenvolupar al voltant del mateix temps que la introducció de la radiodifusió fm amb el propòsit de la demodulació de freqüència. El seu mode de funcionament corresponia al d'un demodulador de coincidència. En el seu ànode, es podia treure un voltatge de senyal comparativament alt, que era suficient per al control total del tub final immediatament següent i també permetia una retroalimentació. Aquest tub va ser àmpliament utilitzat en la part de so dels receptors de televisió i en kits de retrofit FM per a receptors antics. Atès que la graella de fre g₇ estava connectada internament al càtode i les tres reixes d'escut g₂, g₄ i g₆ estaven connectades entre si i conduïen juntes, fins i tot una base de rimlock de vuit pins era suficient malgrat els nombrosos elèctrodes en el cas de l'EQ40. ?

Ull màgic?

Ulls màgics (EM84) per a indicador de nivell estèreo?

article principal: Magic Eye (Ràdio)?

El Magic Eye és un tub especial que converteix un senyal de control elèctric en un senyal lluminós l'expansió visible depèn de la tensió del senyal de control aplicat. Va ser inventat el 1930 pel Dr. Allen Du Mont i desenvolupat pels dos enginyers de RCA Thompson i Wagner, inicialment va servir en receptors de ràdio com a ajuda visual per a una coordinació òptima amb la freqüència de transmissió desitjada. Les principals formes d'ombra clara utilitzades van ser el cercle segmentat (AM2, EM34), els ventiladors (EM71, EM80, EM85) o més tard la banda rectangular (EM84, EM800, EMM801, EMM803). Igual que els tubs d'oscil·loscopi, els ulls màgics solen brillar de color verd, en espècimens més moderns com l'EM84, el color tendeix més cap a la gamma blau-verd. El color lluminós depèn de la substància de la pantalla lluminosa excitada pel feix d'electrons: silicat de zinc per als tons verds més antics, òxid de zinc per a les variants brillantment brillants i més modernes de color verd-blavós. L'òxid de zinc ha demostrat ser molt més durador en comparació amb la càrrega de bombardeig continu d'electrons: els tubs amb aquest material fluorescent tenen una vida útil més llarga. ?

Per als dispositius estèreo, la indústria del tub va llançar tubs de visualització d'afinació especials amb dos sistemes d'elèctrodes separats que es van utilitzar de manera diferent: ja sigui com a indicador de control de 2 canals per a aplicacions d'àudio (EMM801, EM83) o com a indicador d'afinació per a sintonitzadors estèreo FM, amb un sistema que indica l'afinació òptima de l'afinador, el segon indicant la presència d'un senyal estèreo (EMM803).

Pel que fa a la designació de tipus, els ulls màgics s'han de considerar com una excepció. Amb l'excepció dels DM70/71 i EFM11, almenys un tríode s'allotja a cada ull màgic com a sistema auxiliar. No obstant això, aquests tipus no es designen amb ECM84, per exemple, sinó amb EM84.

Mehrfachröhren (Verbundröhren)

En múltiples tubs o tubs multisistema, dos o més sistemes de tubs es combinen mecànicament amb la separació elèctrica. Exemples: dos tríodes en ecC83, un tríode i un pentode de potència en ECL82, un petit pentode de senyal i un pentode de potència en PFL200.

En els tubs compostos, els dos sistemes de tubs estan parcialment connectats entre si; ja sigui per l'estructura mecànica (per exemple, la disposició vertical de tríode i el pòl de potència amb un tub de càtode comú a l'ECL80) o per la interconnexió adequada dels elèctrodes mitjançant cables de connexió a l'interior del tub (tubs càtode separats mecànicament amb pin de connexió de càtode comú per a tríode i pentode del PCF86). També es van produir combinacions de tubs indicadors d'afinació i pentodes, per exemple a l'EFM11.

El tub compost VCL11 es va instal·lar a Alemanya al DKE38 (Volksempfänger).

La distinció feta en la dècada de 1940 entre tubs compostos i múltiples ja no es va mantenir a causa de les petites diferències amb el temps. Així, el terme "tub múltiple s'ha establert per a ambdós tipus.

En tubs múltiples i compostos, resistències i condensadors també es van instal·lar parcialment (per primera vegada en el tub triple 3NF); aquests tubs van ser, en cert sentit, els primers circuits integrats de l'electrònica.

Altres tipus de tubs d'electrons

Els intensificadors d'imatge (amplificadors de llum residual) i els tubs d'adquisició d'imatges són tubs convertidors d'imatges, que s'utilitzen principalment per gravar i amplificar la llum. Els amplificadors de llum residual s'utilitzen en dispositius de visió nocturna.

La fotocèl·lula està disponible en buit o plena de gas, canvia el seu corrent d'electrons (fotoefecte) depenent de la llum que hi entra. Avui dia és substituït per semiconductors (fototransistor, fotodíode, fotoresistència).

El tub de Braun i el seu desenvolupament posterior en forma de tub d'imatge (CRT) per mostrar senyals d'imatge en una pantalla. Aquest tub es pot trobar en oscil·loscopis, receptors de televisió i monitors d'ordinador, cada vegada és més reemplaçat per noves tecnologies com les pantalles de cristall líquid.

Els tubs de Crookes són tubs d'exhibició de principis del segle XX. S'utilitzen en lliçons de física amb finalitats il·lustratives.

El tub de raigs X s'utilitza per generar raigs X. S'utilitza com a font de raigs X en tecnologia mèdica, proves de materials i manipulació de mercaderies.

Un Plumbicon és un sensor d'imatge especial que encara s'utilitza avui en dia en càmeres de vídeo per a aplicacions especials, com ara en zones d'una central nuclear amb alta radiació ionitzant (sala de reactors).

El Klystron, un amplificador de transmissió en el rang de microones, s'utilitza en sistemes de radar o en acceleradors de partícules. El klystró reflex com a oscil·lador ha estat substituït per altres tècniques.

Inductive Output Tube és un híbrid de tríode de feix i klystron.

El tub de camp de viatge s'utilitza com a amplificador de senyal en tecnologia de radar i radioastronomia.

El magnetró s'utilitza com a generador de microones independent en tecnologia de radar i com a component principal dels forns de microones.

El giroscopi és un generador de microones per al major rendiment.

Els multiplicadors d'electrons secundaris i fotomultiplicadors són sensors de llum i ultraviolats molt sensibles i ràpids que amplifiquen en gran mesura el corrent d'electrons alliberat per la llum incident d'un fotocàtode.

Les pantalles de fluorescència són tubs de visualització que poden representar símbols i caràcters especificats. Les pantalles de fluorescència encara s'utilitzen àmpliament com a unitats de visualització en dispositius electrònics domèstics com VCRs o reproductors de DVD. També hi ha pantalles de píxels.

Els nuvistors són tubs d'electrons miniaturitzats, principalment tríodes per a aplicacions UHF. Han estat reemplaçats gairebé completament en la seva funció per semiconductors i ja no s'utilitzen.

?Els tubs d'electrons amb un ??corrent de gelosia particularment petit s'anomenen?? ??tubs d'electròmetre??.
?En ??el cas dels tubs de temps d'execució??, s'explota que els electrons necessiten una certa quantitat de temps per arribar del càtode a l'ànode.?

?Tubs plens de gas?
?Veure: Llum ??de descàrrega de gas?

?Tub indicador de nixie?? Tipus ??Telefunken?? ZM1210?

?A més dels tubs d'electrons, que requereixen un alt buit a l'interior, hi ha tubs amb ompliment de gas, que només llavors aconseguixen la seva funció real. No són tubs d'electrons en el sentit veritable, ja que la ??longitud del camí lliure?? dels electrons a l'interior sol ser més petita que l'espaiat de l'elèctrode. No obstant això, sovint es coneixen com a tubs i, per tant, es mostren aquí. ?

?Els tubs plens de gas inclouen ??rectificadors de vapor de mercuri??, ??fotocel·les?? plenes de gas, ??tubs de Nixie??, ??estabilitzadors de brillantor?? i ??tiradors??.

?Amb algunes excepcions, els tubs rectificador plens de gas han estat substituïts per dispositius semiconductors. L'ompliment de gas normalment consisteix en gasos nobles com ??l'argó??, ??el xenó??, ??el neó??, gasos normals com ??l'hidrogen?? i ??el deuteri?? o ??el vapor de?? ??mercuri??. L'ompliment de gas ??s'ionitza?? durant l'operació, el que permet una línia elèctrica en el gas. El grup de rectificadors inclou rectificadors de vapor de mercuri i tubs de commutació controlats com el ??tirador??, ??l'encens i?? ??l'excitació??. ?

?Els ??tubs de Tungar?? són rectificadors plens amb l'argó de gas noble per al seu ús a baixes tensions. ?

?El ??Krytron?? es pot utilitzar com a interruptor electrònic. ?

?Els tubs plens de gas també són les ??diverses làmpades de descàrrega de gas?? (làmpades de descàrrega de gas d'alta pressió com les ??làmpades de vapor de sodi, llums?? de vapor de mercuri o làmpades d'halur metàl·lic), però normalment no es coneixen com a tubs. Les excepcions són les ??làmpades fluorescents?? i els tubs de càtode fred (CCFL) i els tubs fluorescents utilitzats per a ??la retroil·luminació??. ?

?Els estabilitzadors de resplendor?? (per exemple, 0A2) són tubs sense calefacció plens de gas en els quals la corba característica de voltatge de corrent rectangular s'utilitza per a l'estabilització de voltatge. Funcionen com els ??llums de brillantor?? i els ??tubs de Nixie??, que sovint s'utilitzen amb finalitats de visualització. ?

?Els ??tubs geißler són tubs?? de càtode fred plens de diversos gasos amb finalitats d'ensenyament i demostració. ?

?Connexions?
?Amb algunes excepcions (??nullode), els?? tubs requereixen connexions elèctriques a l'interior del pistó per realitzar la seva funció. Amb aquesta finalitat, s'han desenvolupat nombrosos tipus de connexió al llarg dels anys. La majoria dels tubs disposen d'una ??base??, que es pot ??acomodar?? en un endoll. No obstant això, també hi ha tipus com el DY51, que ??es solden?? directament al circuit. ?

?En els primers dies de la tecnologia del tub, la base i el pistó es van separar. Els cables d'alimentació del pistó s'alimentaven en una base posteriorment unida feta ??de bakelite?? o ??plàstic?? i es soldaven allà. ?

?Per raons de costos, les construccions de base separades finalment es van deixar caure i es va desenvolupar el tub de vidre, el precursor del qual és la base de Loktal. Aquest ??sòcol de vidre de premsa?? consisteix en una barreja especial de vidre amb baixes pèrdues dilèctriques, en la qual els contactes base fets de ferro cromat o níquel es fonen i es pressionen de manera ajustada al buit i dimensionalment estable. Aquest tipus de base també es fabrica en un pas de fabricació separat i, en el curs de la producció, es solda al sistema i es fusiona amb el pistó. ?

?Taula dels tipus de sòcols més importants: ?

Socketart?Observacions ??Imatge d'exemple ?

?Sòcol?

? europeu (4 agulles de base de?

?bakelite) ?

?Disposició al quadrat del drac,?

? ploma ??ø?? 4 mm,?

? espaiat de pins de passadors oposats aprox. ?

?Sòcol?

? de contacte extern (5 pins, contactes de vora) ?

?Pin1 a les 3, numerant les mans contra rellotge,?

? angle $3 \times 60^\circ$ i $2 \times 90^\circ$,?

? ??ø?? aprox. 20 mm. ?

?Sòcol?

? de contacte extern (8 pins) ?

?Pin1 a les 2:30 a.m., numerant les mans contra rellotge,?

? angle $3 \times 30^\circ$ i $5 \times 54^\circ$,?

? ??ø?? uns 26 mm. ?

?Base?

? ??de tub d'acer?? (Y8A) ?

?Pin1 a les 5, numeració a la mà del rellotge,?

? dos grups de bolígrafs, angle cada $26^\circ 50'$,?

? ??cercle de forat-ø?? 28 mm ?

?Sòcol?

? octal(K8A) ?

?Pin1 a la 1 de la tarda, numeració a la mà del rellotge,?

? angle cada 45° ,?

? ??cercle de forat-ø?? 17,45 mm ?

?Sòcol?

? Loktal(W8A) ?

?Pin1 a la 1 de la tarda, numeració a la mà del rellotge,?

? angle cada 45° ,?

? ??cercle de forat-ø?? 17,5 mm ?

? Sòcol?

? rimlock (B8A, gepa?

?snap-in a la vora) ?

?Pin1 a la 1 de la tarda, numeració a la mà del rellotge,?
? angle cada 45°,?
? ??cercle de forat-ø?? 11,5 mm ?

?Presa?
? pico 7 (B7G) ?
?Pin1 a les 7:30 a.m., numeració a la mà del rellotge,?
? angle cada 45°, pin 8 omès,?
? ??cercle de forat-ø?? 9,53 mm ?

?Sòcol?
? Noval(B9A) ?
?Pin1 a les 7, numeració a la mà del rellotge,?
? angle cada 36°, pin 10 omès,?
? ??forat cercle-ø?? 11,9 mm ?

?Sòcol?
? magnoval(9 pins) ?
?Pin1 a les 7, numeració a la mà del rellotge,?
? angle cada 36°, pin 10 omès,?
? ??cercle forat-ø?? 19 mm ?

?Separat Anschlusskappe?

?Connexió de tapa d'ànode d'un PL36?

?Connexió de tapa de gelosia d'un pentode HF EF5 en una ràdio (??Bang & Olufsen?? Beolit 39, 1938)?

?Per a requisits especials, alguns tipus de tubs tenen una tapa de connexió separada de la base. En el cas de tubs amb bases de contacte externes, aquesta sol ser la connexió per a la ??xarxa de control??, per tant, està espacialment lluny de les altres connexions i, per tant, permet un desacoblament extensiu, la qual cosa beneficia les propietats d'alta freqüència d'aquests tubs. Els desavantatges d'aquestes connexions són el major esforç en la producció de tubs i també en la construcció de dispositius. Els avantatges del desacoblament es cancel·len parcialment per les vies de

cable més llargues necessàries del cablejat fins a aquesta connexió. ?

?Els tubs moderns tenen una connexió de tap quan la força dielèctrica ho requereix. Els ànodes dels tubs finals de línia (PL81, PL36, PL500, PL509, ...) es carreguen per ??l'autoinducció?? del ??transformador de línia?? amb pics de tensió de fins a 5 kV. Amb aquests alts voltatges, ??els rollovers?? entre els passadors base individuals serien inevitables. Per la mateixa raó, el càtode de ??díodes de reforç?? (PY81, PY83, PY88, PY500, ...) així com l'ànode de rectificadors d'alta tensió (e.B. el DY86) es troba a la tapa de pistó. ?

?Els tubs finals transmissors de major potència també tenen una o més tapes de connexió. En la majoria dels casos, l'ànode també està connectat aquí, també per raons de força dielèctrica, però també per a un millor desacoblament dels circuits de gelosia i ànode. Un altre punt és el disseny més simple del circuit d'oscil·lació de sortida mecànicament generalment més gran de l'amplificador de potència transmissor. ?

Bezeichnungsschemata

?Esquema americà?

?A partir de 1933, la indústria del tub nord-americà va desenvolupar la seva pròpia clau d'escriptura amb una importància molt limitada (??R??radio ??E??electronics ??T??elelevision ??M??anufacturers' ??A??ssociation – REMA Tube Designació). ?

?Esquema europeu?

?Amb l'estandardització gradual de les bases del tub al voltant de 1925 (per exemple, base europea de pins o base d'olla amb contactes externs), es van fer els primers intents amb un sistema combinat de nombre i lletres per al marcatge curt uniforme del tipus i les dades de funcionament dels tubs. ?

?Però no va ser fins a 1933/34 que es va establir una clau de designació de tub amb visió de futur a Europa, el sistema de designació de la Comunitat adoptat conjuntament per ??Philips?? i ??Telefunken??. ??[32]?? Es va desenvolupar en un sistema de codi que encara és vàlid avui en dia, en el qual el nom mostra el tipus de calefacció, el sòcol i el tipus de sistema. No obstant això, aquest sistema només podria prevaler a Europa. ?

?1a lletra: Tipus de calefacció (tensió o corrent) ??2. (+3.) Lletres: Tipus de sistema ?

?UN ?

?4 V de manera directa o indirecta ?

?UN ?

?Díode ?

B

?180 mA directament de les bateries ?

B

?Díode bidirectiu, dos ànodes a un càtode ?

C

?200 mA indirecte (alimentació en sèrie) ?

C

?Tríode ?

D

?1.4 V directament des de bateries o semioberts ?

D

Leistungstriode

?I ?
?6.3 V indirecte (en realitat paral·lel, però també potència de sèrie) ?

?I ?
Tetrode

F
?12.6 V indirecte ?
F
Pentode

G
?5 V indirecte ?
H
?Hexode o Heptode ?

H
?150 mA indirecte ?
K
Oktode

?JO ?
?(Ja s'ha utilitzat indirectament per 20 V) ?
L
?Tetròde de rendiment o pentode de rendiment ?

K
?2 V directament de cèl·lules de plom-àcid ?
M
?Tub de pantalla o indicador ?

L
?450 mA indirecte (alimentació en sèrie) ?
N
?Tirró??[33]?

O
?sense calefacció (per a tubs plens de gas, també semiconductors) ?
P
Sekundäremissionsröhre[34]

P
?300 mA indirecte (alimentació en sèrie) ?
Q
?Enneode (tub de 9 pols) ?

?EN EL ?
?100 mA indirecta (alimentació en sèrie) ?
T
?Tub de recompte (aplicacions digitals) ?

?DINS ?
?50 mA indirecta (alimentació en sèrie) ?
?DINS ?
?Díode de potència d'un sol ús amb ompliment especial de gas ?

X
?600 mA indirecte (alimentació en sèrie) ?
X
?Díode de doble sentit amb ompliment especial de gas ?

Y
?450 mA indirecte (alimentació en sèrie) ?
Y
?Díode d'energia d'un sol ús ?

?AMB ?
?sense calefacció (per a tubs plens de gas) ?
?AMB ?
Zweiweg-Leistungsdíode

?Si diversos sistemes d'elèctrodes s'allotgen en un matràs de vidre, estan marcats amb lletres addicionals que tenen el mateix significat que la segona lletra. Les lletres s'enumeren per ordre alfabètic. ?

?Els tubs són bàsicament peces de desgast i s'han de reemplaçar després de certs intervals de temps. Per facilitar aquest procés, gairebé tots els tubs estan equipats amb un sistema de connexió, la base del tub, que al llarg de la història del tub ha adoptat una àmplia varietat de variants, que també es reflecteixen en el codi numèric de la designació del tub. En diverses fonts, aquest codi ha demostrat ser més una pista que un esquema fix. L'estandardització fiable no es va poder aconseguir fins al 1963, però en aquest moment molts tipus de tubs ja estaven al mercat que ja no encaixaven en l'esquema. ?

?Gamma ?Sockelart

?de l'1 al 9 ?
?Base de contacte externa (5 i 8 pols), també base octal i europea amb ??estructura base espremut?

?10 al 19 ?
?Base de tub d'acer (8 pols), si cal. Estructura del peu triturat ?

?20 al 29 ?
?Tipus octals o pressteller i tubs Loktal ?

?30 al 39 ?
?Sòcol octal ?

?40 al 49 ?

?Sòcol Rimlock ?

?de 50 a 60 anys ?

?Diferents formes base, preferiblement torxes de vidre de premsa com Loktal ?

?61 al 79 ?

?Diversos endolls, per exemple per a tubs molt petits (B5A, B5B, B8D, ...) o junta de soldadura directa o tubs Loktal de ??C. Lorenz?

?80 al 89 ?

?Sòcol Noval ?

?90 al 99 ?

?Sòcol Pico-7 ?

?150 al 159 ?

?Base de tub d'acer (10 pins) ?

?171 al 175 ?

?RFT-Gnomröhrenreihe ?

?180 al 189 ?

?Sòcol Noval ?

?190 al 199 ?

?Sòcol Pico-7 ?

?200 al 209 ?

?Sòcol de dekal ?

?280 al 289 ?

?Sòcol Noval ?

?500 al 599 ?

?Sòcol magnoval ?

?800 al 899 ?

?Sòcol Noval ?

?900 al 999 ?

?Sòcol Pico-7 ?

?Depenent del nombre de dígit, el segon o l'últim dígit pot ser una indicació del tipus de corba de control de la xarxa: aquesta regulació només es va especificar oficialment el 1963 i fins i tot llavors no sempre es va adherir als fabricants i

només s'ha d'entendre com una indicació. Sovint el nombre donat és només un nombre seqüencial sense més significat. Per exemple, especificar un codi de control per a tubs d'alimentació no té sentit. La següent classificació de nombres és comuna per distingir la corba característica d'alguns pentodes de senyal petits (lletra de codi F) o tríodes RF (lletra de codi C, per exemple PCC189). ?

?Corrent d'ànode en funció de la tensió de la xarxa de control ?

?dígit parell ?

?corba característica normal ?

?dígit senar ?

?corba característica corbada per a ??tubs de control?

?Ocasionalment, es troben tubs on s'indica la combinació de díigits entre la lletra del tipus de calefacció i els del tipus de sistema, per exemple E83CC. Aquests tubs s'especifiquen per a una vida útil particularment llarga, tenen toleràncies més estrictes en comparació amb la versió estàndard (aquí ECC83) i tenen una major resistència al xoc i a la vibració. Per tant, es van utilitzar especialment per augmentar les demandes de funció i fiabilitat, com ara en dispositius per a la indústria i l'exèrcit. No en tots els casos, en el cas d'una designació de tipus tub especial donada, és possible inferir el tub convencional elèctricament comparable simplement canviant la combinació de lletres-nombre. Per exemple, el pentode especial de petita potència E81L destinat a ser utilitzat en sistemes telefònics segons la fitxa de philips no és comparable al pentode final de la línia EL 81! ?

?Exemples regulars típics: ?

?UL 84 = Finalitza l'extrem de potència per al corrent de calefacció de 100 mA, sòcol Noval?

?EF 97 = pentode de control per a tensió de calefacció de 6,3 V, presa de pico?

?VY 1 = díode de potència per a corrent de calefacció de 50 mA, presa de contacte externa?

?UCH 21 = tub multisistema que consisteix en un tríode i heptode en una bombeta de vidre, corrent de calefacció de 100 mA, base Loktal?

?Excepcions?

?Els ulls màgics (M) han de ser considerats com una excepció pel que fa a la designació de tipus. Amb algunes excepcions, almenys un tríode s'allotja a cada ull màgic com un sistema auxiliar. Aquest tríode no apareix per separat: No hi ha tub ??ECM??, sinó tubs ??EFM??, en els quals el tríode habitual ha estat substituït per un píode. ?

?Alguns pentodes de potència (L) són tetrodes en termes de disseny, però no tenen tant una ??graella de fre?? com un elèctrode d'agrupament de feix. A causa d'una distància relativament molt gran de l'ànode de la ??quadrícula d'escut??, no obstant això, s'aconsegueixen les característiques de funcionament d'un pentode (per exemple ECL11, AL4). ?

?Esquemes russos?

?Els tubs russos s'anomenen d'acord amb dos esquemes diferents. Per exemple, d'acord amb el primer esquema 2?27? i d'acord amb el segon esquema ?? 50-?. ?

?1. Esquema?

?Número-lletra-número-lletra(-lletra) ?

?En aquest esquema, el primer número denota la tensió de calefacció, la primera lletra el tipus i l'aplicació del tub, el segon número és una característica distintiva. La segona lletra conté característiques de disseny, per exemple la base associada. La tercera lletra opcional indica que el tub ha millorat les propietats en comparació amb l'estàndard. ?

Segons les taules següents, el 227 requereix una tensió d'escalfament de 2-2,4 V i és un pentode HF amb base Loktal. Un 6333 requereix 6,3 V per a calefacció i és un tríode en una carcassa de vidre amb un diàmetre de més de 22,5 mm en un disseny més estable mecànicament amb major fiabilitat. ?

Número Heizspannung

06
625 mV

1
800 mV; 1 V; 1.2 V; 1.4 V; 1.5 V ?

2
2 V; 2,2 V; 2,4 V

3
3.15 V ?

4
4 V; 4,2 V; 4,4 V

5
5 V

6
6 V; 6,3 V

7
7 V

9
9 V

10
10 V

12
12 V; 12.6 V ?

13
13 V

17

17 V

18

18 V

20

20 V

25

?25.2 V ?

30

30 V

?Ciríl·lic ??Transcripció llatina comuna?

?en tubs ??Tipus de sistema/aplicació ?

?I ?

?un ?

Mehrgitter-Mischröhre

?VOLS ?

b

?Díode + Pentode ?

?DINS ?

?dins ?

?pentode d'emissió secundària o tetrode; Heptode ?

?G ?

g

?Díode + Tríode ?

?D ?

d

?Díode ?

?ÉS ?

?i ?

?Ull màgic ?

?IGUAL ?

j

HF Pentode

?I ?

?jo ?

Triode + Hexode/Heptode/Oktode

?A ?

k

Regelpentode

?L ?

I

Elektronenstrahlröhre

?N ?

n

Doppeltriode

?VEURE ?

p

NF Leistungstetrode/-pentode

?P ?

r

Doppeltetrode/-pentode

?AMB ?

s

?Tríde ?

?F ?

f

?Tríode + Pentode ?

?X ?

h

Doppeldiode

?C ?

?amb ?

Gleichrichterdiode(n)

?UH ?

ee

HF Tetrode

?Ciríl·lic ??Transcripció llatina comuna?
?en tubs ??Base o estructura ?

?(sense) ?

?Carcassa metàl·lica ?

?I ?
?un ?
Subminiatur 5-8 mm ?

?VOLS ?
b
Subminiatur 8-10,2 mm ?

?G ?
g
?Subminiatura superior a 10,2 mm ? ?

?D ?
d
Scheibentriode

?IGUAL ?
j
Eichelröhre

?A ?
k
?Ceràmica ?

?L ?
l
Loktalsockel

?N ?
n
Nuvistor

?VEURE ?
p
?Tub de vidre amb 19-22,5 mm ? ?

?P ?
r
Subminiatur 5 mm ?

?AMB ?

S

?Tub de vidre amb més de 22,5 mm ? ?

?Ciríl·lic ??Transcripció llatina comuna?

?en tubs ??S'ha millorat la propietat ?

?fins al 1976 ?

?P ?

r

?Millor qualitat ?

?AIRE ?

?ell ?

?Millor qualitat, llarga vida útil ?

?BP ?

?dv ?

?Millor qualitat, més fiabilitat ?

?ETC ?

dr

?Millor qualitat, vida útil molt llarga ?

?després de 1976 ?

?DINS ?

?dins ?

?Disseny mecànicament més estable, major fiabilitat ?

?D ?

d

?Llarga vida útil ?

?ÉS ?

?i ?

?Llarga vida útil; més de 5.000 h ?

?A ?

k

?Micròfon?? baix?

?N ?

n
Impulsfest

?EV ?
?llar ?
?Llarga vida útil, major fiabilitat ?

?Segon esquema?
?En el segon esquema, per exemple, en el cas de ?? 50-?, les dues lletres denoten el tipus de tub, el nombre és una característica distintiva, i l'última lletra denota les propietats especials, com en el primer esquema (després de 1976). ?
?D'acord amb la taula següent, el ?? 50-? és, per tant, un tub transmissor per a 25-600 MHz en un disseny mecànicament més estable amb major fiabilitat. ?

?Ciríl·lic ??Transcripció llatina comuna?
?en tubs ?Röhrentyp

?LEDGER ?
gk
?Tub transmissor fins a 25 MHz ?

?GU ?
gu
Senderöhre 25-600 MHz

?SG ?
gs
?Tub transmissor per a l'interval cm ?

?DINS ?
?dins ?
Leistungsgleichrichter

?SG ?
sg
Spannungsstabilisatorröhre

?ART ?
sg
Stromstabilisatorröhre

?T ?
t
?Tiràron ?

?GG ?

gg

Gasgleichrichter

?G ?

gr

Quecksilberdampfgleichrichter

?F, FEU ?

?f, foc ?

?Fotzellen, ??Fotoervielfacher?

?Soroll?

?Com qualsevol altre dispositiu electrònic, un tub d'electrons produeix soroll específic de l'espectre i la potència. Això es deu a la funció general d'un tub d'electrons. ?

Funkel-effekt

?L'emissió d'electrons a la superfície del càtode depèn de processos químics dins de la capa d'emissió escalfada. Per tant, l'emissió no és idèntica en tota l'àrea efectiva del càtode i també canvia en el temps. L'efecte de brillantor contribueix més al soroll general. És especialment important per als amplificadors d'àudio, ja que el rendiment del soroll causat per l'efecte de brillantor augmenta bruscament per sota d'uns 10 kHz. ?

Schroten-effekt

?El corrent d'electrons que arriba a l'ànode , per exemple quan es controla amb un voltatge de corrent continu - mai és completament constant, sinó que depèn del nombre estadístic d'electrons que arriben a l'ànode en el moment adequat. ?

Verteilungsrauschen

?En un tub de multixarxa, els electrons emesos pel càtode flueixen a la ??xarxa de blindatge?? i a l'ànode. Depenent del temps, un nombre diferent d'electrons arriben a la xarxa de blindatge i l'ànode. Això condueix a un major soroll típic dels tubs multigríd. ?

?El soroll de la distribució d'energia es pot reduir reduint el corrent de la quadrícula de la pantalla. Mesures constructives com el blindatge i ??control de ferides?? similars permeten ocultar els bobinats de la graella paraigua darrere de la reixa de control des d'un punt de vista càtode. Els bobinats es troben a l'ombra electrònica de la xarxa de control i, per tant, només poden absorbir molts menys electrons: el corrent de la xarxa de blindatge és molt més baix que amb les construccions convencionals de la xarxa d'escuts. ?

?A causa del seu menor soroll, els tríodes es van utilitzar gairebé exclusivament en etapes d'entrada d'ona curta i FM. L'excepció aquí són els primers receptors VHF, que es van construir a principis de la dècada de 1950. Els dispositius, que funcionen d'acord amb el principi reflex, també s'oferien sovint com un kit de retrofit FM per a ràdios que només podien rebre LW, MW i KW. ?

Influenzrauschen

?Especialment en freqüències superiors a 100 MHz, es produeixen ??processos d'influència?? que el corrent d'electrons entre el càtode i l'ànode causa com a resultat dels efectes de temps d'execució a la xarxa de control. ?

?Refredament?

Kühlverfahren

¿Bullit?? Ànode d'un tub transmissor gran ?

¿Ànode refrigerat per aire d'un petit tub transmissor. L'anell esquerre és la connexió de la ??graella de pantalla?

¿El tub transmissor refrigerat per radiació 3-500 C amb dissipació de potència de 500 W té un ànode fet de grafit ?

¿La diferència de potencial entre l'ànode i el càtode provoca una acceleració dels electrons emesos pel càtode: l'energia elèctrica es converteix en energia cinètica dels electrons. Quan aquest corrent d'electrons arriba a l'ànode, l'energia cinètica es converteix predominantment en energia tèrmica, però en petita mesura també en radiació lleugera (vegeu més amunt per a ??l'ànode??) i en voltatges de funcionament més alts en ??raigs X??. La calor resultant s'ha de dissipar perquè el tub no es destrueixi tèrmicament. Depenent del disseny, no és possible dissipar cap quantitat d'energia per temps, que es coneix com la ??pèrdua màxima d'energia de l'ànode??. ?

¿Test?

¿La taula següent mostra l'estructura de l'ànode i la capacitat màxima de càrrega específica utilitzant l'exemple de tubs transmissors per a diferents tipus de refrigeració. ?

Kühlungsart	Anodenart	capacitat de càrrega específica?
??		

¿Radiació?

¿Grafit, molibdè?

10 W/cm²

?Aire comprimit?
?Ànode exterior fabricat en Cu amb aletes de refrigeració?
50 W/cm²

?Refrigeració per aigua?? o ??oli?
?Ànode exterior de Cu, envoltat de refrigerant?
?0,100 W/cm² ?

Siedekühlung

?Ànode exterior de Cu, l'aigua s'evapora?
?0.500 W/cm² ?

Strahlungskühlung

?A baixes sortides, els tubs sempre es ??refreden per radiació??. El sistema està ben aïllat en el buit sense contacte amb l'exterior, la dissipació de calor només és possible a través de la radiació. Per tal d'irradiar la dissipació de potència de la manera més eficaç possible, els ànodes i les reixes estan equipats amb banderes de refrigeració o aletes de refrigeració, especialment per a tubs d'alimentació. El material fosc adequat amb una gran superfície (per exemple, grafit o ferro P2) contribueix a l'augment de ??l'emissivitat??. No obstant això, la potència radiable és molt limitada. ?

?La ??xarxa de control?? en les proximitats immediates del càtode calent ha de romandre particularment freda perquè no emeti electrons al seu torn. Per tant, les barres de retenció estan fetes de material tèrmicament conductor (sovint ??coure?? amb revestiment de níquel) i també porten banderes de refrigeració al final. A més, els cables ??de gelosia de molibdè?? poden estar banyats en or, ja que l'or en conjunció amb el bari evaporat del càtode augmenta el treball de sortida. ?

?El refredament per radiació també es pot trobar en tubs de raigs X amb ??ànode rotatiu??, on la rotació assegura la distribució de calor pel feix d'electrons impactant només escalfant una petita part de l'ànode mogut electromotriument. Aquesta sub àrea pot refredar-se de nou fins que s'hagi completat una revolució fora del punt de la biga. ?

?Altres Kühlverfahren?

?Exposició de ràdio alemanya a Kaiserdamm a Berlín: "Tubs telefunken per a les noves grans emissores de ràdio alemanyes". Molt a l'esquerra: el tub més gran refrigerat per aigua de 150 KW construït fins a la data, 1931?

?Els tubs transmissors d'alta potència ??es refreden?? amb aigua o un altre ??mitjà de refrigeració??, mentre que els tubs transmissors de potència mitjana es refreden per aire (augment de la refrigeració per aire amb bufadors). Això permet transportar uns quants centenars de vegades més energia que amb el refredament radiant. ?

?En aquests tubs, l'ànode està fet de coure sòlid i sobresurt de la carcassa o flueix a través de l'interior per un mitjà de refrigeració. Això permet densitats de potència molt més altes a l'ànode en comparació amb el refredament radiant. Els elèctrodes restants, com la ??graella de l'escut??, també es poden refredar mitjançant ??la conducció de calor?? en una estructura en forma de disc. ?

?El refredament d'ebullició?? sempre s'utilitza per obtenir el màxim rendiment. ?

?Vida?

?Malgrat la seva alta tolerància a les superacions a curt termini dels valors límit elèctrics, els tubs d'electrons tenen una

vida útil més curta que els components semiconductors. Especialment en enginyeria d'energia, els tubs són consumibles, mentre que sovint en els receptors de la dècada de 1950 els pre-tubs originals encara es troben. Els tubs tenen toleràncies relacionades amb la producció en el rang percentual de dos dígits, en alguns circuits un tub amb paràmetres molt diferents funciona millor, en altres menys. En el camp dels amplificadors d'àudio de gamma alta, els tubs sovint se substitueixen molt abans del que és tècnicament necessari. ?

?El inicialment complex i especialment a freqüències molt altes base de tub de disseny problemàtic - presa de tub no és menys important prova de la necessitat de reemplaçament simple. ?

?A més d'alguns altres factors, la vida útil d'un tub d'electrons quan funciona dins dels valors límit està determinada pels següents factors: ?

Zwischenschichtbildung

?Els processos electroquímics en el càtode d'òxid són el factor decisiu que limita la vida útil. Especialment quan el tub s'escalfa, però no flueix el corrent d'ànode durant llargs períodes de temps, es forma una anomenada capa intermèdia entre el portador del càtode i la capa d'òxid, el que redueix dràsticament l'emissivitat del càtode. ?

?Aquesta intercapa té caràcter semiconductor i es produeix preferentment en tubs d'alta densitat de pendent (mA / V cm⁻²). Les investigacions òptiques van mostrar aquesta capa com una capa semblant a un vidre formada directament sobre la màniga del càtode, el diagrama de circuit de reemplaçament representa una connexió paral·lela de condensador i resistència: depèn de la freqüència. Per mesures de pendent a diferents freqüències (e.B. 10 kHz vs. 10 MHz), es pot fer una declaració qualitativa sobre una possible formació entrecapes. En el cas d'un càtode lliure d'intercapes, els valors de pendent són els mateixos. Els valors mesurats es troben en l'interval de 80 ? o en el rang d'1,5 nF. ?

?Aquesta capa intermèdia es pot invertir en una mesura limitada mitjançant un sobreescalfament dirigit i acurat amb un corrent de càtode alt simultani. Vegeu l'apartat ??Regeneració??. ?

?Eliminació de material de càtode?

?EBC91 amb capa de càtode parcialment separada a la part del díode?

?El material emissiu del càtode es pot desprendre lentament amb el temps. D'una banda, això pot passar a causa de moments de sobrecàrrega molt forts, que poden ocórrer, per exemple, quan el tub s'escalfa amb tensió d'ànode ja aplicat. D'altra banda, es produeix una evaporació constant en el tub. No obstant això, aquest procés és molt lent en condicions normals de funcionament i només es fa notar després d'unes poques desenes de milers d'hores de funcionament. Fins i tot abans que el càtode es torni sord, l'emissió de gelosia pot ocórrer com a resultat. ?

Gitteremission

?Una conseqüència del material que evapora el càtode i es disposa a la ??xarxa de control?? pot ser ??l'emissió de gelosia??. La xarxa de control emet electrons, el que fa que sigui més positiva, augmentant així el corrent d'ànode i desplaçant el punt de funcionament fins al punt que es produeixen distorsions i/o sobrecàrrega tèrmica. Com a resultat, la xarxa de control s'escalfa encara més i emet més electrons. Particularment susceptibles són els circuits en què el biaix de la xarxa es subministra a través d'una resistència particularment gran (1 megaohm o més gran). Llavors només uns pocs microampers de corrent d'emissió de gelosia són suficients per causar una fallada. ?

?Aspiradora?

?El buit d'un tub pot deteriorar-se per dues raons: la desgasificació de materials dins del tub, que depèn de la qualitat (puresa) dels materials, i la penetració de gasos a través del pistó. ?

?A causa de la temperatura de funcionament d'un tub d'electrons, la temperatura del bulb de vidre o les soldadures de metall ceràmic canvia en uns 100 K entre l'estat d'encesa i apagat, amb tubs de potència la diferència de temperatura

pot arribar fins i tot a 150 K. De vegades, una varietat de processos d'encesa i apagat s'acompanyen de la formació d'esquerdes de la línia del cabell al pistó. La majoria dels gasos (oxigen, nitrogen, diòxid de carboni, així successivament) primer poden ser adsorbitats per l'obstrucció del tub. En el cas dels tubs de vidre, el getter permet el control òptic del buit: sempre que el recobriment de plata a l'interior del pistó encara sigui clarament visible, el buit es pot considerar suficient. Si, en canvi, ha desaparegut o es torna transparent amb llet, hi ha aire al matràs de vidre. Amb suficient pressió de gas, el fil calefactor s'oxida: es crema. El tub està permanentment destruït. ?

El deteriorament del buit es tradueix inicialment en canvis en les propietats elèctriques. D'aquesta manera, poden sorgir descàrregues de brillantor en una habitació que ja no és completament lliure de gas, que augmenten extremadament ràpidament a les descàrregues d'arc, especialment en tubs finals a causa de resistències externes d'alta impedància que no són necessàries pel que fa a la tecnologia de circuits. Aquests poden afectar altres components (transformador de xarxa, tub rectificador, transformador de sortida). No obstant això, si s'assegura per la tecnologia de circuit que el rollover intern es crema només breument i no causa cap dany conseqüent, el buit d'un tub pot millorar de nou a causa del vapor metàl·lic que es produeix i la seva capacitat d'adsorció de gasos. Aquest fenomen s'observa o s'utilitza especialment en tubs transmissors. ?

Langlebensdaueröhren

Quan un nombre molt elevat de tubs treballen junts en un sistema electrònic (dispositius informàtics electrònics, sistemes de transmissió telefònica, així successivament), només es poden utilitzar tubs molt tolerats o on es col·loquen requisits especials sobre la fiabilitat, s'utilitzen tubs especials. Depenent de l'aplicació, s'han desenvolupat diferents tipus de tubs especials. Els tubs per a sistemes informàtics electrònics tenen un càtode especial que té poca tendència a formar capes intermèdies. Els tubs d'ús militar sovint estan dissenyats per a altes acceleracions, entre altres requisits. La vida útil d'aquests tubs especials es dona generalment com 10.000 hores. [35]?

Els tubs especials estan marcats de manera diferent pels fabricants. Sovint la designació del sistema s'intercanvia amb els dígit, de manera que un ECC88 en la versió especial es converteix en un E88CC. Valvo també ha establert aquí diverses sèries diferenciades per color (Sèrie Vermella, Sèrie Blava, i així successivament) que al seu torn caracteritzen propietats especials (estructura del sistema més sòlida, càtode sense intercapa, i així successivament). ?

Avui en dia, els tubs especials es troben entre els tubs d'electrons buscats i, per tant, comparativament cars. ?

Regeneració?

Una raó comuna per a la fallada dels tubs d'electrons són els càtodes sords, el que significa que la seva emissió d'electrons disminueix. Aquests càtodes es poden regenerar fins a cert punt. Per a això, el càtode es sobreescalfa deliberadament durant certs períodes de temps, mentre que al mateix temps flueix un corrent d'ànode limitat. L'objectiu és reactivar el càtode perquè el tub torni a funcionar durant un temps. ?

En el cas dels tubs de visualització febles de la llum a causa de l'edat, com els ulls màgics, la regeneració generalment no és possible, ja que les raons no es troben en una emissió feble del càtode, sinó que es manifesten gairebé exclusivament en un entumiment del fòsfor. Hi ha maneres [36] d'aconseguir una lluminositat més alta de nou augmentant massivament el voltatge de l'ànode. ?

Per als tubs d'imatge, els dispositius de regeneració de tubs d'imatge estaven disponibles prèviament, cosa que simplificava el procés de regeneració. [37]?

A més, les càtodes de tubs d'imatge sorda es van sobreescalfar permanentment per tal de romandre funcionals durant un cert període de temps. ?

Els càtodes incandescents d'imatge i altres tubs de raigs catòdics actuals tenen una vida útil que sol superar la del dispositiu. ?

Wackelkontakte

Les connexions elèctriques dins del tub d'electrons poden perdre contacte segur a causa d'efectes mecànics com vibracions. Una altra raó de mal funcionament pot ser en problemes mecànics dels contactes del tub a la presa. Per tal de comprovar si hi ha un contacte tan miserable, és útil actuar mecànicament al tub amb un martell de tocs especial durant el funcionament. ?

Röhrenmessgeräte

Per tal de comprovar l'estat d'un tub d'electrons, es van desenvolupar dispositius de mesura de tubs en l'apogeu dels tubs. Es poden utilitzar per determinar paràmetres essencials com el consum actual, la pendent o els corrents de

quadricula. ?

?Literatura?

?Heinrich Barkhausen?: ??Lehrbuch der Elektronenröhren??. 4a edició. S. Hirzel Verlag, Leipzig 1937 (??raumladung.files.wordpress.com?? [PDF; consultat el 6 de novembre de 2014]).?

?Friedrich Benz: ??Einführung in die Funktechnik??. 4a edició. Springer-Verlag, Viena, 1959.?

?Fritz Kunze, Erich Schwendt: ??Röhren-Taschen-Tabelle??. 15a edició. Franzis, Poing 2006, ??ISBN 3-7723-5454-8???.?

Eduard Willi: Schweizer Elektronenröhren 1917–2003. Eigenverlag Willi, Russikon 2006, ISBN 978-3-03300552-5.

?F. Bergtold: ??Röhrenbuch für Rundfunk- und Verstärkertechnik??. Weidmannsche Buchhandlung, Berlín, 1936.?

Ludwig Ratheiser: Das große Röhren-Handbuch. Franzis-Verlag, München 1995, ISBN 3-7723-5064-X.

?Ludwig Ratheiser: ??Rundfunkröhren – Eigenschaften und Anwendung??. Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Berlín, 1936.?

?Herbert G. Mende: ??Tubs de ràdio, com es van convertir, què fan i altres coses que no estan al Barkhausen??. Franzis-Verlag, München 1966.?

Gerhard B. Salzmann: Zur Geschichte der RV12P2000. Rüdiger Walz, Kelkheim 1994, ISBN 3-9802576-2-2.

?Ernst Erb: ??Radios von gestern??. 4a edició. Funk Verlag Bernhard Hein e. K., Dessau-Roßlau 2009, ??ISBN 978-3-939197-49-2???.?

?Biblioteca Tècnica de Philips: ?

?Departament de Literatura Tècnica i Científica: ??Dades i Circuits de Vàlvules receptores i amplificadors??. En: ??Sèrie de llibres de vàlvules electròniques??. ?BandII ?. N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken (Philips Industries), Eindhoven, NL 1949 (??en línia?? [PDF; ??26,0 MB?]).

?Departament de Literatura Tècnica i Científica: ??Dades i Circuits de Vàlvules receptores i amplificadors, 1r Suplement??. En: ??Sèrie de llibres de vàlvules electròniques??. ?BandIII ?. N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken (Philips Industries), Eindhoven, NL 1949 (??en línia?? [PDF; ??14,0 MB?]).

?Departament de Literatura Tècnica i Científica, N. S. Markus, J. Otte: ??Dades i Circuits de Vàlvules receptores i amplificadors de ràdio, 2n suplement??. En: ??Sèrie de llibres de vàlvules electròniques??. IIIa. N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken (Philips Industries), Eindhoven, NL 1952 (??en línia?? [PDF; ??30,0 MB?]).

?Departament de Literatura Tècnica i Científica, J. Jager: ??Dades i Circuits de Vàlvules receptores de televisió??. En: ??Sèrie de llibres de vàlvules electròniques??. IIIC. N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken (Philips Industries), Eindhoven, NL 1953 (??en línia?? [PDF; ??15,0 MB?]).

?Werner Espe: ??Werkstoffkunde der Hoch vacuumtechnik??. Fig. 1: Metalls i materials metàl·lics conductors. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlín, 1957.?

?Werner Espe: ??Werkstoffkunde der Hoch vacuumtechnik??. 3: Materials de relleu. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlín, 1957.?

Horst Rothe: Elektronenröhrenphysik in Einzelberichten. Franzis Verlag, München 1953.

?Llicència?

?Patent ??GB190304168??: ??Millores en el mètode i mitjans per obtenir corrent unidireccional a partir d'una font de corrent altern monofàsic o polifàsic.?? Angemeldet am ??21. Februar 1903??, Erfinder: Peter Cooper-Hewitt.?? ????

?Patent ??DE179807??: ??Relés de raigs catòdics.?? Publicat el ??4 de març de 1906??, inventor: Robert von Lieben.?? ????

?Patent ??US841387??: ??Dispositiu per amplificar corrents elèctrics febles – Die ??De ??Forest-Triode.?? Angemeldet sóc ??25. Oktober 1905??, Erfinder: Lee de Forest.?? ????

?Patent ??GB190424850??: ??Millores en instruments per a la detecció i mesura de corrents elèctrics alterns.?? Angemeldet am ??16. November de 1904??, Erfinder: John Ambrose Fleming.?? ????

?Enllaços?

?A Wikimedia Commons?? hi ha contingut multimèdia relatiu a: Elektronenröhren?

?Viccionari: Tub d'electrons?? – explicacions del significat, origen de paraules, sinònims, traduccions?

Röhregrundlagen

?Pàgina sobre els tubs d'electrons de H.-T. Schmidt?

?Gran recopilació de fitxa de dades?

?Malentesos sobre els tubs?

?Llistes de comparació de tubs, fulls de dades, diagrames de circuits?

?Producció de tubs a mà?? (Flash Video – 17 minuts)?

?World Tube Audio, Estats Units d'A.Röhrenverzeichnis?

?Referències?

???? ??Felix Auerbach: ??Entwicklungsgeschichte der modernen Physik??. J. Springer, Berlín 1923. S. 263?

???? ??Patent ??US307031??: ??Indicador Elèctric?? Registrat el ??15 de novembre de 1883??, publicat el ??21 d'octubre de 1884??, inventor: Thomas A. Edison (??PDF??).?? ????

???? ??Patent ??GB190424850??: ??Milliores en instruments per detectar i mesurar corrents elèctrics alterns?? Angemeldet am ??16. Novembre de 1904??, Erfinder: John Ambrose Fleming.?? ????

???? ??Pàgina d'inici de Robert von Lieben?

???? ??Patent ??DE179807??: ??Relés de raigs catòdics?? Publicat el ??4 de març de 1906??, inventor: Robert von Lieben.?? ????

? ?Andreas Stiller: ??Röhrenradau. 100 Jahre Streit um den elektronische Verstärker?? A: ??c't??, ??Banda6? , 2006, S.67 (??c't-Archiv?? (??Memento de?? 28 de febrer de 2009 a Internet ??Archive??)).?

???? ??Patent ??US841387??: Inventor: Lee de Forest: "Device for Ampfying Feeble Electrical Currents" – Die ??De Forest-Audion-Röhre??, presentat el 25 d'octubre de 1906.?? ????

???? ??Triode Tipus A?

? Pliotron, Sammlung Udo Radtke

???? ??Patent ??DE293460??: ??Arranjament per a relés de feix de càtode que actuen com a relés d'amplificació?? Publicat el ??23 d'agost de 1914??, sol·licitant: Gesellschaft für drahtlose Telegraphie.?? ????

???? ??Patent ??DE300617??: ??Vakuumverstärkerröhre mit Glühkathode und Hilfelektrode?? Registrat ??l'1 de juny de 1916??, sol·licitant: Siemens & Halske.?? ????

? ?H. J. Ronda: ??Direcció i classificació Finding??. A: ??Journal Inst. Elec. Eng.?? lviii, ??Número 58? , 1920, ?S.224-257? .

???? ??El 1919 el Dr. Eduard Schrack va fundar una instal·lació de producció per al seu tub de ràdio "Tritoron" a Viena Währing?? recuperat el 16 de setembre de 2010?

???? ??Diagrama Ducretet RM5 de 1926, ??Enllaç?? (PDF)?

???? ??Die Loewe-Röhre 3NFB – Analyse einer Mehrrohr?? ?Link?? (PDF; 166 kB)?

???? ??Un MiG-25 volat al Japó per un desertor el ??6 de setembre de 1976??. L'incident va donar a les fonts occidentals informació profunda sobre la tecnologia del llavors nou MiG-25.?

? USA ab 1932.

???? ??Notes explicatives al Loktalröhre de PDF-p. 13?

? Funk-Technik, Heft 24/1947

???? ??Manual Tècnic del Departament de Guerra TM11-235, Fig. 15, S. 13.?

? AF7 im Radiomuseum

? EF12 im Radiomuseum

???? ??Wilfried Meyer: ??Urdox-Widerstandstände Technische Verwendung?? in: Archiv für Technisches Messen, octubre de 1938?

???? ??§ 5 de l'Ordenança de Protecció contra els Danys per Raigs X?? (??Memento d'1 de març de?? 2018 a ??l'Internet Archive??)?

? [http://www.nva-](http://www.nva-radar.de/infos/030512-Kenntrnis%20der%20Strahlenexposition%20an%20P-15%20mindestens%20ab%202002.pdf)

[radar.de/infos/030512-Kenntrnis%20der%20Strahlenexposition%20an%20P-15%20mindestens%20ab%202002.pdf](http://www.nva-radar.de/infos/030512-Kenntrnis%20der%20Strahlenexposition%20an%20P-15%20mindestens%20ab%202002.pdf)
Daten der GMI-90 in der Funkmessstation P-15 der NVA, Informationen zum Bericht der Radarkommission 2003

???? ??Formació de ratlles en tubs d'electrons?

???? ??Discussió sobre la formació de miralls al fòrum del Museu de la Ràdio?

???? ??Fitxa tècnica original a hifi-wiki.de?

???? ??Röhrenprojekt TU Berlin?? (??Memento del?? 4 d'agost de 2007 a ??Internet Archive??)?

???? ??Fitxa tècnica EQ80 Enneode?? (PDF; 622 kB).?

? hts-homepage.de

? Ludwig Ratheiser: Das große Röhren-Handbuch. Franzis Verlag, Poing, ISBN 978-3-7723-5064-1.

???? ??tubedata.info?? pàgina del tub d'electrons de Frank?

???? ??Herbert G. Mende: ??Radio-Röhren?? Franzis-Verlag, 1952, p. 123.?

???? ??Exemplarische Daten unter ??S.Q. Tube?? (??Memento de?? 17 de maig de 2013 a ??Internet Archive??) p. 11?

???? ??Regenerierung von magischen Augen in Jogi's Röhrenbude.?

Aquest article està disponible com a fitxer d'àudio: ?

1:50:12 |

Desa? |?

??

? |?? de 110:12 min?

??

? |?? de 70,8 MB?

??

Text de la versió oral ??(23 de desembre de 2010)?

Més informació sobre la Viquipèdia parlada?