

Introducción a la Electrónica de Válvulas para Guitarristas

Antonio Gordillo Guerrero

Dpto. Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática

Universidad de Extremadura

(anto@unex.es)



Escuela Politécnica



SMART OPEN LAB

@SolEpcc
@AGordiGuerrero





- Conceptos fundamentales
- Circuitos típicos
- Precauciones de seguridad
- ¡Manos a la obra!

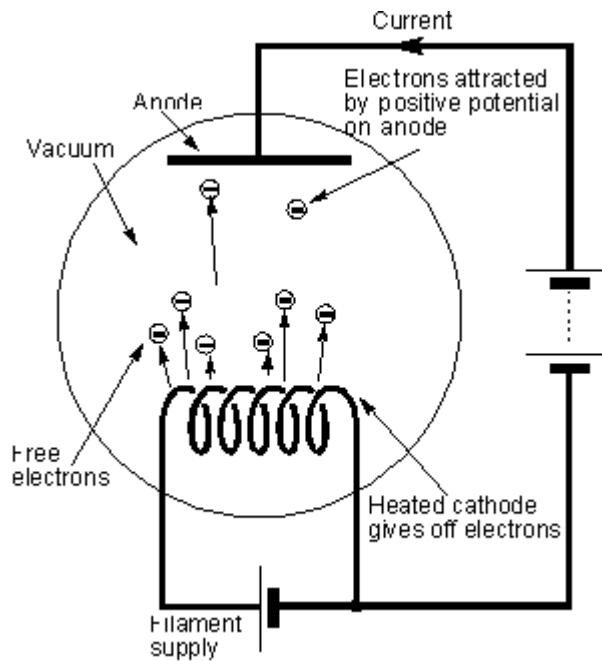


- Conceptos fundamentales
 - Concepto de válvula de vacío
 - Tipos de válvulas
 - Funcionamiento básico
- Circuitos típicos
- Precauciones de seguridad
- ¡Manos a la obra!



Concepto de válvula de vacío

- Los electrones existen y tienen carga negativa...
- Son atraídos por voltajes positivos (rayos catódicos).



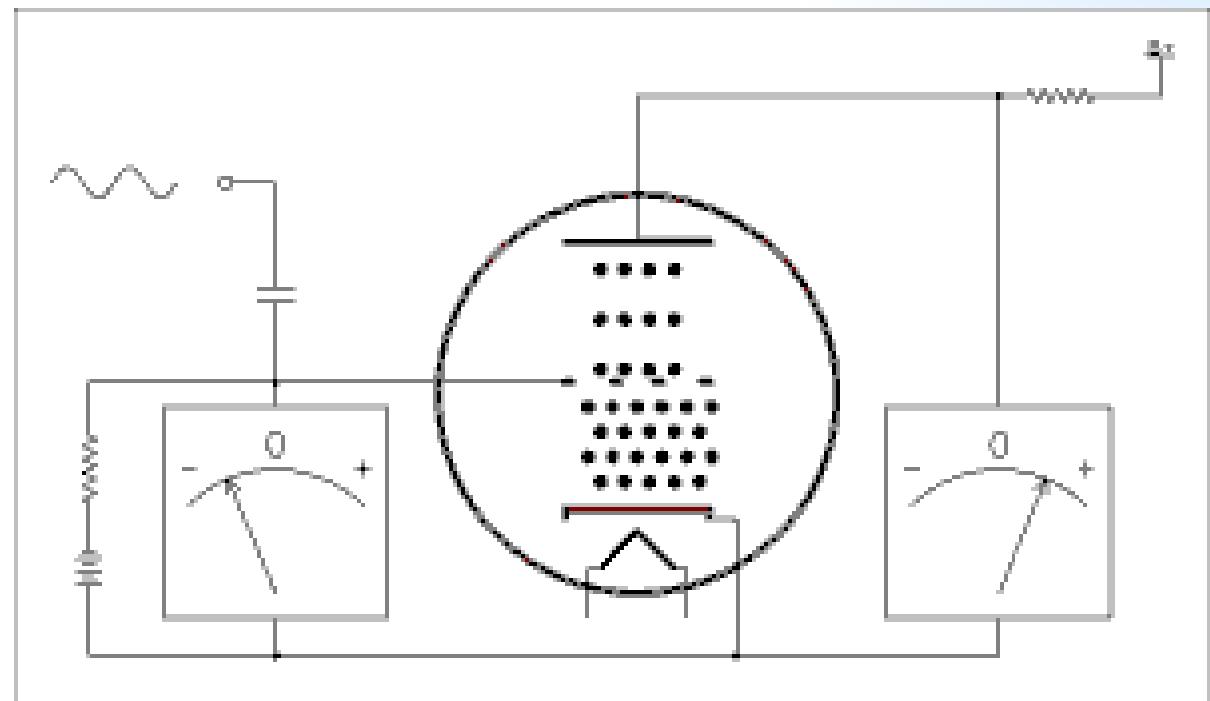
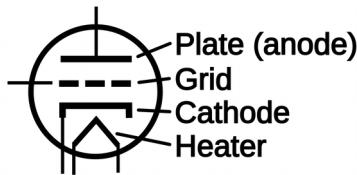
- Mejor en vacío...
- Y con el cátodo caliente...



Concepto de válvula de vacío

- ¿Qué ocurre si se introduce una rejilla (control grid) que controle el paso de los electrones?

El triodo:





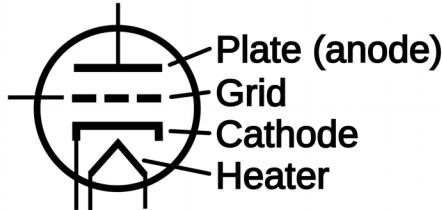
- Conceptos fundamentales
 - Concepto de válvula de vacío
 - Tipos de válvulas
 - Funcionamiento básico
- Circuitos típicos
- Precauciones de seguridad
- ¡Manos a la obra!



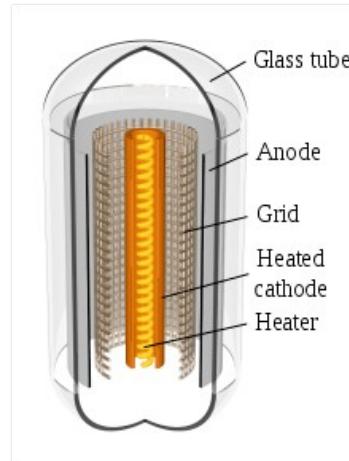
Tipos de válvulas de vacío

→ Nos centramos en las que se encuentran en amplificadores de sonido...

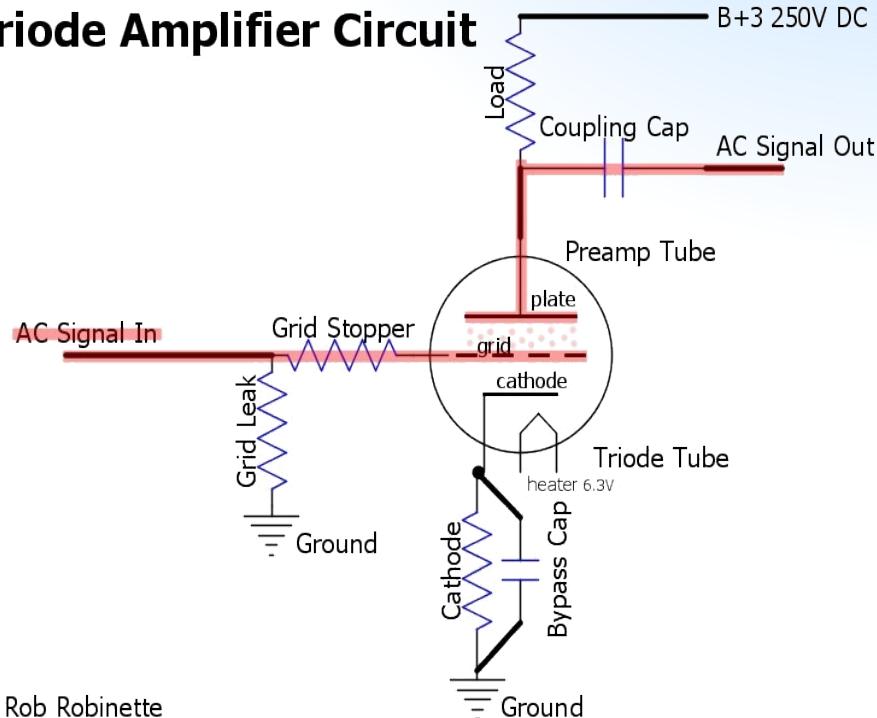
El triodo:



1910: Robert von Lieben



Triode Amplifier Circuit



By Rob Robinette

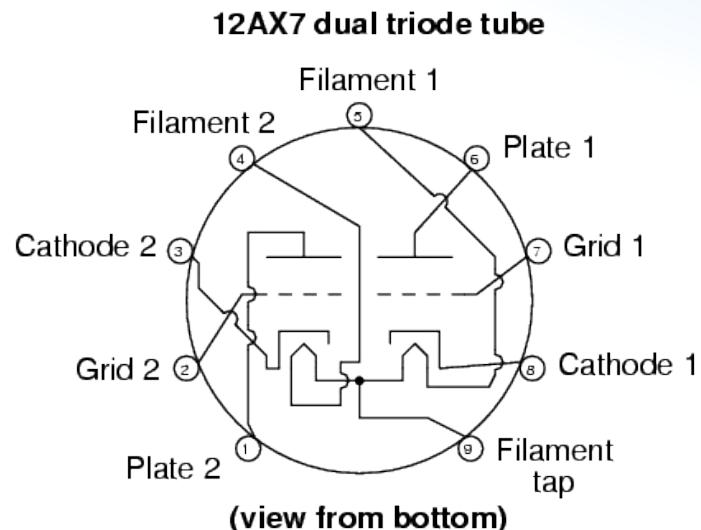


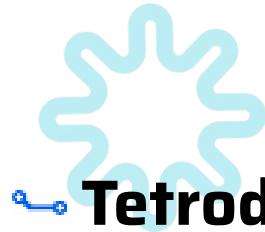
Tipos de válvulas de vacío

Triodos:



- ☞ Se suelen utilizar para etapas de preamplificación.
- ☞ Suelen venir en formato de dos triodos en cada válvula.
- ☞ Las más típicas son:
 - ☞ Americanas (Europeas):
 - 12AX7 (ECC83)
 - 12AY7 (ECC82)
 - 12AT7(ECC81).
 - ☞ Rusas: 6N2P, 6N1P, 6N6P (distinta distribución de pines).

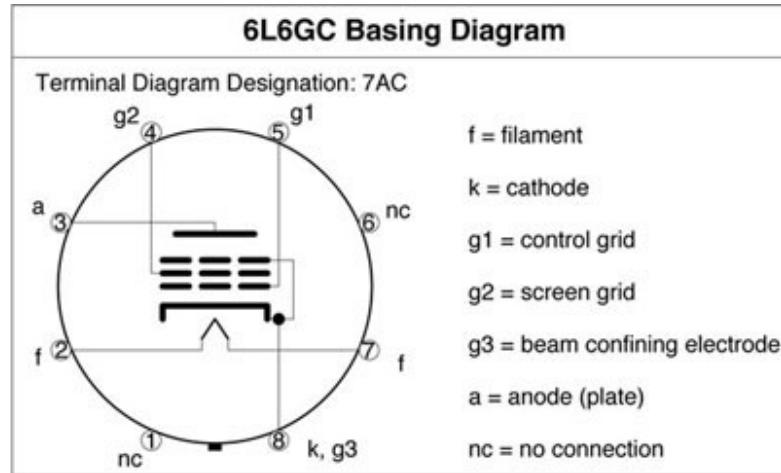




Tipos de válvulas de vacío

Tetrodos y pentodos:

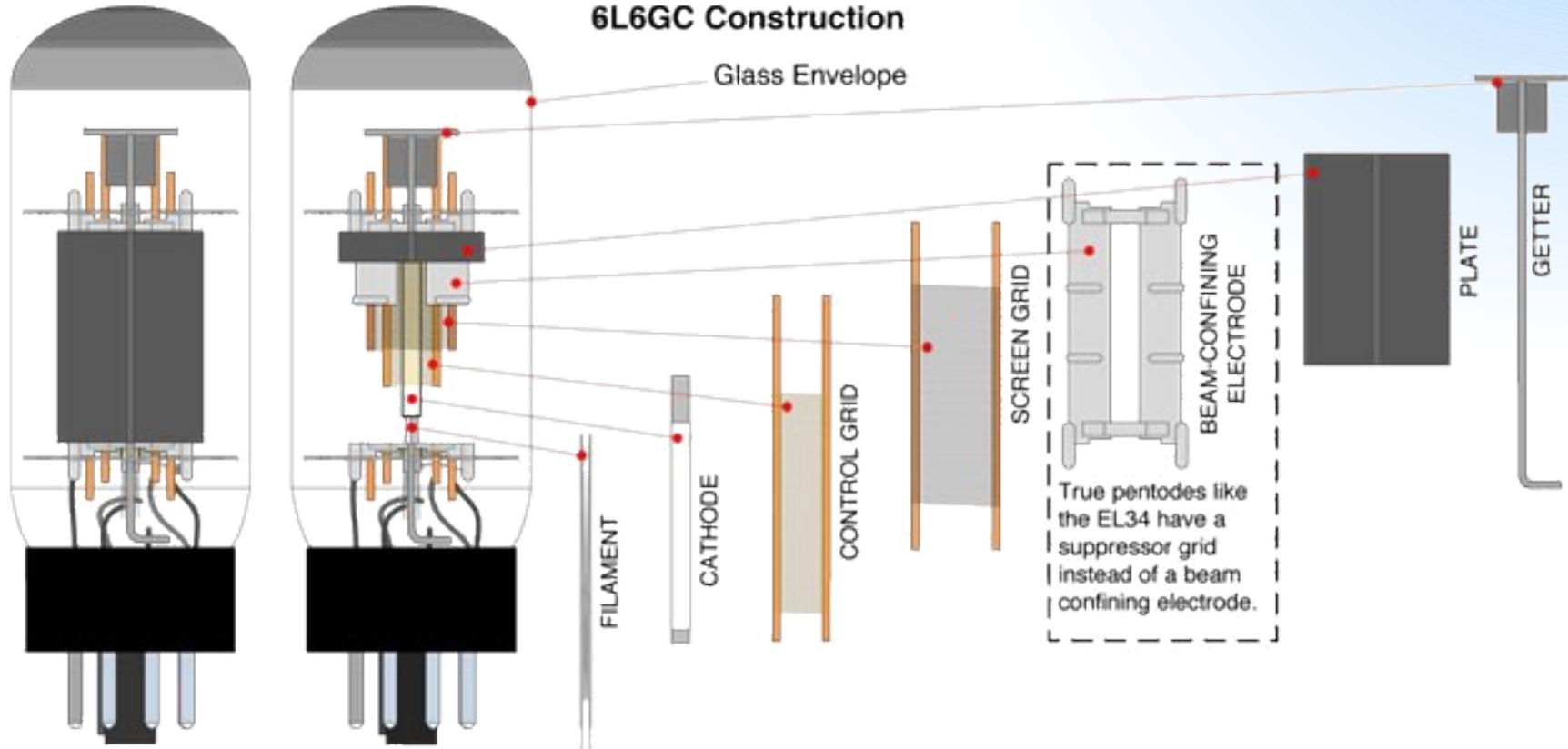
- Se suelen utilizar para etapas de potencia.
- Introducen otras rejillas para controlar mejor el flujo de los electrones. Normalmente puestas a voltaje fijo.
- Pueden usarse también en modo triodo.





Tipos de válvulas de vacío

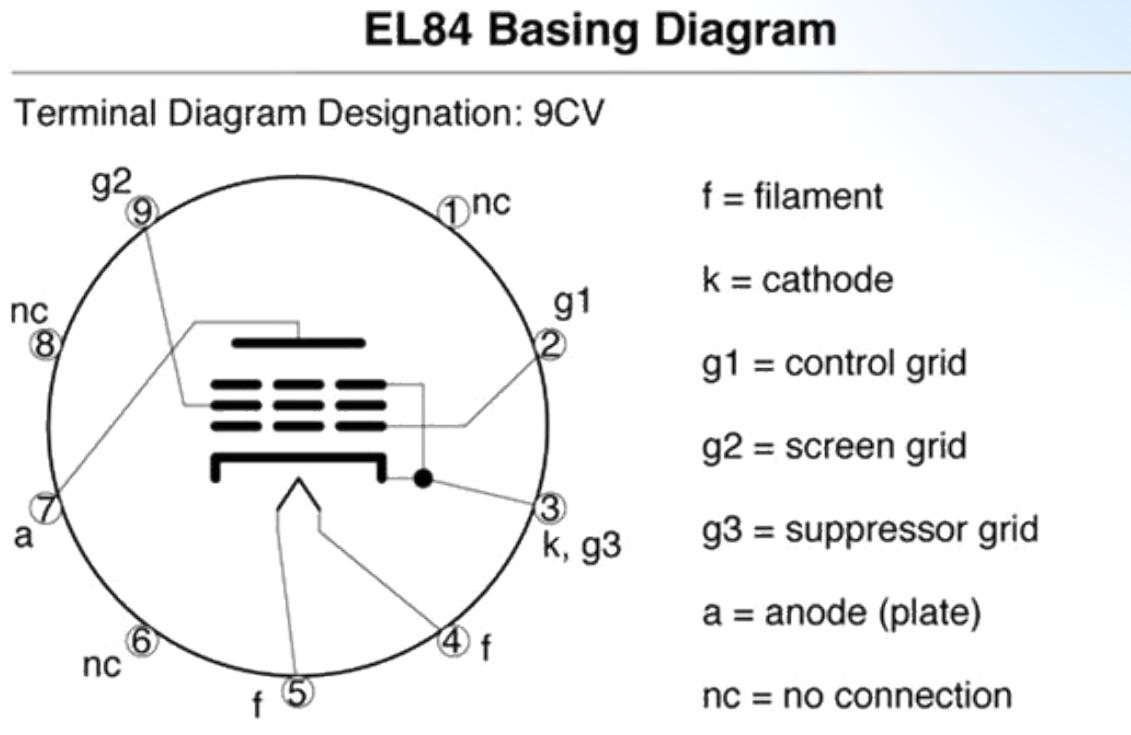
Tetrodos y pentodos:



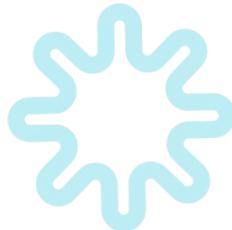


Tipos de válvulas de vacío

☞ Tetrodos y pentodos:



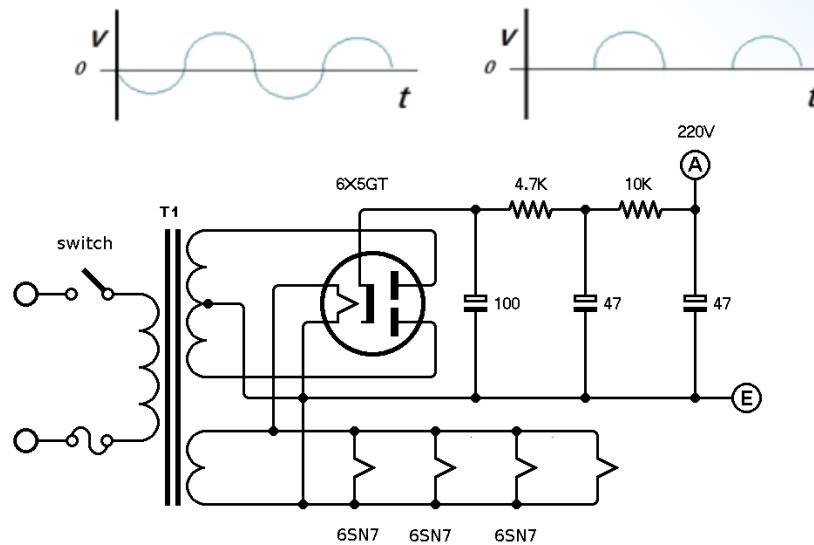
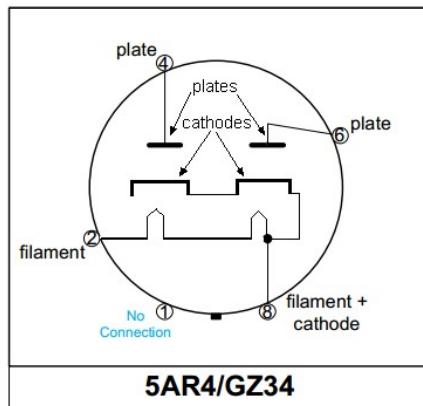
☞ Son típicas: 6L6GC, 5581, KT88, EL84, EL34, EF86 (previo AC15)...



Tipos de válvulas de vacío

Válvulas rectificadoras:

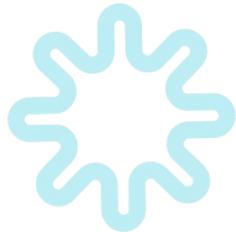
- ☞ Hacen de control unidireccional de la corriente, similar a un diodo.



- ☞ Proporcionan cierto retardo al entregar la corriente que “comprimen” la señal.
- ☞ Los diodos ofrecen respuesta más rápida y fiable.
- ☞ Son típicas: 5AR4, 5Y3GT, GZ34.

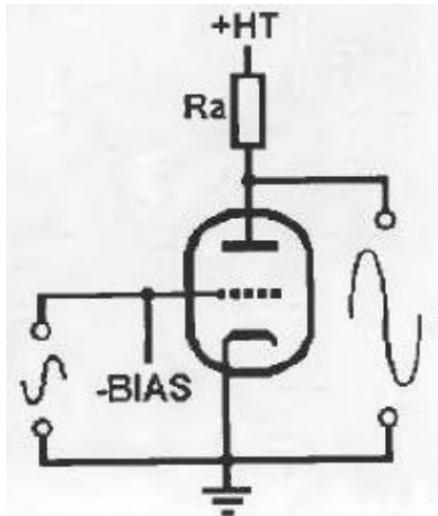


- Conceptos fundamentales
 - Concepto de válvula de vacío
 - Tipos de válvulas
 - Funcionamiento básico
- Circuitos típicos
- Precauciones de seguridad
- ¡Manos a la obra!



Funcionamiento básico

→ Analicemos la etapa de amplificación con un solo triodo.



$$(V_a, V_k, V_g) \\ (I_a, I_k, I_g)$$

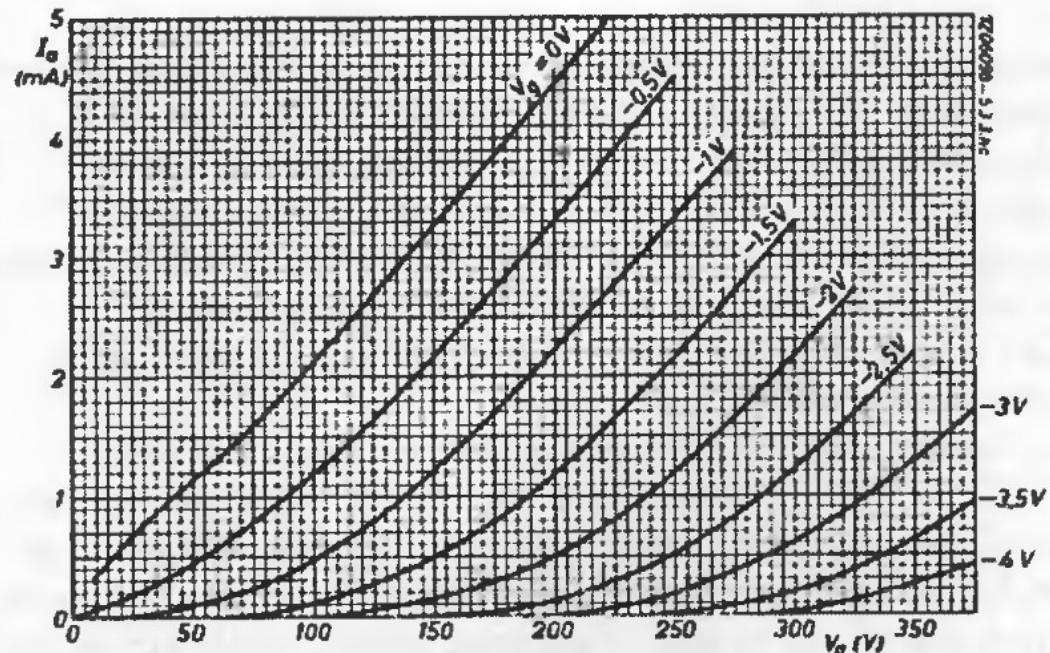


Fig. 1.2: Static anode characteristics graph of the ECC83 / 12AX7 triode, taken from the Philips data sheet.

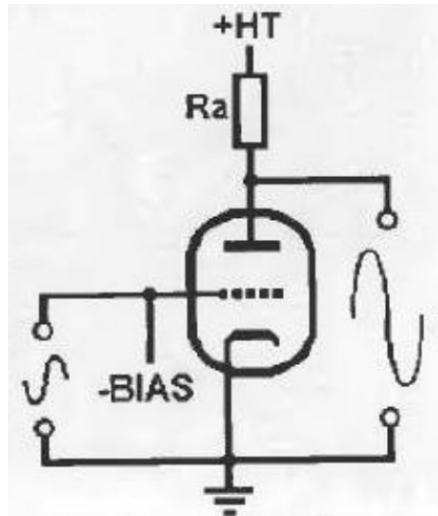
By Merlin Blencowe: "Designing tube amplifiers for guitar and bass". 2009.



Funcionamiento básico

- La recta de carga y el punto Q (dada R_a y HT):

$$V_{PuntoA} = HT$$
$$I_{PuntoB} = HT/R_a$$



$$(V_a, V_k, V_g)$$
$$(I_a, I_k, I_g)$$

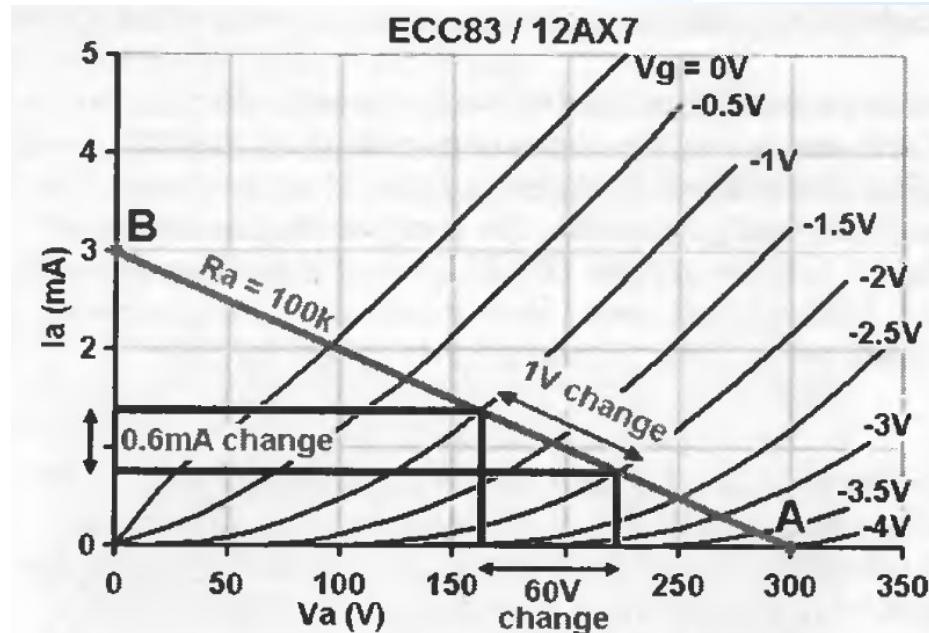
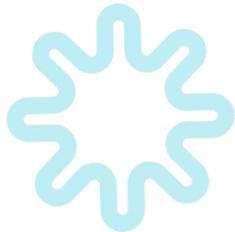


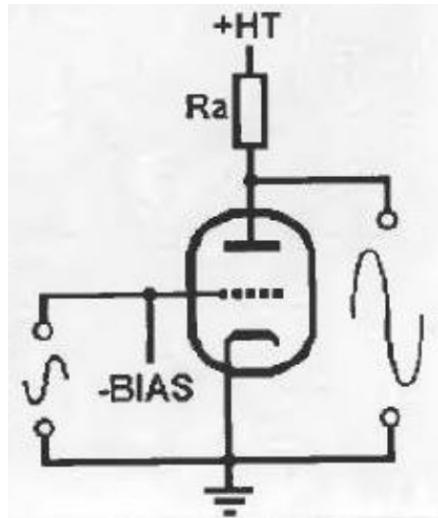
Fig. 1.4: A $100\text{k}\Omega$ load line constructed on the ECC83 anode characteristics graph for a HT voltage of 300V. A small change in V_{gk} causes a change in I_a , which causes a large change in V_a .

By Merlin Blencowe: "Designing tube amplifiers for guitar and bass". 2009.



Funcionamiento básico

↳ Amplificación de voltaje:



$$(V_a, V_k, V_g)$$
$$(I_a, I_k, I_g)$$

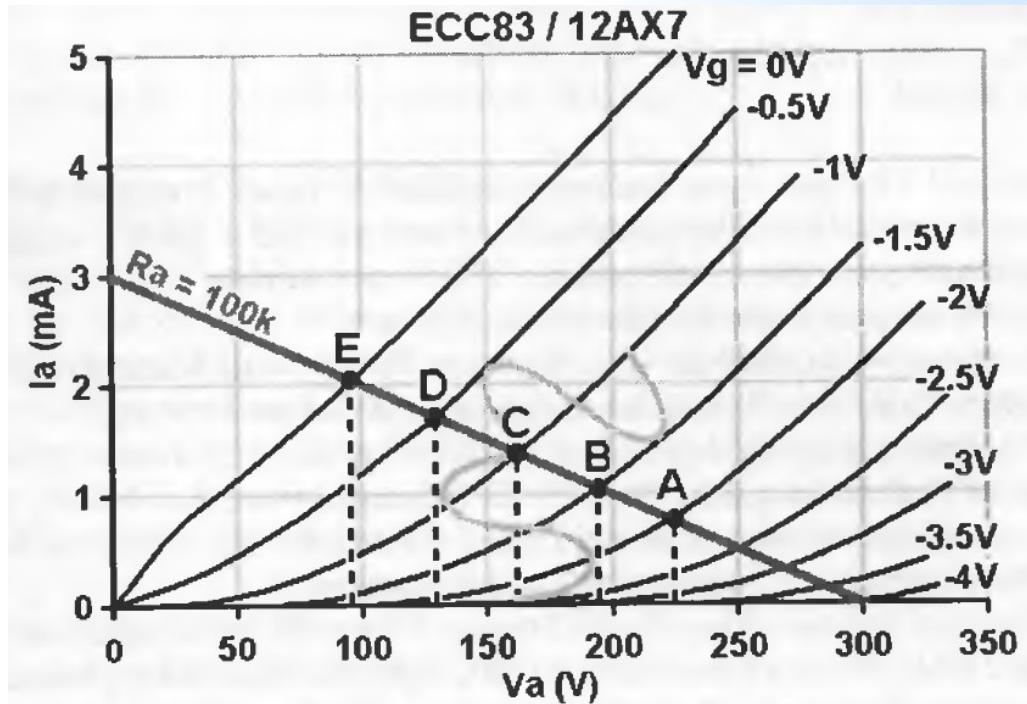


Fig. 1.5: A $100\text{k}\Omega$ load line showing changes in V_a for changes in V_{gk} about bias point C.

By Merlin Blencowe: "Designing tube amplifiers for guitar and bass". 2009.



Funcionamiento básico

↳ Parámetros fundamentales de amplificación:

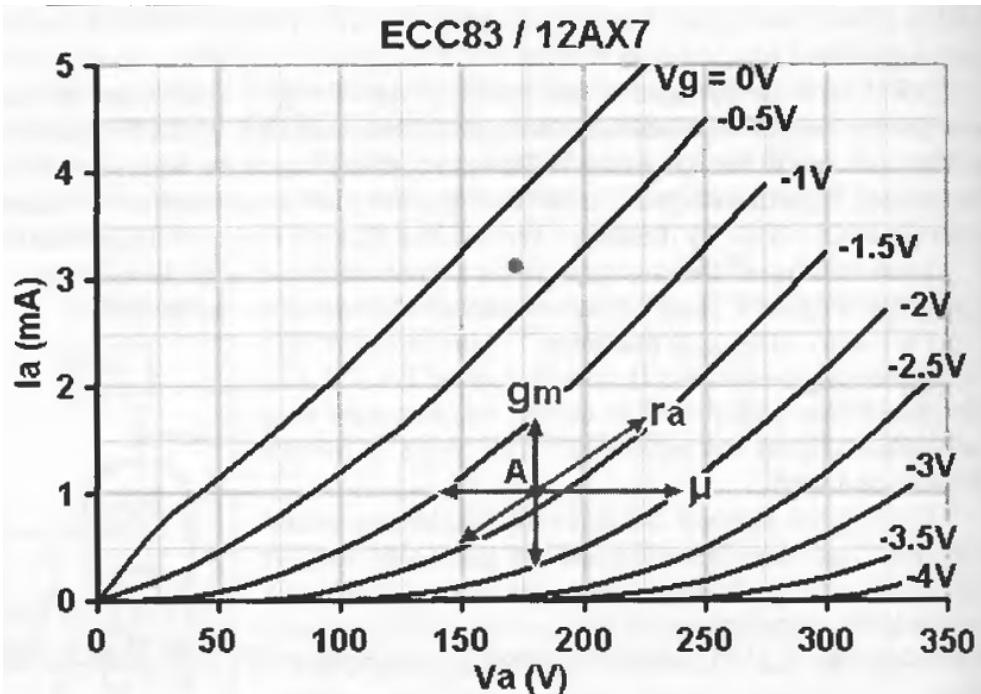


Fig. 1.15: The valve ‘constants’ can be derived from the operating point, which is chosen by the designer. μ is quite constant, while g_m and r_a are somewhat variable, particularly at low anode currents.

By Merlin Blencowe: “Designing tube amplifiers for guitar and bass”. 2009.

↳ Transconductancia:

$$g_m = \frac{\Delta I_a}{\Delta V_{gk}}$$

↳ Factor de amplificación:

$$\mu = \frac{\Delta V_a}{\Delta V_{gk}}$$

↳ Resistencia de ánodo:

$$r_a = \frac{\Delta V_a}{\Delta I_a}$$



Funcionamiento básico

→ Distorsión en función de la colocación del punto Q

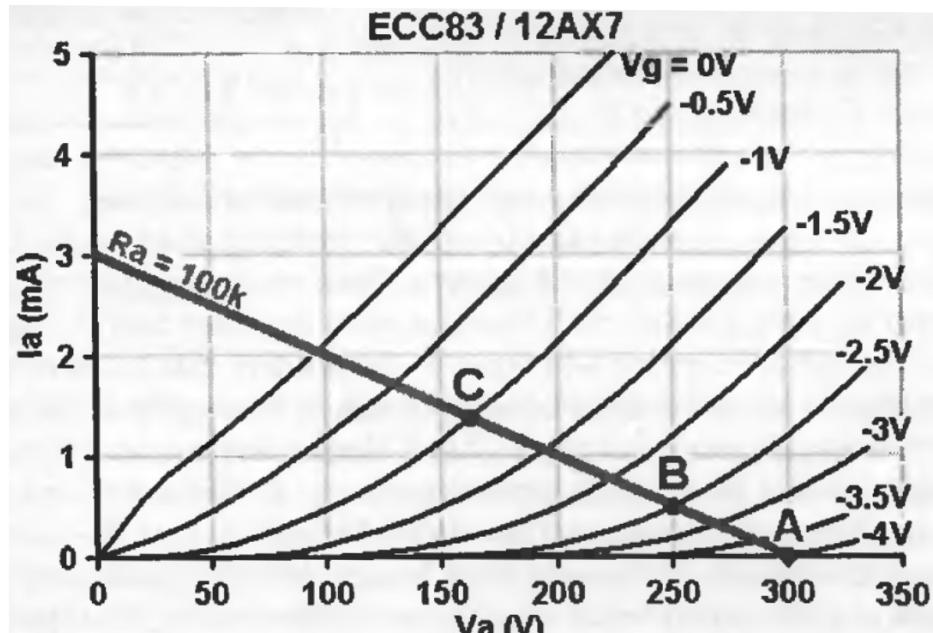


Fig. 1.8: Increasing the bias voltage increases the quiescent anode voltage while reducing the quiescent anode current, placing the valve closer to cut-off.

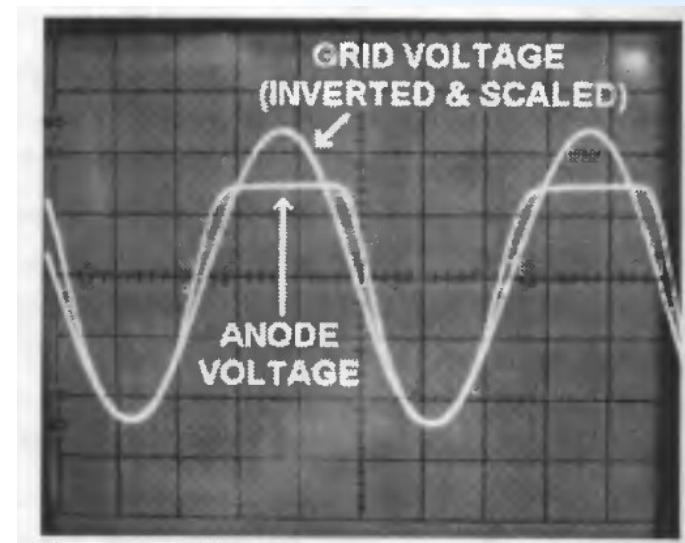


Fig. 1.9: Clipping produced by cut-off in an ECC83.

By Merlin Blencowe: "Designing tube amplifiers for guitar and bass". 2009.



Funcionamiento básico

↳ Ganancia en función de la elección de R_a

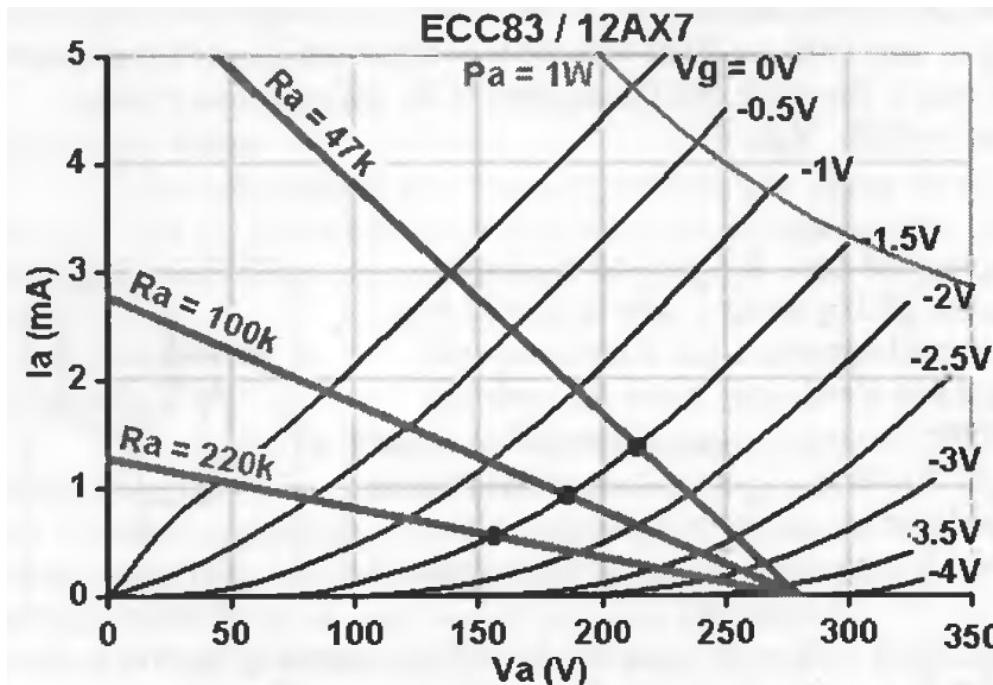


Fig 1.12: Load lines for three different values of anode resistor with an HT of 280V. Each has been given the same bias point of $-1.5V$.

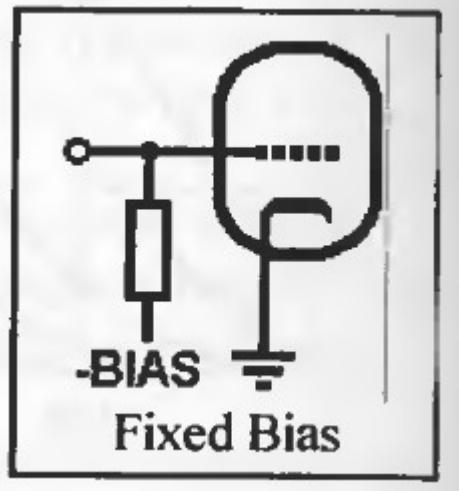
By Merlin Blencowe: "Designing tube amplifiers for guitar and bass". 2009.



Funcionamiento básico

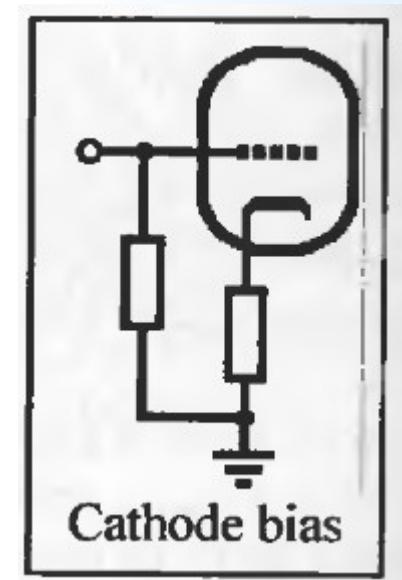
- BIAS: valor de V_{gk} que produce un punto Q deseado.

Tipos:



Ajustable

Automático



By Merlin Blencowe: "Designing tube amplifiers for guitar and bass". 2009.

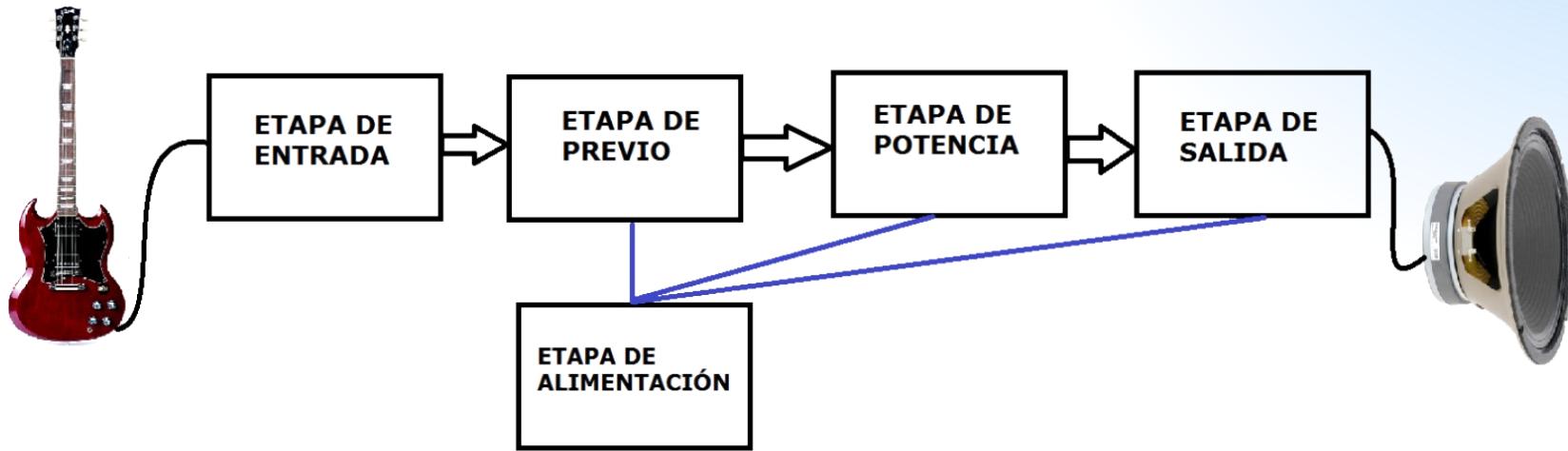


- Conceptos fundamentales
 - Concepto de válvula de vacío
 - Tipos de válvulas
 - Funcionamiento básico
- Circuitos típicos
- Precauciones de seguridad
- ¡Manos a la obra!

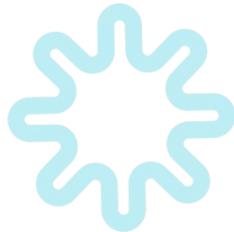


Circuitos típicos

Topología general de un circuito amplificador de válvulas:



By S. Búrdalo Hernández. "Design and construction of vacuum tubes amplifier for electric guitar". 2015.



Circuitos típicos

- ➡ Directamente a los ejemplos, de los más simples a los más complejos...
- ➡ Fender Champ (desde 1948...)



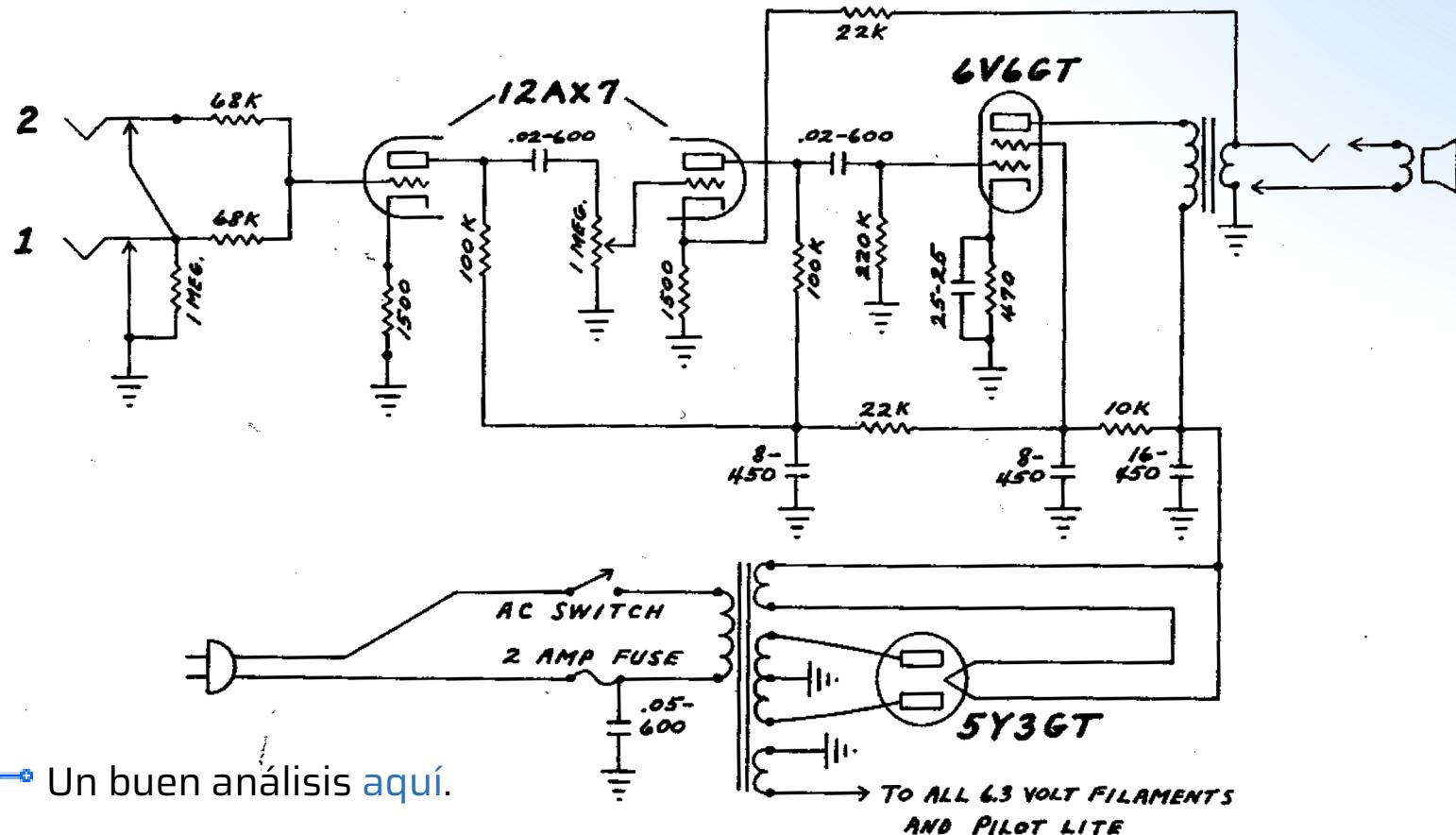
- ➡ 5W clase A pura.
- ➡ Un solo control de volumen.
- ➡ [Algún video y más información aquí.](#)



Circuitos típicos

FENDER "CHAMP-AMP" SCHEMATIC MODEL 5F1

K-EE



💡 Un buen análisis aquí.



Circuitos típicos

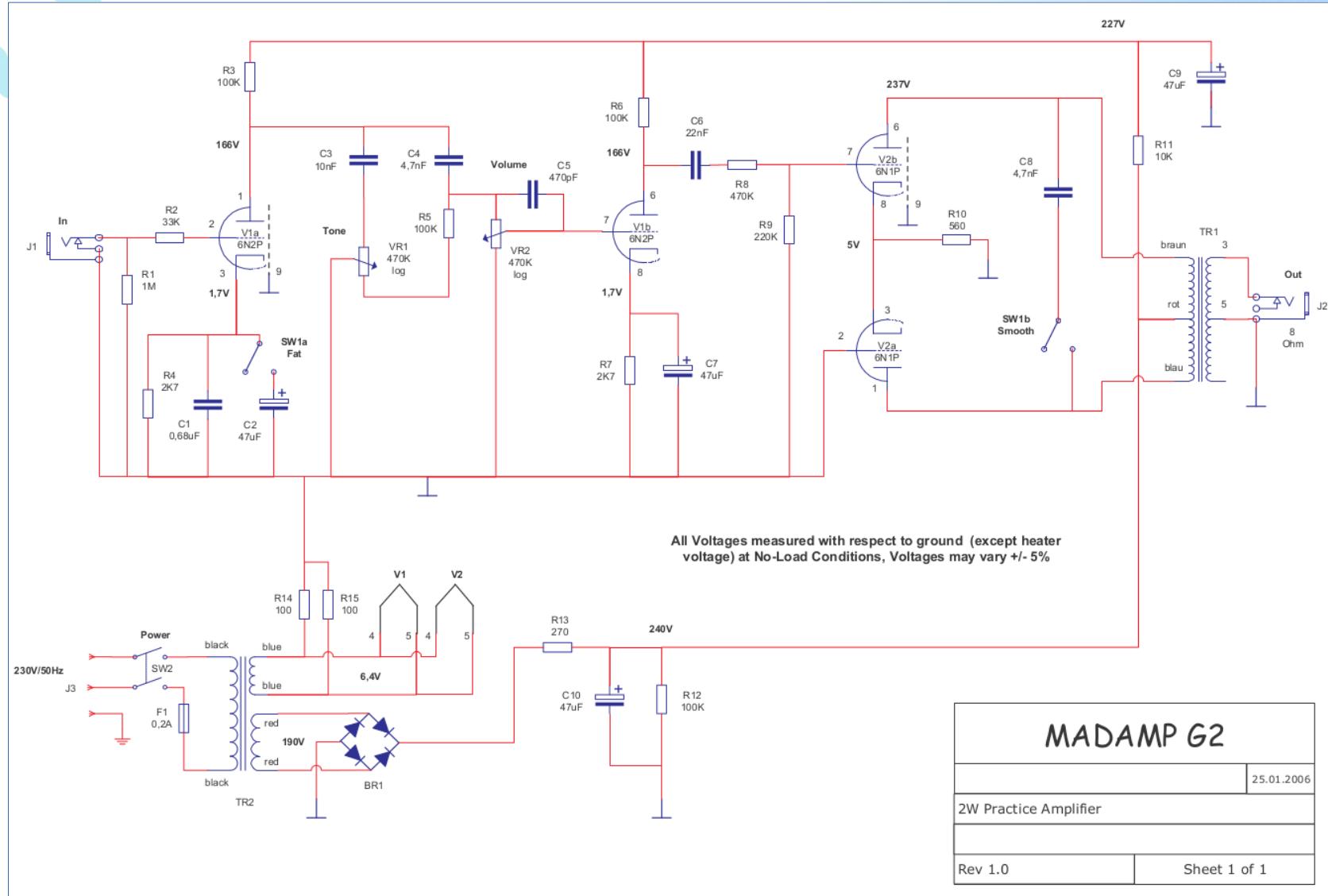
→ Madamp G2 (discontinued)

→ Amplificador de Kit de www.madamp.de

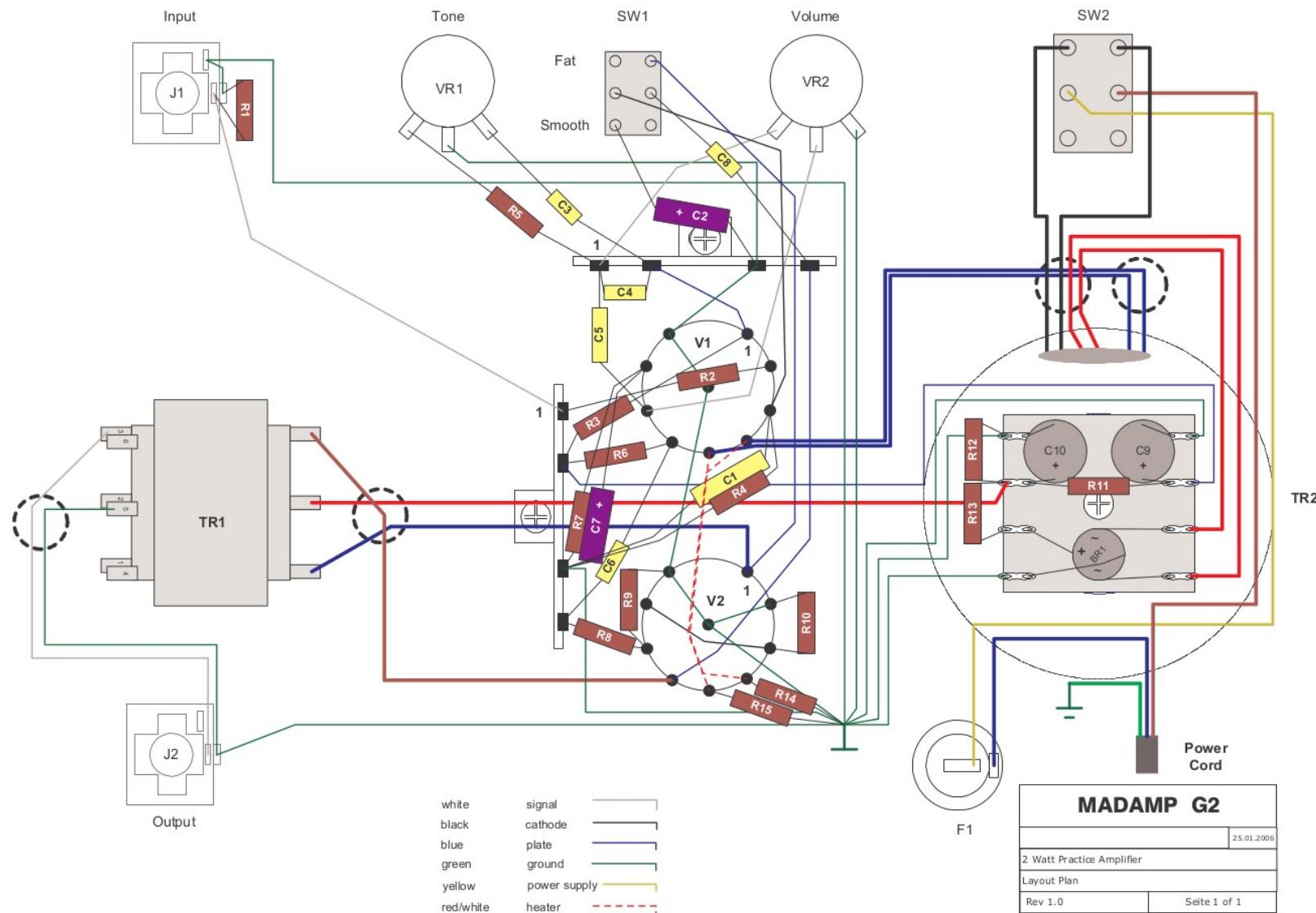
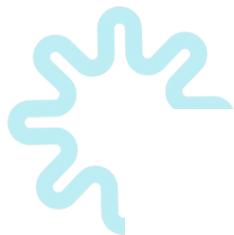


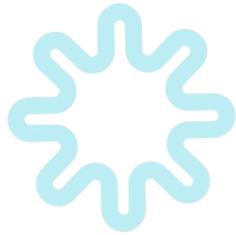
- 2W de clase AB.
- Sólo válvulas de previo.
- Todo montado punto a punto. Sin PCB.
- Un control de volumen y otro de tono.
- Más información [aquí](#).

Circuitos típicos



Circuitos típicos





Circuitos típicos

↳ Fender Deluxe 5E3



- ↳ 15W de potencia.
- ↳ Clase AB, 2 válvulas 6V6GT
- ↳ Dos canales. Un solo control de tono.
- ↳ Inversor de fase catodino.
- ↳ Algo de historia [aquí](#).
- ↳ Veamos el modelo 5E3 (sin vibrato).

Circuitos típicos

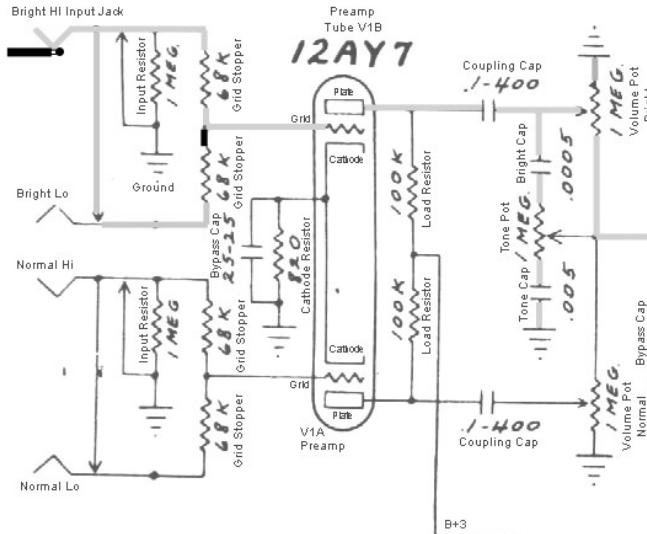
FENDER "DELUXE" SCHEMATIC

Single Coil
Pluck = 0.05 Vrms or 50 millivolts rms

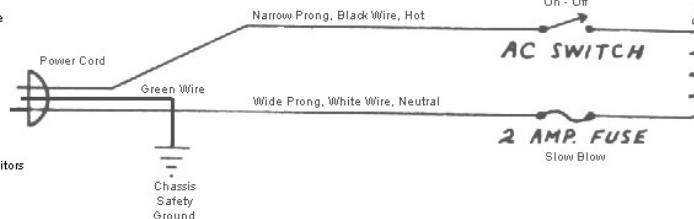
MODEL 5E3

F-EE

Signal In From Guitar Is Stratocaster Single Coil
Very Low Voltage AC Low E String Pluck = 0.05 Vrms or 50 millivolts rms



Notes: The Input Resistors act as tube V1's grid leak resistors.
Grid Stopper Resistors filter out unwanted frequencies above human hearing.
Grid Stopper Resistors also act as mixing resistors for each channel's two inputs.
The Volume pots act as the V2A grid leak.
The Input Resistors sets high input impedance to increase signal voltage
at the grid by trading guitar coil current for voltage.
Grid Leak Resistors provide the signal voltage return path.
Grid Leak Resistors drain off unwanted grid current & voltage.
Grid Leak Resistors also increase input impedance to enhance
inter-stage signal voltage transfer.
Load Resistors transform the amplification stage from current to
voltage amplification.
Coupling capacitors block the flow of high voltage DC but pass
the AC signal voltage to the next amplifier stage.
Cathode Resistors set the cathode bias voltage. Cathode Bypass Capacitors
allow signal voltage to bypass the cathode resistor to boost gain.
The Output Transformer steps down voltage and steps up current
to drive the speaker voice coil which is a simple electromagnet.



Annotated by Rob Robinette



SMART OPEN LAB

@SolEpcc
@AGordiGuerrero



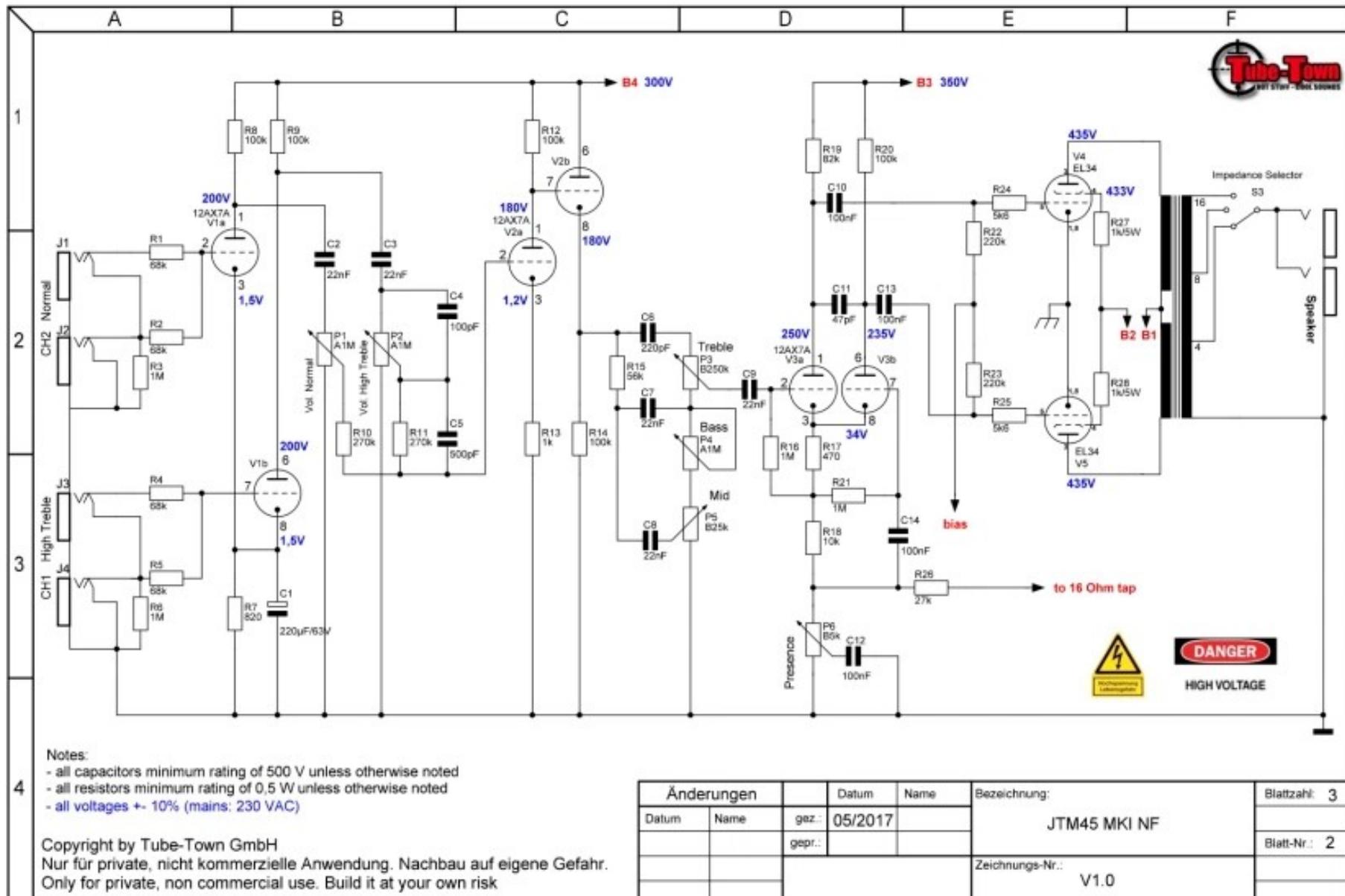


Circuitos típicos

Marshall JTM45



- ➡ 30W de potencia.
- ➡ Clase AB, 2 válvulas EL34.
- ➡ Dos canales. Control de tono FMV.
- ➡ Seguidor de cátodo pre-EQ.
- ➡ Inversor de fase “long tailed”.
- ➡ Feedback y control de presencia.
- ➡ Algo de historia [aquí](#).





Vox AC30



Circuitos típicos

- ➡ 30W de potencia.
- ➡ Clase AB, 4 válvulas EL84
- ➡ 8 válvulas de previo.
- ➡ Dos canales. Dos controles de tono.
- ➡ Tremolo y reverb.
- ➡ Inversor de fase “log tailed” sin feedback.
- ➡ Algo de historia [aquí](#), y [aquí](#) un buen análisis.



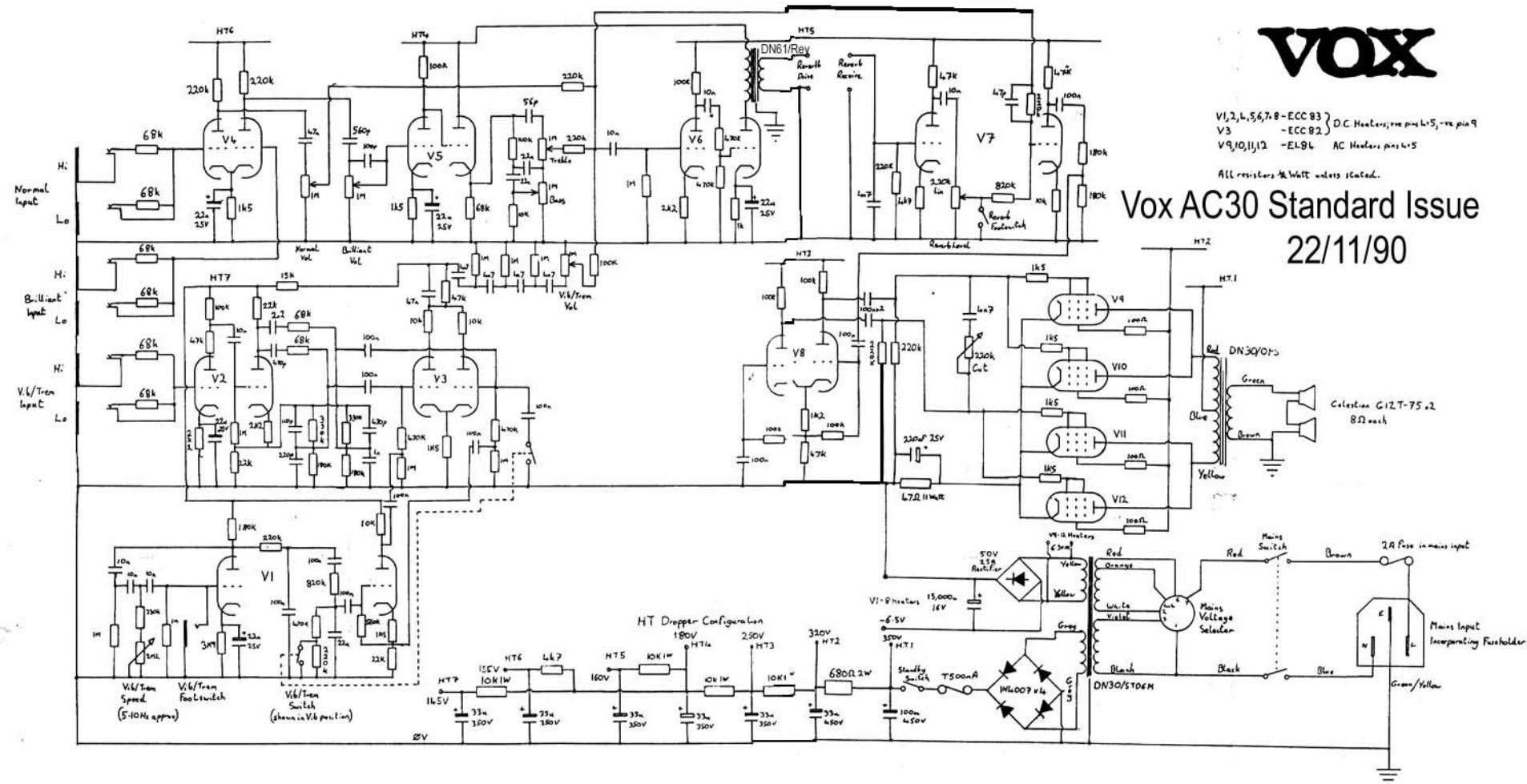
Circuitos típicos

VOX

V1,2,L,5,6,7,8-ECC 83
V3-ECC 82 } D.C. Heaters; re-pins L5,-ve pin 9
V9,10,11,12-EL84 AC Heaters pins 4+5

ALL resistors $\frac{1}{2}$ Watt unless stated.

Vox AC30 Standard Issue
22/11/90





Circuitos típicos

El OD3: Fender Deluxe+ Marshall JCM800 + Soldano 100



- ➡ 100W de potencia.
- ➡ Clase AB, 4 válvulas 6L6GC
- ➡ 7 válvulas de previo (12AX7).
- ➡ Tres canales. Tres controles de tono por canal.
- ➡ Inversor de fase “long tailed” con feedback (Presence y Depth).
- ➡ Control de potencia por voltaje.
- ➡ Comutación con relés y MIDI.
- ➡ Algo de historia de mi construcción [aquí](#), y aquí el [foro de clones de Soldano](#), donde se originó el proyecto.



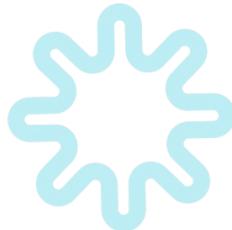
Circuitos típicos

Mejor ver el [pdf...](#)





- Conceptos fundamentales
 - Concepto de válvula de vacío
 - Tipos de válvulas
 - Funcionamiento básico
- Circuitos típicos
- Precauciones de seguridad
- ¡Manos a la obra!



Precauciones de seguridad

→ A tener muy en cuenta:



- Voltajes mortales de hasta 450VDC.
- **Siempre desconectar el aparato de la red** antes de abrir.
- Riesgo de condensadores cargados.
 - Comprobar.
 - Descargar.
- Guantes y zapatos adecuados.
- En caso de medir encendido, usar solo una mano.



- Conceptos fundamentales
 - Concepto de válvula de vacío
 - Tipos de válvulas
 - Funcionamiento básico
- Circuitos típicos
- Precauciones de seguridad
- ¡Manos a la obra!



GRACIAS POR
LA ATENCIÓN

Contactos : smartopenlab@gmail.com
anto@unex.es