

# Materiais Elétricos e Magnéticos para Engenharia

**Professor: Marcus V. Batistuta**

Laboratório Extra (30/04/2018)

**Gerador de Ruído com Diodo Zener**

1º Semestre de 2018

**FGA - Universidade de Brasília**

# Ruído em Dispositivos Eletrônicos

## 1) Thermal Noise (Johnson)

Presente em Resistores:  $\overline{v_t^2} = 4kTR\Delta f$        $\overline{i_t^2} = \frac{\overline{v_t^2}}{R^2} = \frac{4kT\Delta f}{R}$

## 2) Shot Noise $\overline{i_{sh}^2} = 2qI\Delta f$ *Schottky formula*

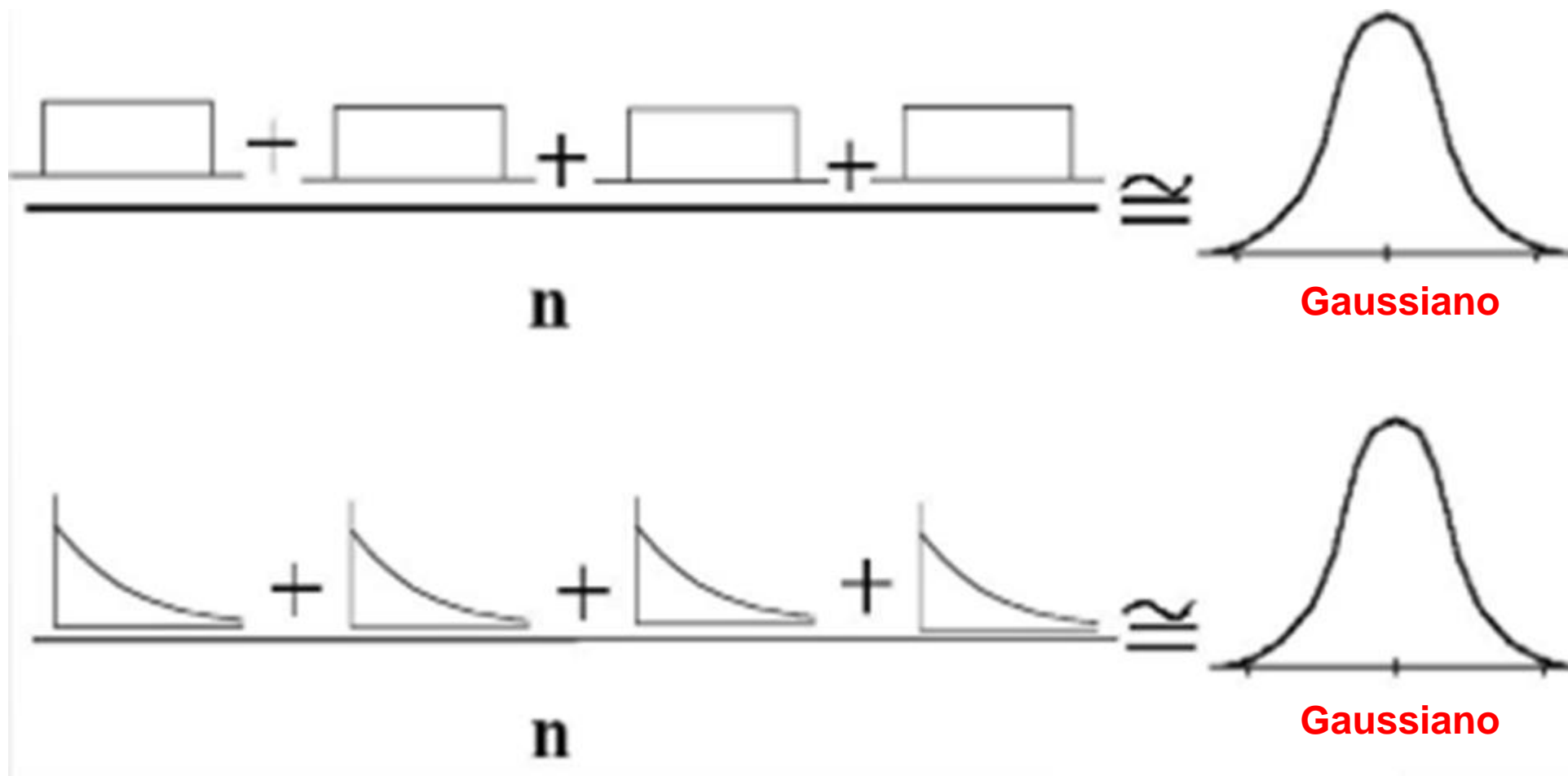
Fonte principal de ruído. Causado por fluxo de elétrons emitidos ou trafegando através de barreiras em eventos discretos. Não depende de T.

Presente em Diodos a Vácuo, Tubos de Descargas, Junções polarizadas diretamente ou reversamente (Diodos, Transistores), em efeitos Avalanche ou Zener.

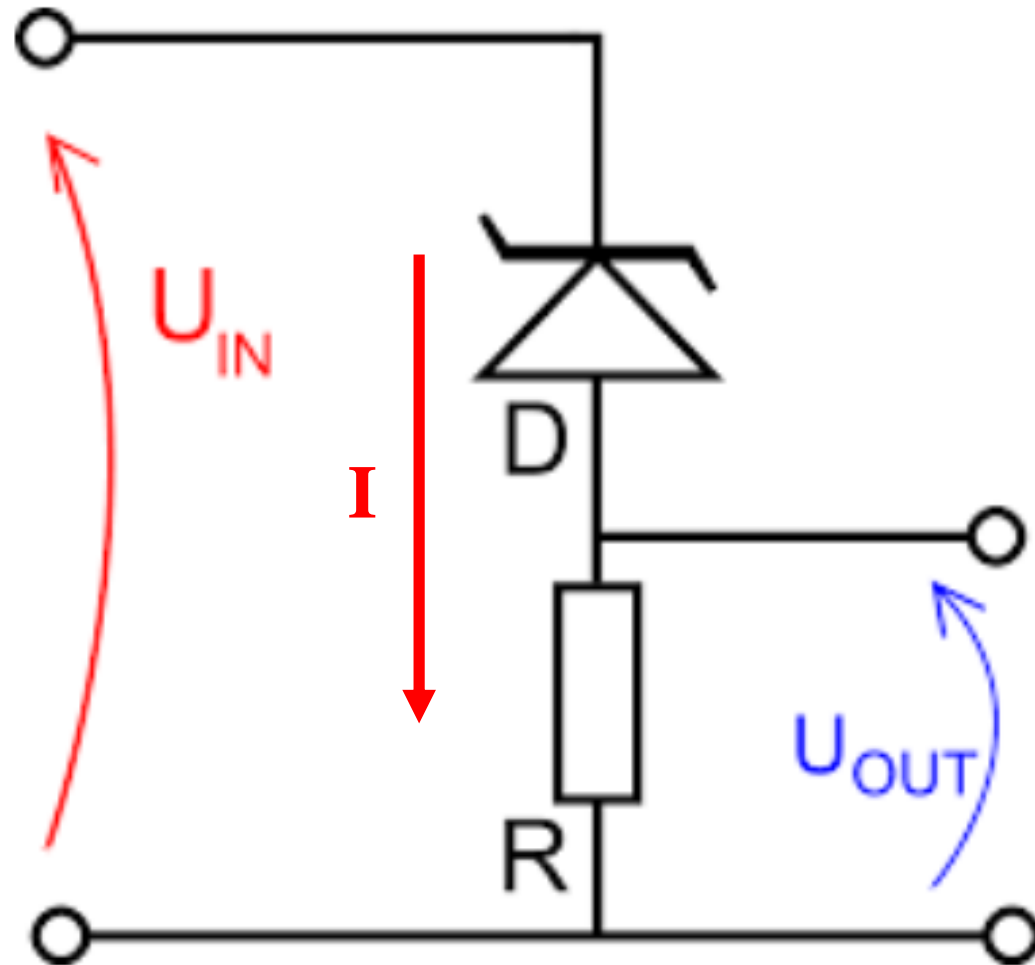
## 3) Flicker Noise (1 / f ) $\overline{i_f^2} = \frac{K_f I^m \Delta f}{f^n}$      $n \simeq 1$

Efeito inerente aos processos de condução. Presente em materiais resistivos pela flutuação da mobilidade de portadores. Importante em baixas frequências.

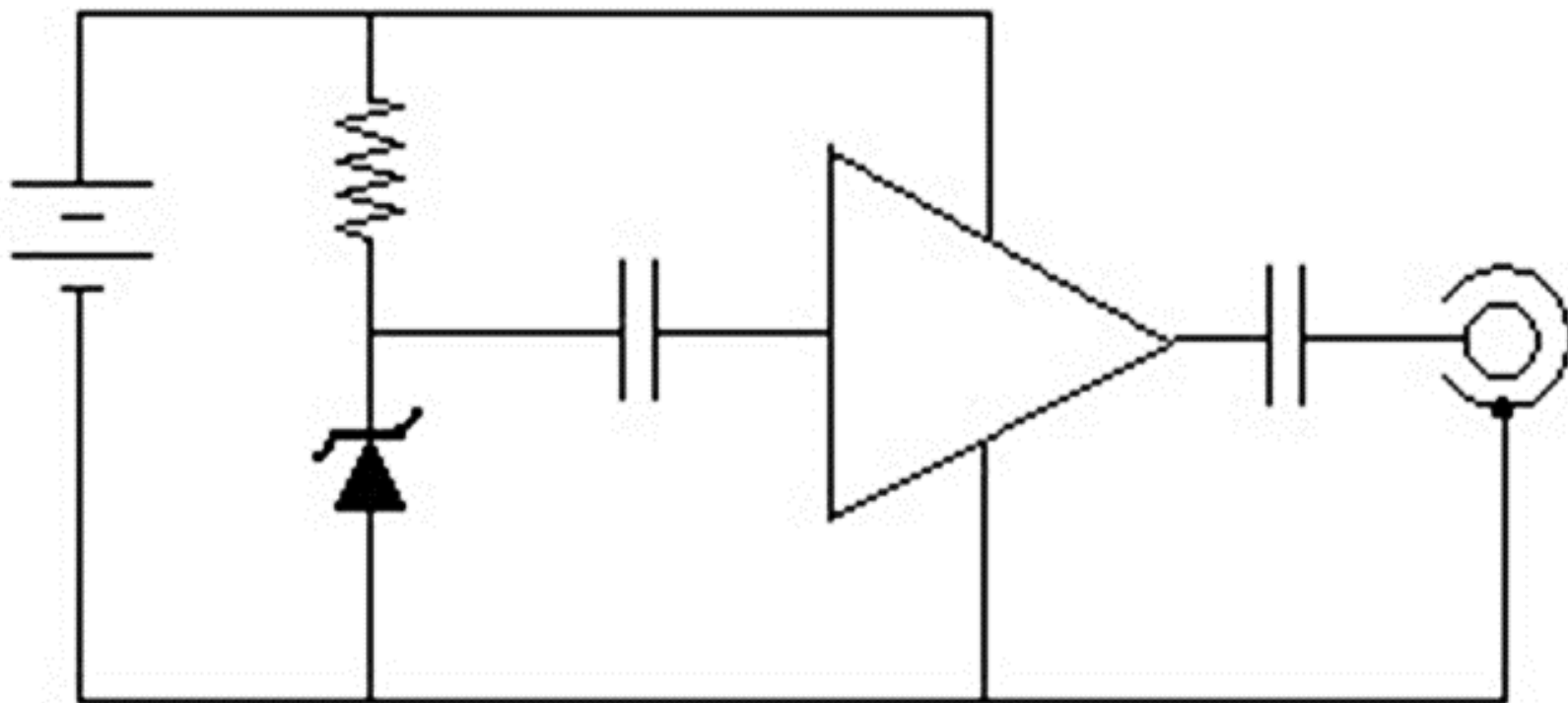
# Teorema do Limite Central



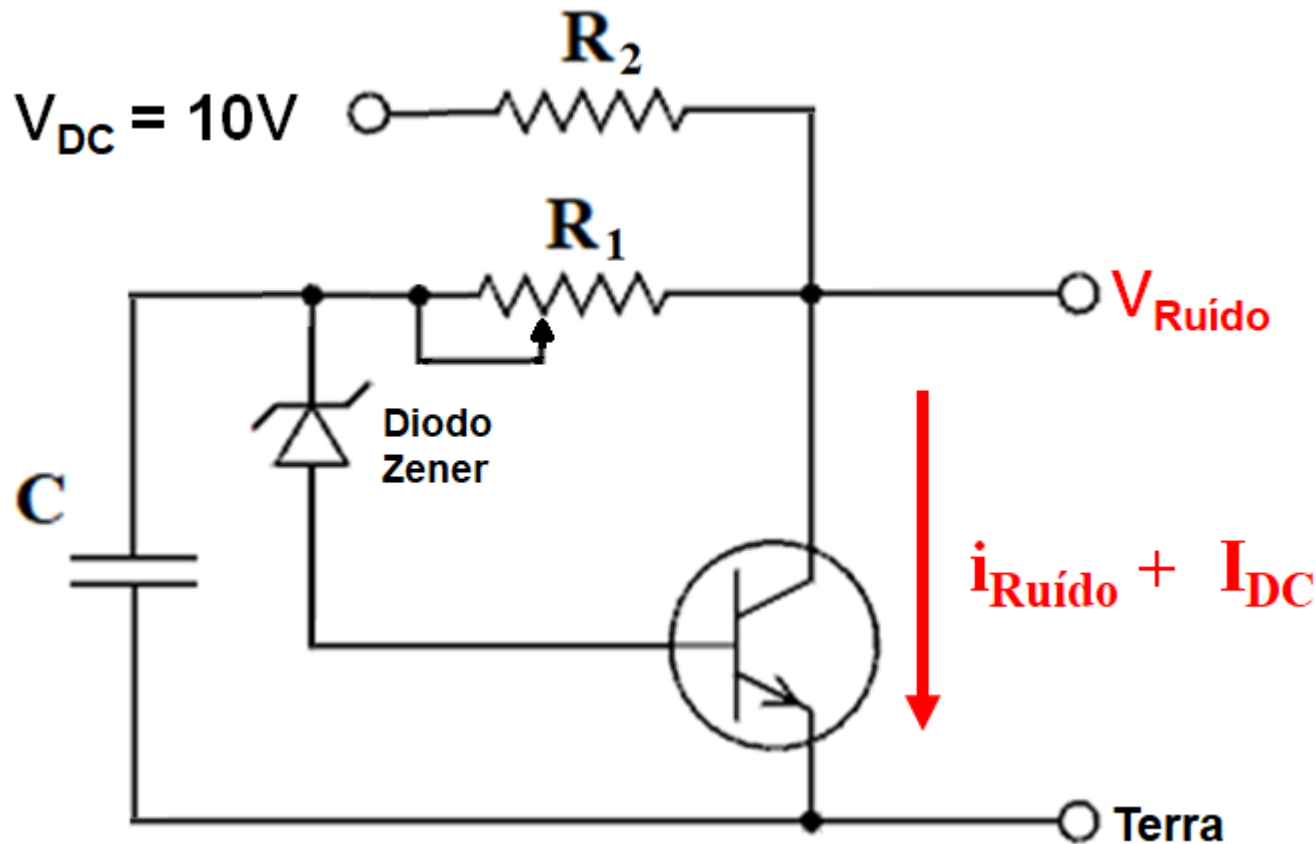
# Gerador de Ruído com Diodo Zener



# Gerador de Ruído com Diodo Zener Com Amplificador Operacional



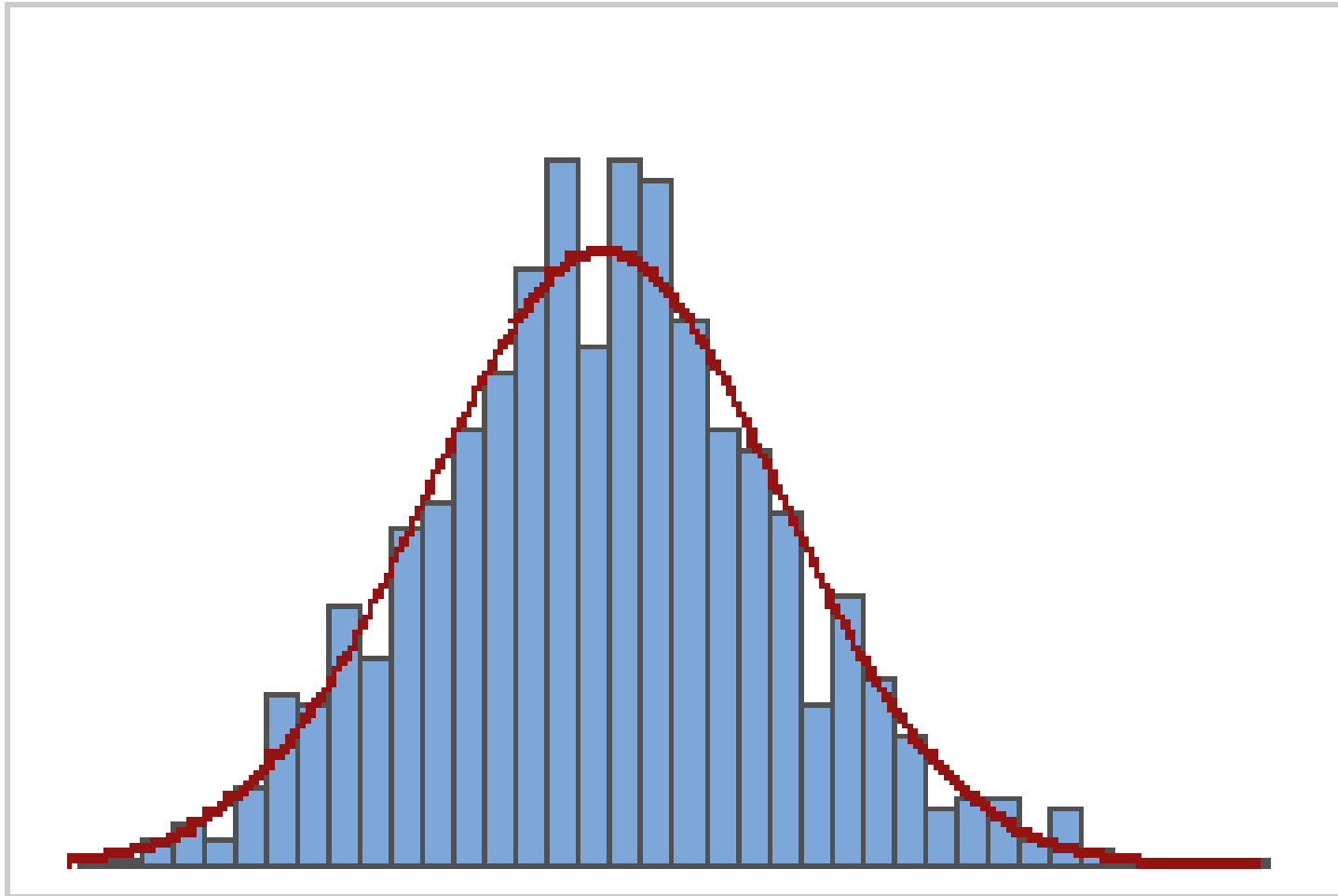
# Gerador de Ruído “Branco” com Diodo Zener Amplificado por BJT



- 1) Determine os valores dos resistores  $R_1$  e  $R_2$  para maximizar a geração de ruído.
- 2) Troque diferentes Diodos Zener. Como a tensão Zener ( $V_Z$ ) afeta a geração de ruído?

**Cuidado para não exceder os valores máximos de tensão e corrente dos componentes!**

# Gerador de Ruído “Branco” com Diodo Zener Amplificado por BJT

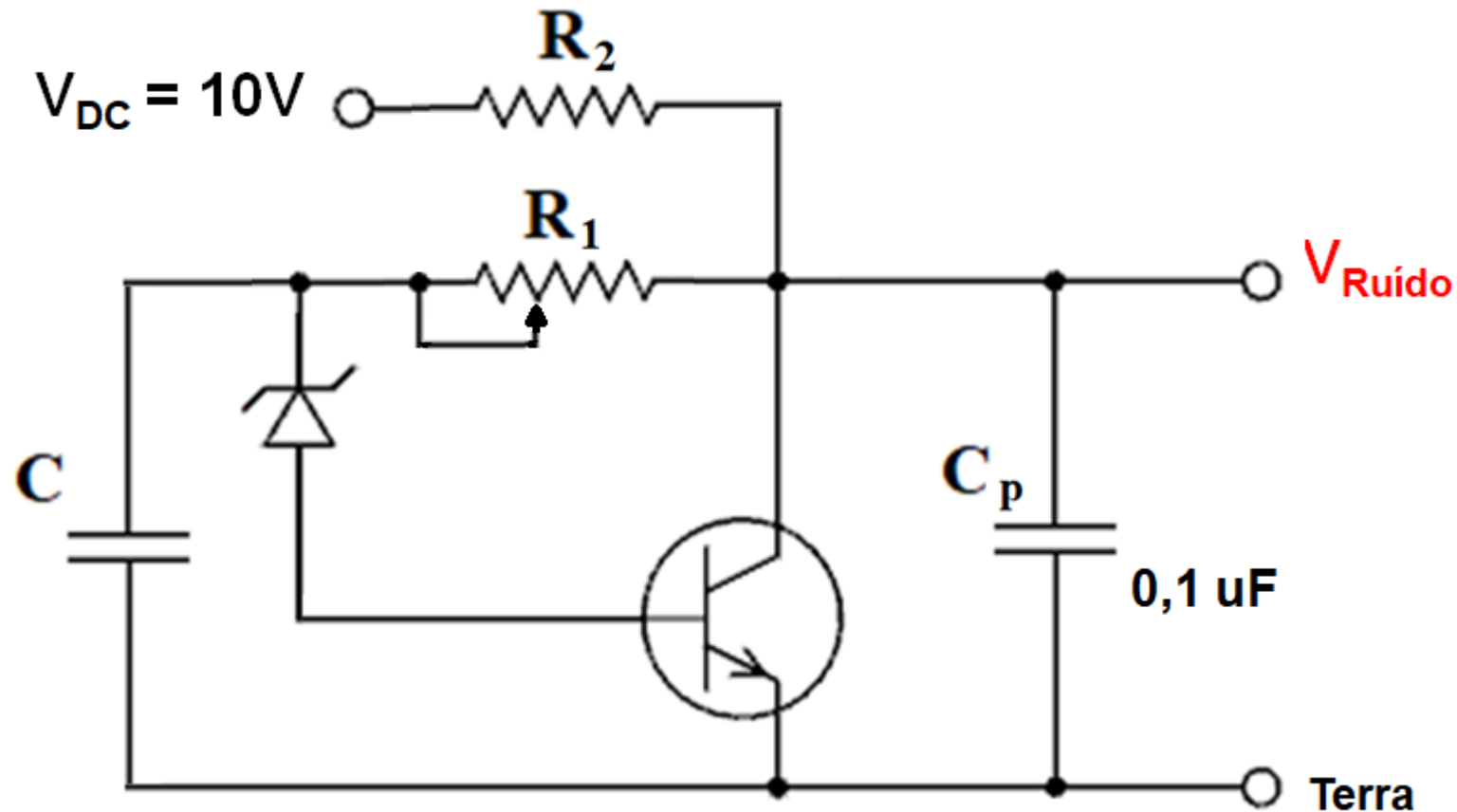


3) Determine se a distribuição do Ruído é Gaussiana como Histograma.

Use o Osciloscópio Digital para gravar o ruído em arquivo.

SCILAB: `histplot()`

# Gerador de Ruído “Rosa” com Diodo Zener Amplificado por BJT

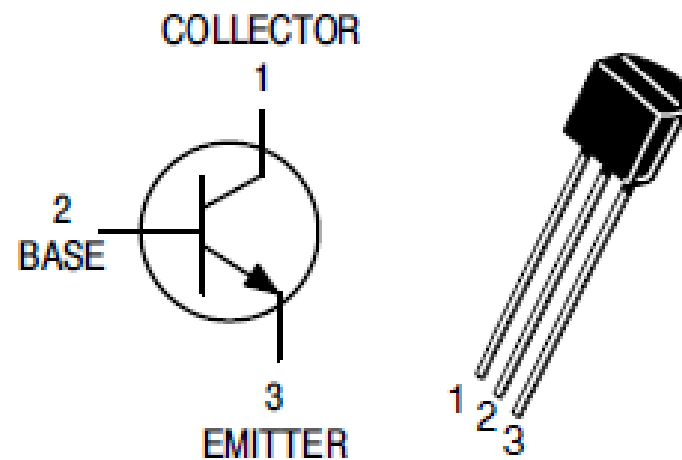


4) Ao incluir o capacitor  $C_p$  e observe o Espectro do Ruído “Rosa” com o pólo definido por  $R_2$  e  $C_p$

Use o Analisador de Espectro do Osciloscópio Digital



# Transistor NPN P2N2222A



## MAXIMUM RATINGS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Collector – Emitter Voltage	$V_{CEO}$	40	Vdc
Collector – Base Voltage	$V_{CBO}$	75	Vdc
Emitter – Base Voltage	$V_{EBO}$	6.0	Vdc
Collector Current – Continuous	$I_C$	600	mAdc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	625 5.0	mW mW/ $^\circ\text{C}$
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	1.5 12	W mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{stg}$	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

# Transistor NPN P2N2222A

$$I_C = h_{fe} I_B$$

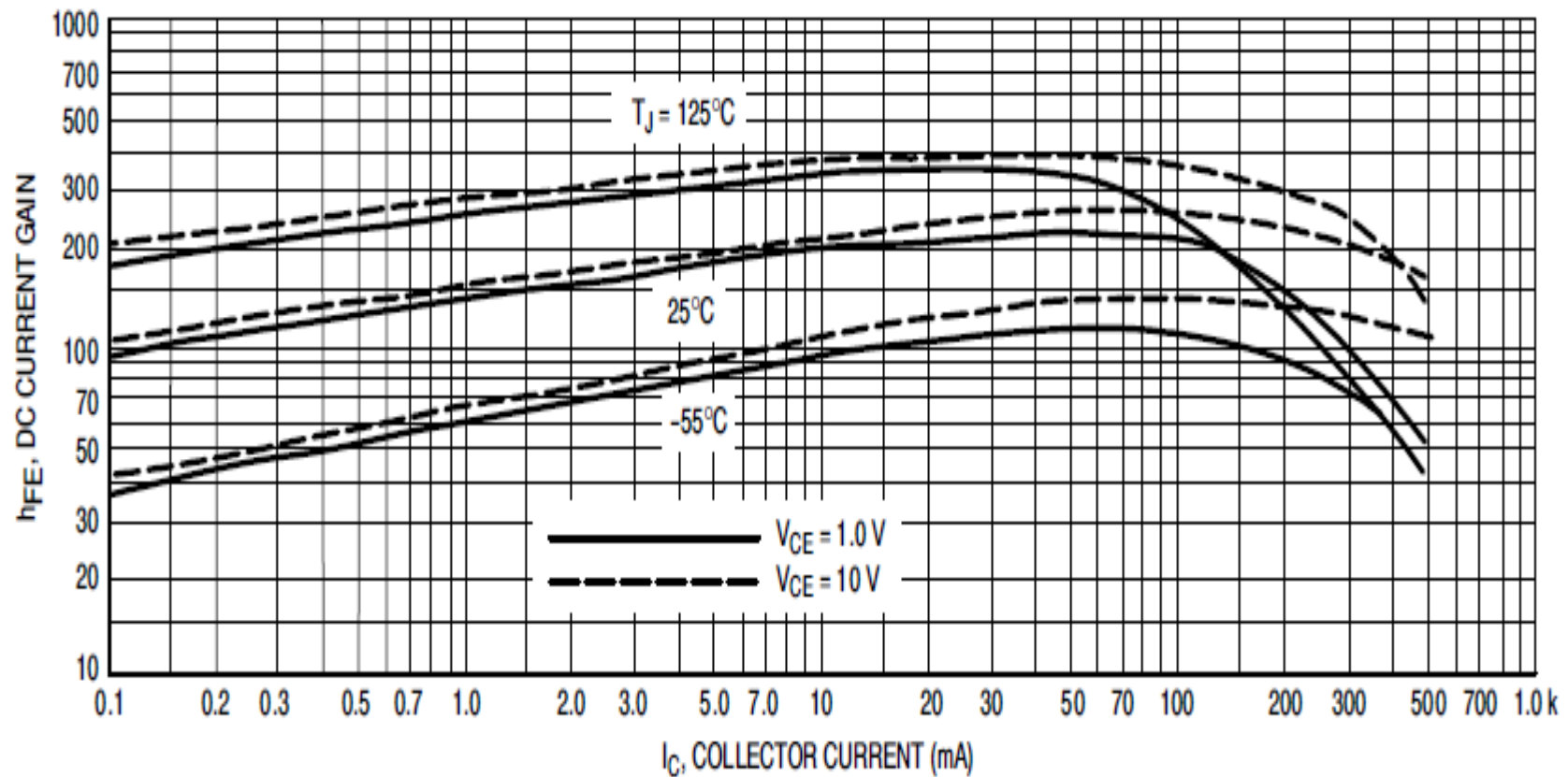
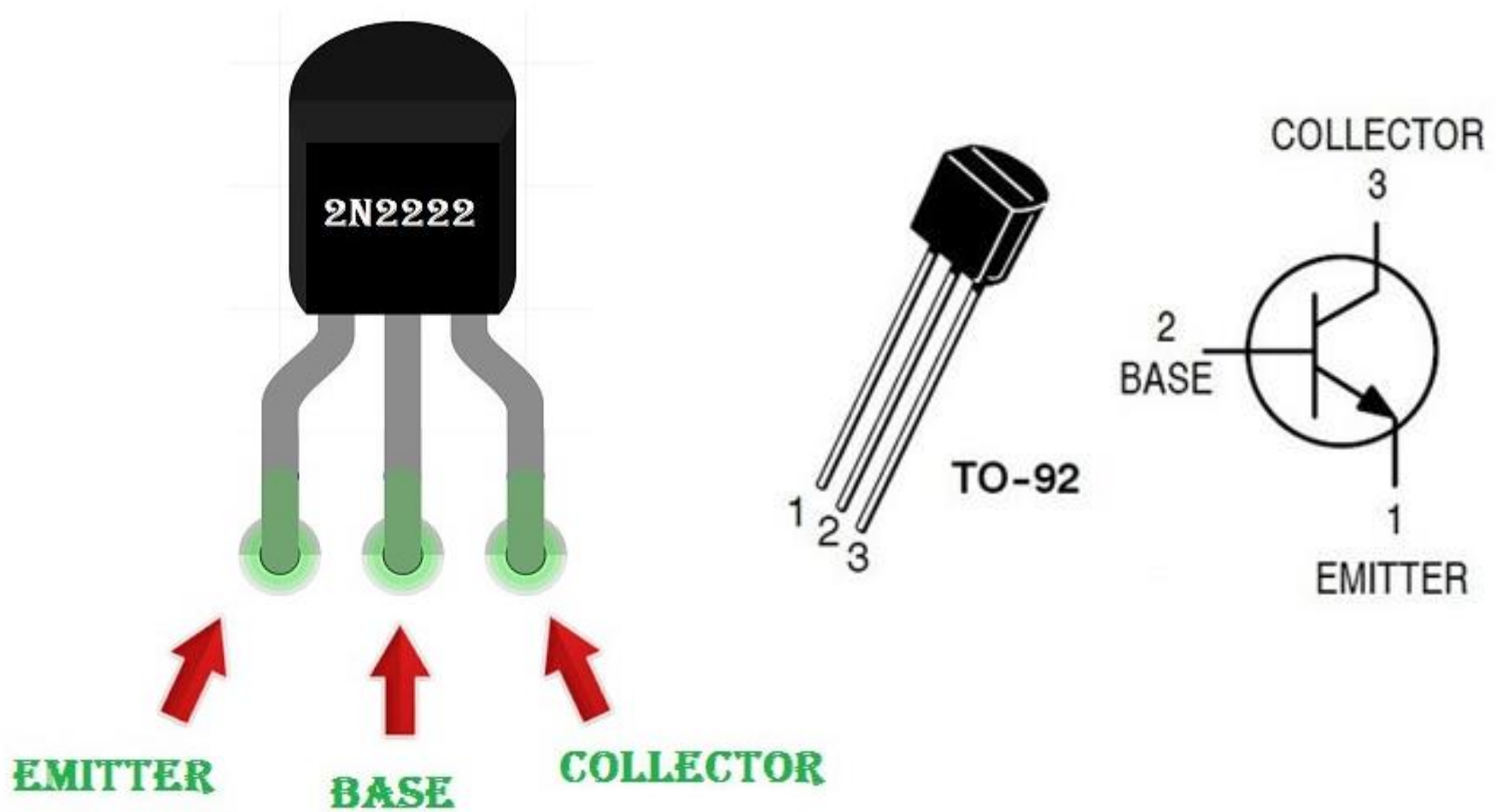
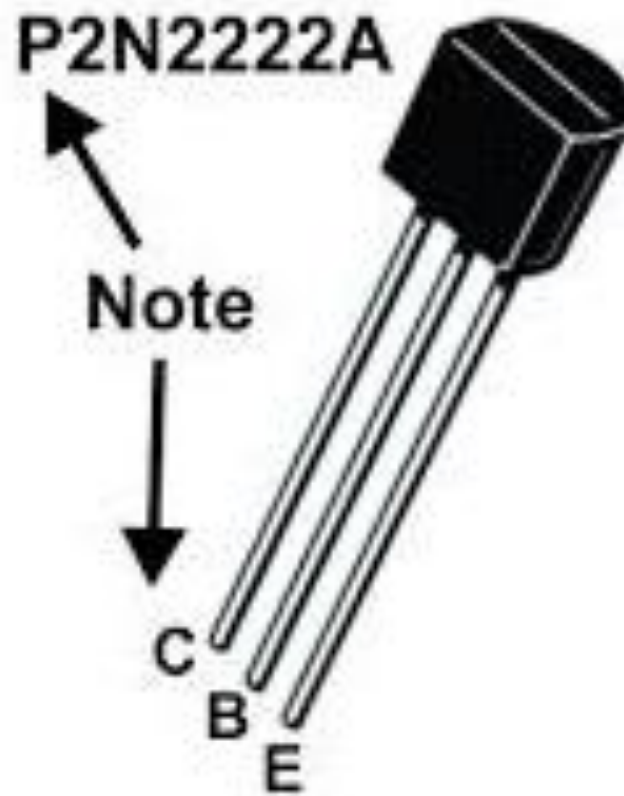
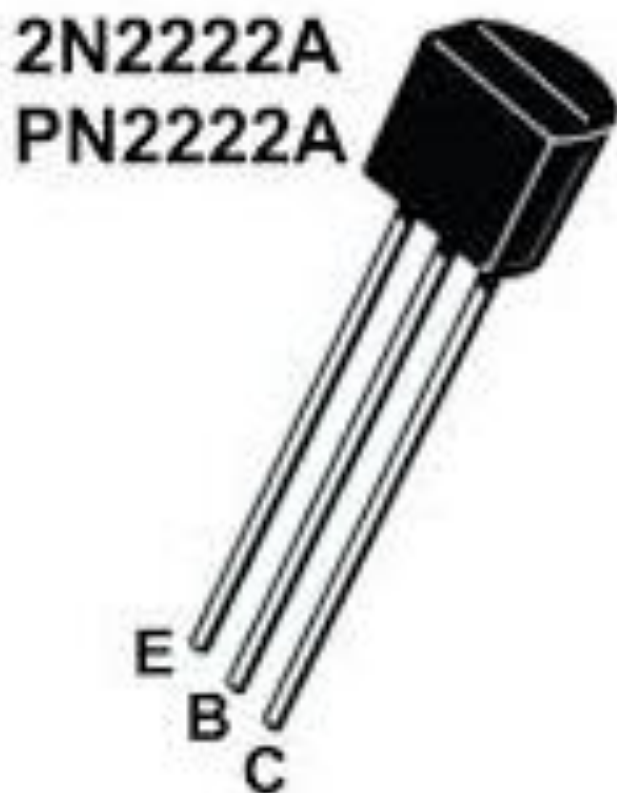


Figure 3. DC Current Gain

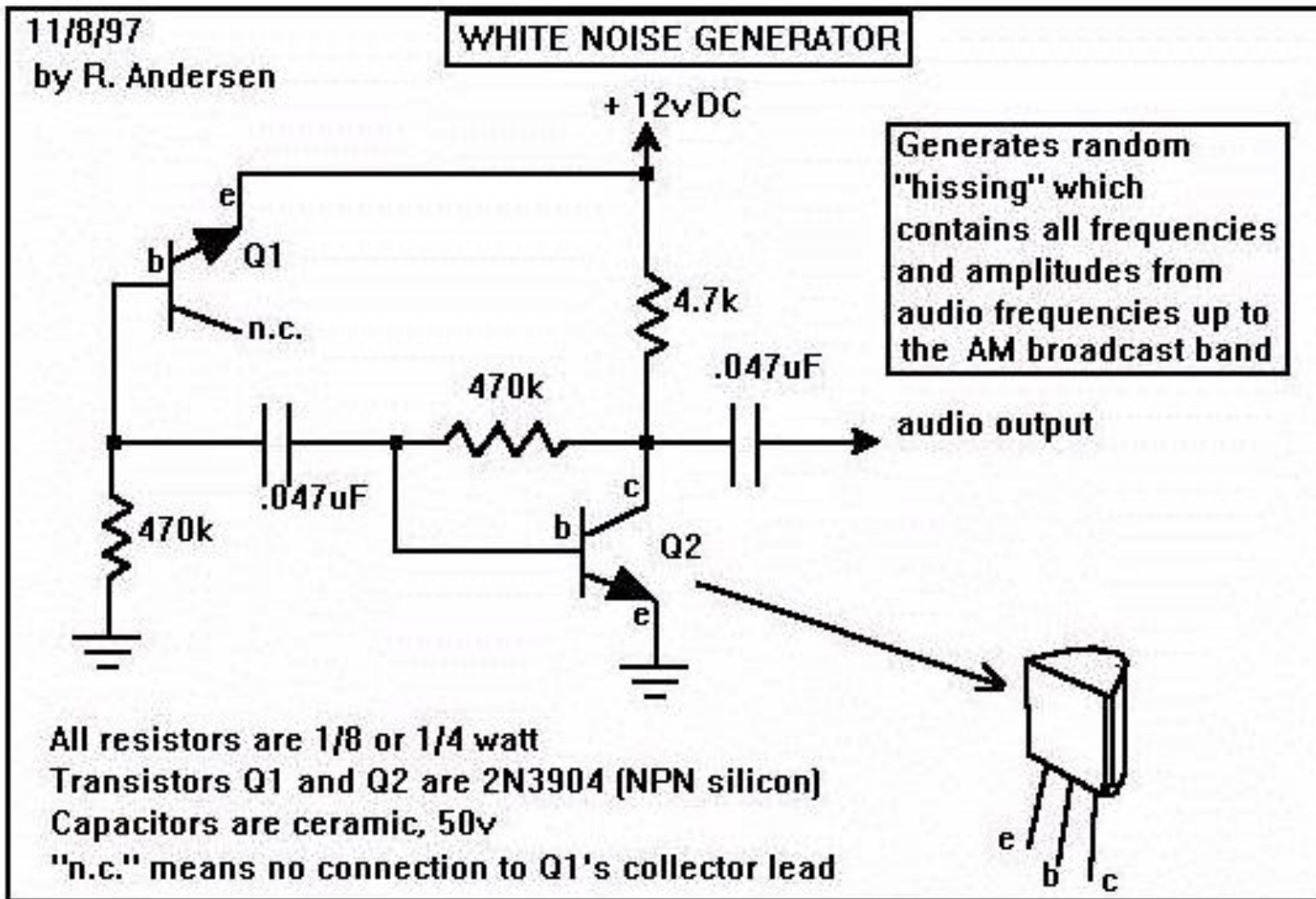
# Transistor NPN 2N2222



## Variações do Transistor NPN 2N2222

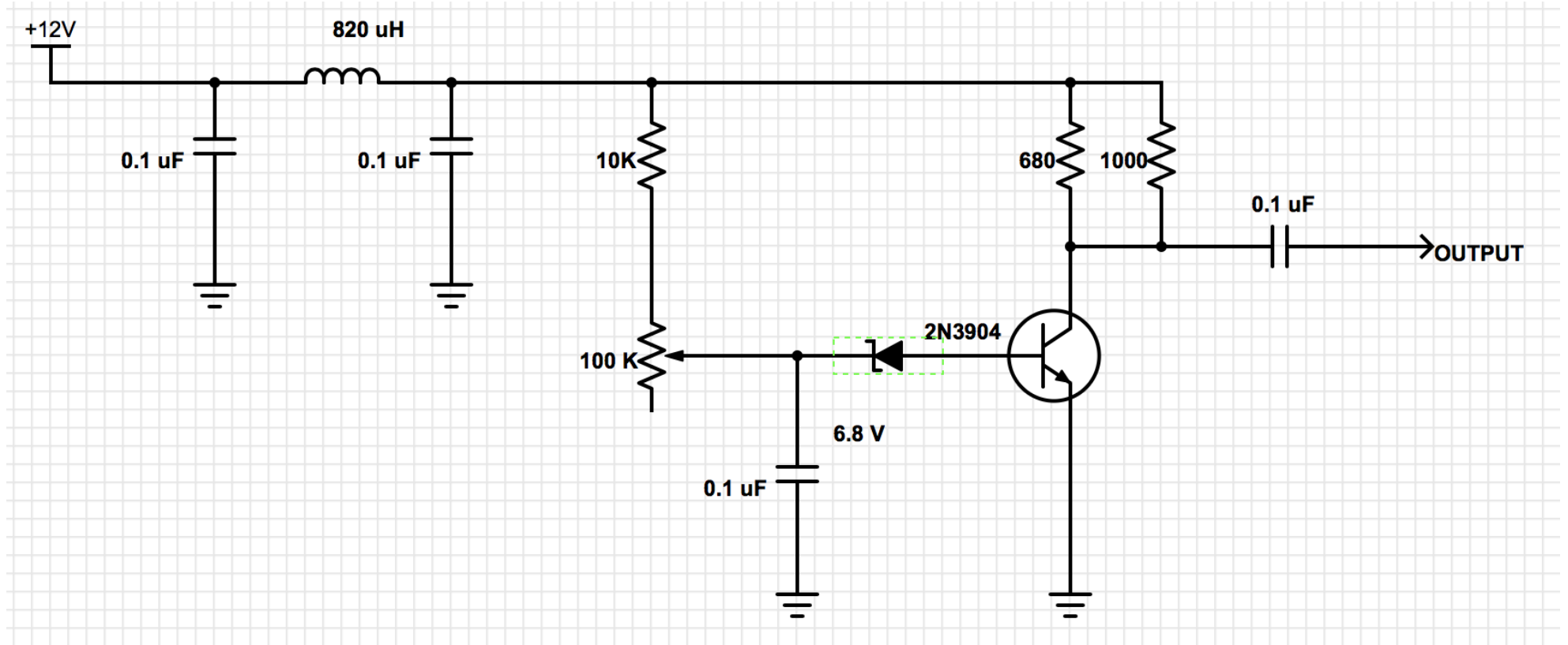


# Gerador com Junção Emissor-Base de Transistor NPN

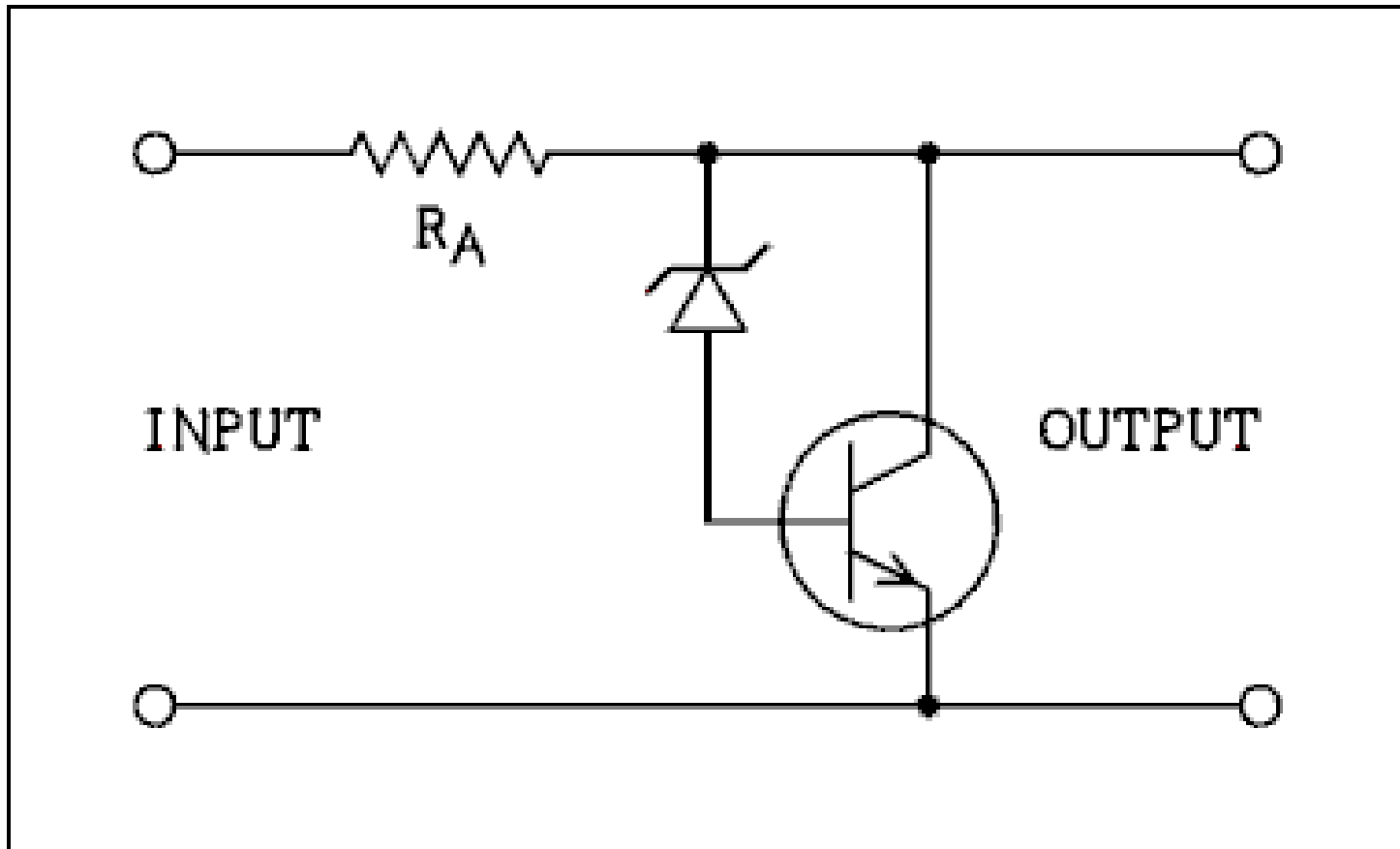


[http://freenrg.info/Physics/Scalar\\_Vector\\_Pot\\_And\\_Rick\\_Andersen/Rick\\_Andersen\\_Noisegen.htm](http://freenrg.info/Physics/Scalar_Vector_Pot_And_Rick_Andersen/Rick_Andersen_Noisegen.htm)

# Gerador com Diodo Zener e Transistor NPN



## “High Power Zener”



[http://www.angelfire.com/planet/funwithtransistors/Book\\_CHAP-3.html](http://www.angelfire.com/planet/funwithtransistors/Book_CHAP-3.html)