

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SANTO ANDRÉ
CURSO DE ELETRÔNICA AUTOMOTIVA

Apostila de Exercícios

por

A. A. M. Laganá

com editoração desenvolvida pela

Equipe da FATEC – Santo André

Apostila desenvolvida como material de apoio para o curso de Eletrônica Automotiva da FATEC de Santo André.

Equipe de Apoio

Cynthia Thamires da Silva

Santo André – SP

Outono – 2012

Conteúdo

1	Sensores	2
1.1	Sensores de Temperatura	2
1.2	Sensores de Pressão	7
1.3	Acelerômetros	7
1.4	Sensores de Rotação	8
1.5	Sonda Lambda	9
1.6	Sensor de Posição	10
2	Atuadores	11
2.1	Válvula Borboleta	11
3	Circuitos Integrados	12
3.1	LM1815	12
3.2	LM9044	13
3.3	33972	13
3.4	LM1949	13
3.5	MC33810	13
3.6	MC33926	13

Capítulo 1

Sensores

1.1 Sensores de Temperatura

Questão 01: Considerando o circuito

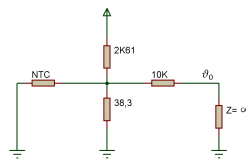


Figura 1.1: Circuito

- (a) Considerando que a 40°C a resistência NTC = 1Kohm determine a tensão V_o .
- (b) Qual a temperatura quando a tensão V_o for igual 1V .

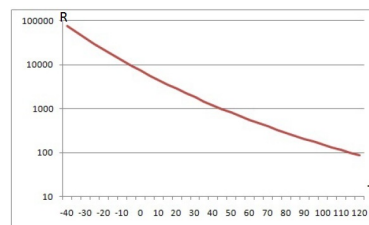


Figura 1.2: Variação de Resistência de um Elemento NTC com a Temperatura.

Questão 02: Dado o circuito abaixo com um transistor bipolar:

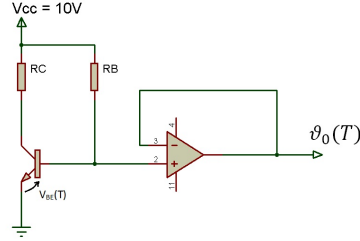


Figura 1.3: Circuito

Dados:

$$VCC = 10V$$

$$\beta = 100$$

$$V_{BE} = 0,7V$$

$$\frac{k}{q} = 83,3 \cdot 10^{-6} \frac{V}{^{\circ}K} \quad (1.1)$$

$$I_s = 10^{-15} A \quad (1.2)$$

$$I_C = I_s e^{qV_{BE}/KT} \quad (1.3)$$

(a) Obtenha a expressão literal de $V_o(T)$.

(b) Considerando o transistor na região ativa onde I_c é aproximadamente constante, determine R_b para que tenhamos $V_{BE}(T) = 2,5 \frac{mV}{^{\circ}C} \cdot T(^{\circ}C)$

(c) Adicione um circuito amplificador de diferença (abaixo) para que a nova expressão de saída seja $v'_o(T) = 10 \frac{mV}{^{\circ}C} \cdot T(^{\circ}C)$. Note que agora T é expressão em $^{\circ}C$. Desenhe o novo circuito e determine V_{Ref} e a relação $\frac{R_2}{R_1}$

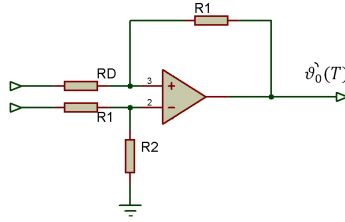


Figura 1.4: Circuito

$$V_o'(T) = \frac{R_2}{R_1}(V_2 - V_1) \quad (1.4)$$

Questão 03: Dado o circuito abaixo

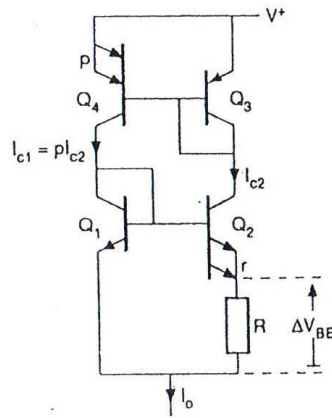


Figura 1.5: Circuito

$$r = \frac{A_{e2}}{A_{e1}} = e^6 \quad (1.5)$$

$$p = \frac{I_{c1}}{I_{c2}} \quad (1.6)$$

$$I_{s1} = I_{s2} \quad (1.7)$$

Veja também dados do exercício 2.

(a) Obtenha a expressão literal de $\Delta V_{BE} = f(T(K))$.

(b) Determine a relação $\frac{I_{c1}}{I_{c2}} = p$ para que $\Delta V_{BE}(T(K)) = 1,0 \frac{mV}{K} \cdot T(K)$

Questão 04: Dado o circuito abaixo:

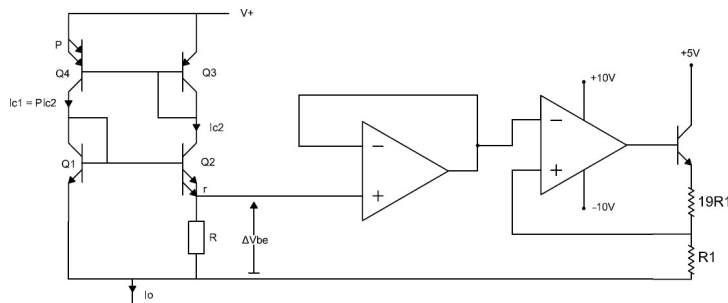


Figura 1.6: Circuito

$$r = \frac{A_{e2}}{A_{e1}} = e^6 \quad (1.8)$$

$$p = \frac{I_{c1}}{I_{c2}} \quad (1.9)$$

$$J_{S1} = J_{S2} \quad (1.10)$$

$$\frac{K}{q} = 83,3 \cdot 10^{-6} \frac{V}{K} \quad (1.11)$$

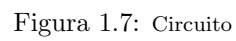
(a) Obtenha a expressão literal de $\Delta V_{BE} = f(T(K))$.

(b) Determine a relação $I_{C1}/I_{C2} = p$, para que $\Delta V_{BE} = f(T(K)) = 0,5 mV/K \cdot T(K)$.

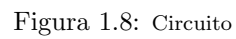
(c) Determine a expressão $V_0(T) = 0,5(mV/K) \cdot T(K)$

(d) Considerando-se $V_{CESAT} = 0,3V$, qual a temperatura máxima que pode ser medida?

Questão 05: Dado a configuração do sensor de temperatura LM35 abaixo, figura (1.7)



Destacamos o circuito (1.8)



Considerando as expressões abaixo:

com T em graus Celsius

V_o satura em 14V

6

- (b) Determine a expressão de $V_0(T)$, na condição em que o amplificador operacional não esteja saturado.
- (c) Quais os valores limites de $V_0(T)$, mínimo e máximo respectivamente, para o intervalo de temperatura entre $-25^{\circ}C$ e $120^{\circ}C$?
- (d) Qual a temperatura máxima que pode ser medida?

1.2 Sensores de Pressão

Questão 01

- (a) Qual o princípio de funcionamento do sensor strain-gauge?
- (b) Faça um desenho de um sensor de pressão que utilize o princípio strain-gauge e construído com material piezo-resistivo.
- (c) Descreva a aplicação de um sensor de pressão no sistema de injeção eletrônica.

Questão 02: Faça a dedução da expressão

$$\Delta R = R \cdot G \cdot \epsilon_x \quad (1.15)$$

e sabendo que $\mu = \frac{\epsilon_y}{\epsilon_x}$ obtenha

$$\Delta R = f(E_y) \quad (1.16)$$

Questão 03: Qual a vantagem de utilizarmos materiais piezoresistivos?

Questão 04: Observando o datasheet de um sensor de pressão piezo resistivo (até 250kPa)

1.3 Acelerômetros

Questão 01

A partir da figura (1.9) dada

- (a) Descreva o princípio de funcionamento de um acelerômetro construído com material piezo-elétrico.
- (b) Cite e justifique a aplicação de acelerômetro no sistema de injeção eletrônica.
- (c) Cite outras aplicações.

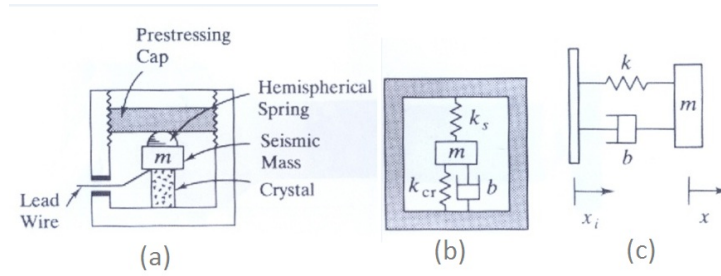


Figura 1.9: Circuito

Questão 02: Deduza as expressões

$$G_1(S) = \frac{V_0(S)}{V_S} = \frac{TK_1S}{TS + 1} \quad (1.17)$$

e

$$G_2 = \frac{V(S)}{S^2 x_i(S)} = \frac{-1}{S^2 + 2\zeta w_n + w_n^2} \quad (1.18)$$

e escreva $G(S)$ resultante, $G(S) = \frac{E_0(S)}{s^2 X(S)}$

- (a) Qual o range de pressão medido?
- (b) Qual a expressão que dá $V_0(V) = f(p)$
- (c) Qual a característica de resposta?
- (d) Qual a precisão?

1.4 Sensores de Rotação

Questão 01

- (a) Descreva o princípio de funcionamento de um sensor de relutância.
- (b) Qual o sinal gerado pelo sensor acima quando aplicado ao sistema de roda fônica?
- (c) Qual o objetivo do seu emprego?

Questão 02

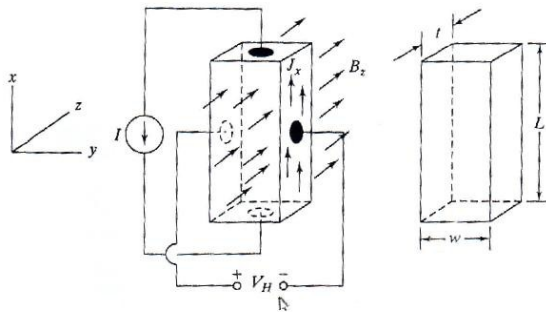


Figura 1.10: Circuito

- (a) Obtenha a expressão de $V_H = f(B_Z)$. B_Z é o campo magnético na direção Z .
- (b) Consultando o datasheet do CI3501, qual será a tensão de saída para a distância entre o sensor e a parte superior do dente da roda fônica igual a 1. Determine ainda a densidade de fluxo magnético.
- (c) Trabalhando com o datasheet qual deve ser a distância entre o sensor e a parte superior do dente e ainda a altura do dente para termos uma senoide com V_{pp} de 4V.

1.5 Sonda Lambda

Questão 01: Qual a expressão que determina λ ?

Questão 02

- (a) Faça um desenho esquemático da sonda λ .
- (b) Qual o princípio de seu funcionamento? (inclua a expressão de tensão V_o)
- (c) Descreva sua utilização num sistema de injeção eletrônica.

Questão 03: Desenhe a curva da tensão de saída em função da temperatura sem aquecedor e com 12V aplicado ao aquecedor.

Questão 04: Descreva um sistema mais complexo para normas de emissões mais rígidas.

1.6 Sensor de Posição

Questão 01 Descreva a idéia de funcionamento do sensor de posição e onde é utilizado num motor com injeção eletrônica.

Capítulo 2

Atuadores

2.1 Válvula Borboleta

- (1) Qual a função da válvula borboleta em um sistema de injeção eletrônica?
- (2) Descreva a constituição de uma válvula borboleta, detalhando as diversas partes que a compoem.
- (3) Como é operada uma válvula borboleta?
- (4) Para que serve o TPS e descreva sua operação, incluindo o comportamento da tensão de saída.
- (5) Descreva a dinâmica do fluxo da massa de ar. Escreva a equação e comente a dependência do fluxo de massa de ar em função do ângulo Θ de abertura.

Capítulo 3

Circuitos Integrados

3.1 LM1815

- (1) Qual é a aplicação do CI LM1815 e descreva seus modos de funcionamento (pelo menos o 1 e o 3)?
- (2) Baseado na Figura (3.1), descreva em mais detalhes o funcionamento do CI no modo 1.

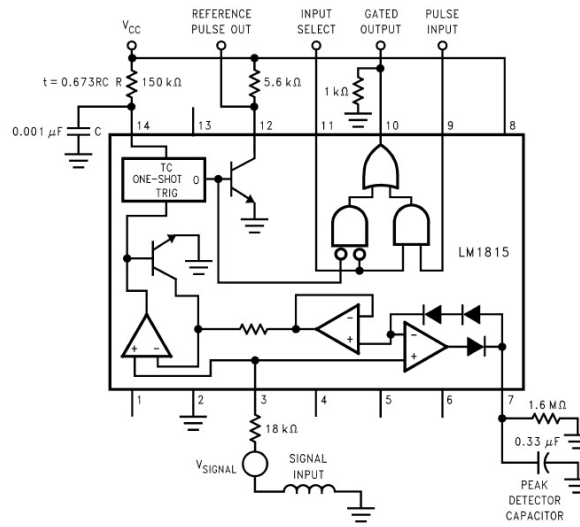


Figura 3.1: LM1815

- (3) Desenhe a forma de onda proveniente do sensor de relutância acoplado a roda dentada e a tensão de saída operando no modo 1 e outro desenho para o modo 3. Repita alterando a frequência do sinal de entrada.

3.2 LM9044

- (1) Qual a aplicação do CI LM9044?
- (2) Descreva a idéia de funcionamento do mesmo.

3.3 33972

- (1) Descreva a aplicação do CI 33972.
- (2) Qual as vantagens de sua utilização.
- (3) Baseado na Figura (3.2), descreva a sua idéia de operação.

3.4 LM1949

- (1) Qual a principal aplicação do CI LM1949?
- (2) Descreva de forma mais resumida seu principal objetivo.
- (3) Baseado na Figura (3.3) explique seu funcionamento.
- (4) Comente os gráficos da Figura (3.4).
- (5) Qual a função do diodo zener.

3.5 MC33810

- (1) Qual a sua aplicação?
- (2) Baseado nas Figura (3.5) e (3.6) descreva a sua idéia básica de funcionamento.
- (3) Quais as vantagens deste CI sobre o MC33926?

3.6 MC33926

- (1) Qual a aplicação deste CI?
- (2) Baseado nas Figuras (3.7) e (3.8), descreva seu funcionamento.

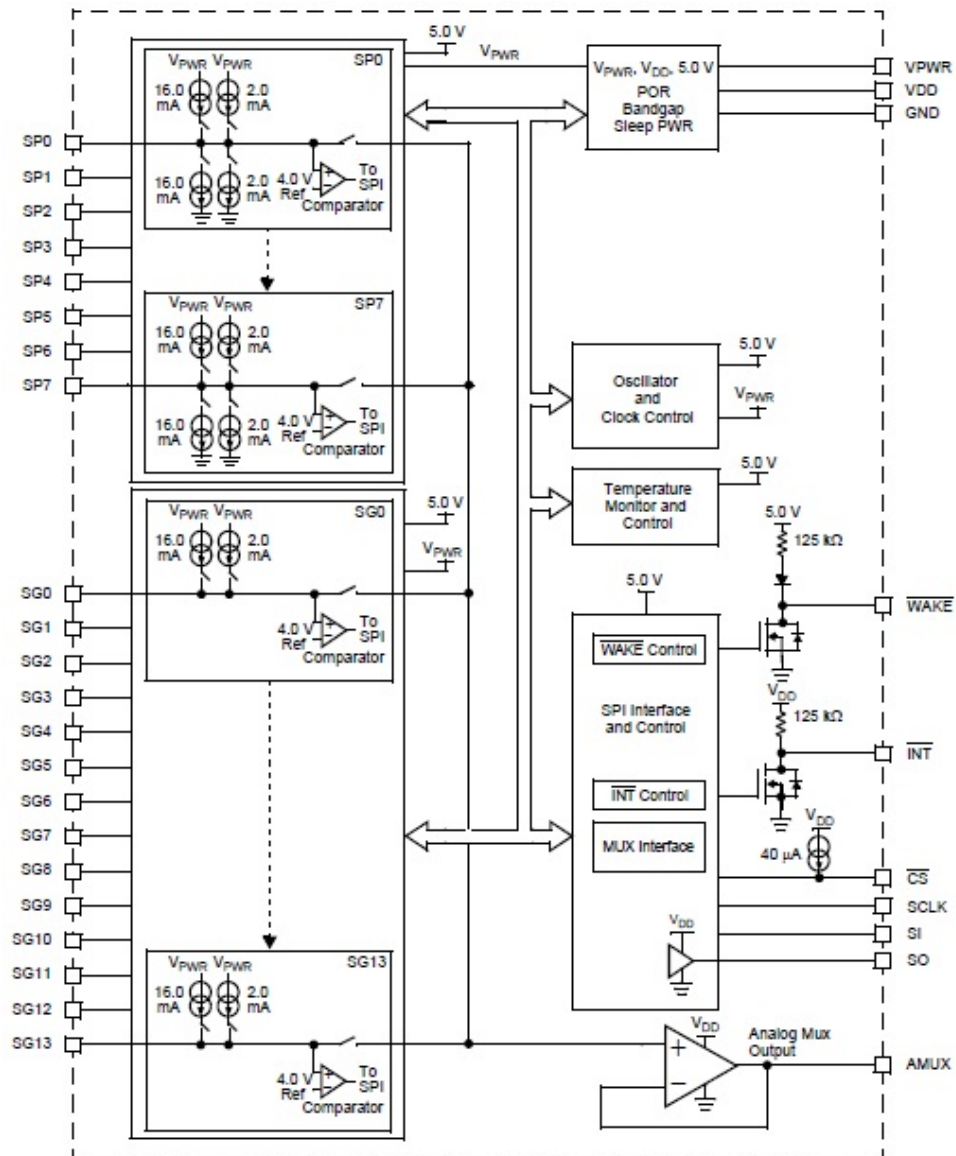


Figura 3.2: Diagrama de Blocos Interno

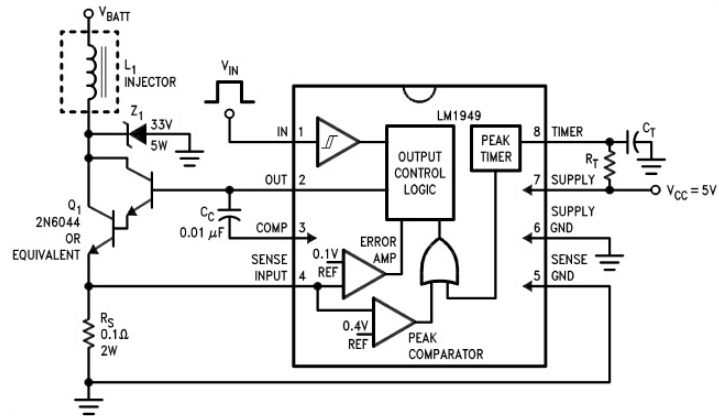


Figura 3.3: LM1949

Typical Circuit Waveforms

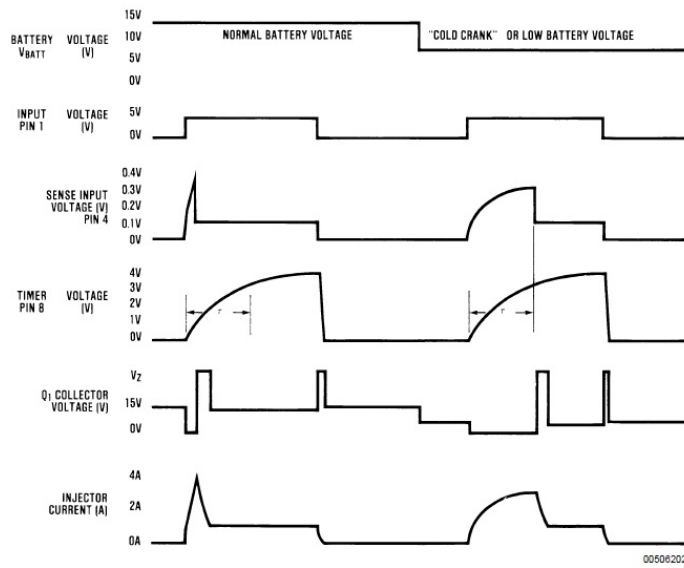


Figura 3.4: Operação do LM1949

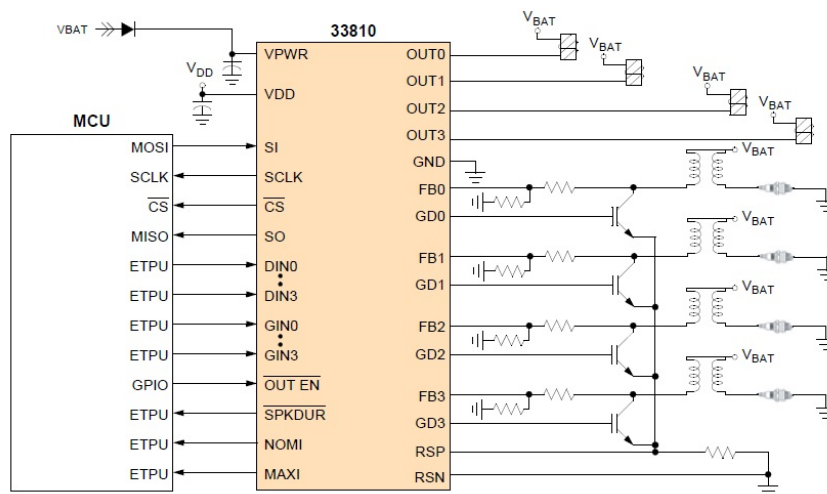


Figura 3.5: Diagrama de bloco externo.

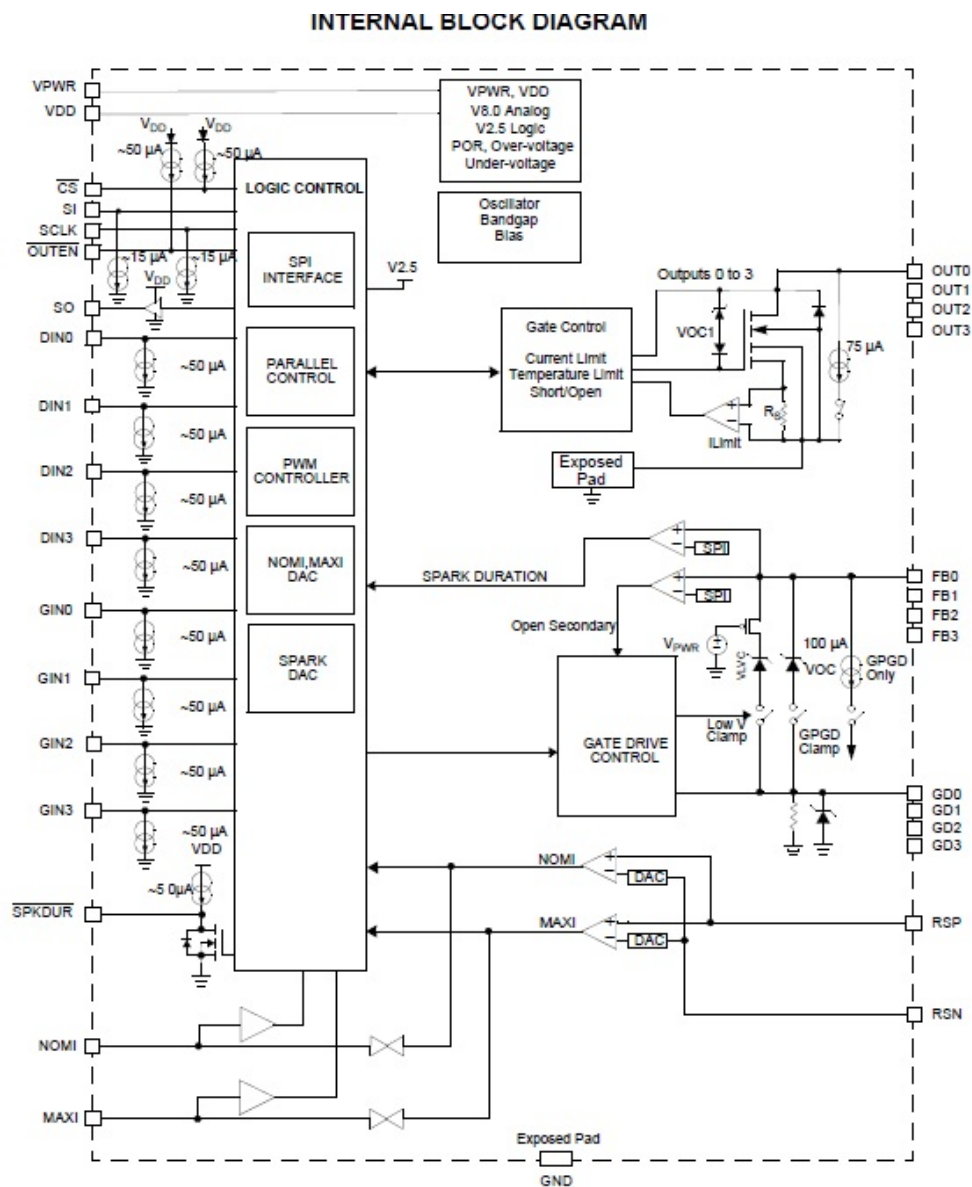


Figura 3.6: Diagrama de blocos interno.

INTERNAL BLOCK DIAGRAM

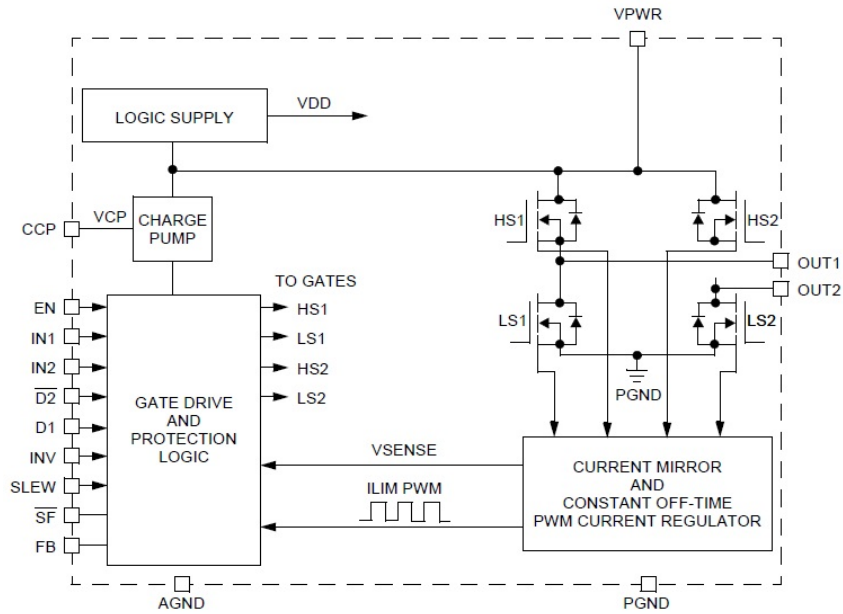


Figura 3.7: Diagrama de blocos

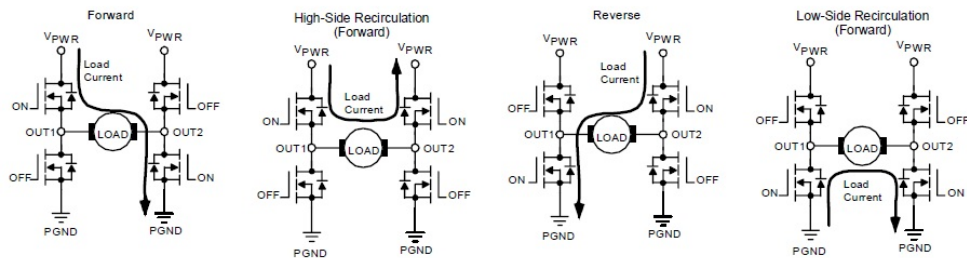


Figura 3.8: Estado de operação