

Eletro Estimulador Neurofuncional

Letícia Ribeiro Miranda

Estimulação Elétrica Neuromuscular

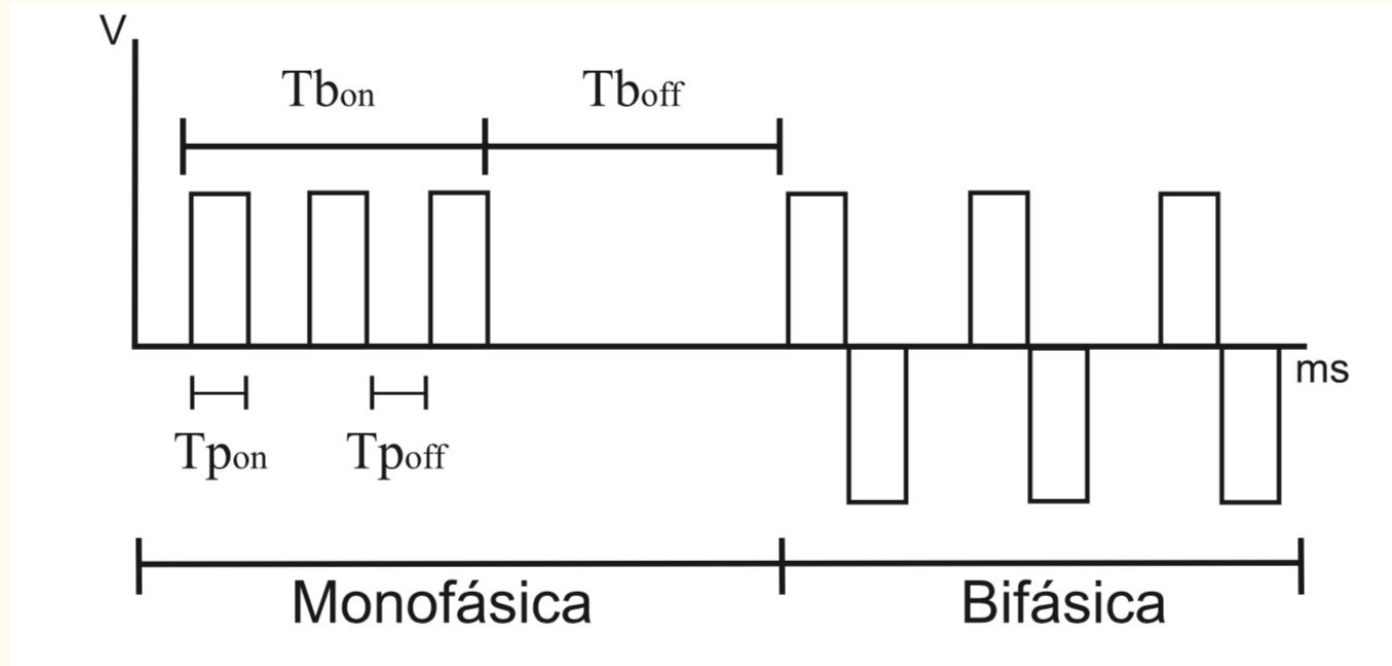
- Técnica utilizada a mais de 200 anos.
- Procedimento terapêutico não invasivo;
- Aplicação de corrente elétrica para promover contração semelhante ao processo de ativação muscular;
- Restabelecer a função neuromuscular prejudicada ou perdida;
- Pode ser aplicada por meio de eletrodos na superfície da pele (transcutâneos), abaixo da pele, (percutâneos) ou implantados.

Estimulação Elétrica Neuromuscular

Os parâmetros elétricos controláveis de um sinal de estimulação elétrica neuro funcional são:

- duração dos pulsos
- amplitude da tensão
- intensidade da corrente elétrica
- frequência dos pulsos (frequência da portadora)
- frequência do trem de pulsos

EENM



Duração de pulso com onda quadrada e de burst. Tempos de alta (T_{pon}) e de baixa do pulso (T_{po}) (em μs) informam a frequência da portadora. On e o do burst (em ms) informam a duração do burst. Monofásica - pulso em apenas uma polaridade (positiva ou negativa); Bifásica - pulso alterna a sua polaridade a cada pulso.

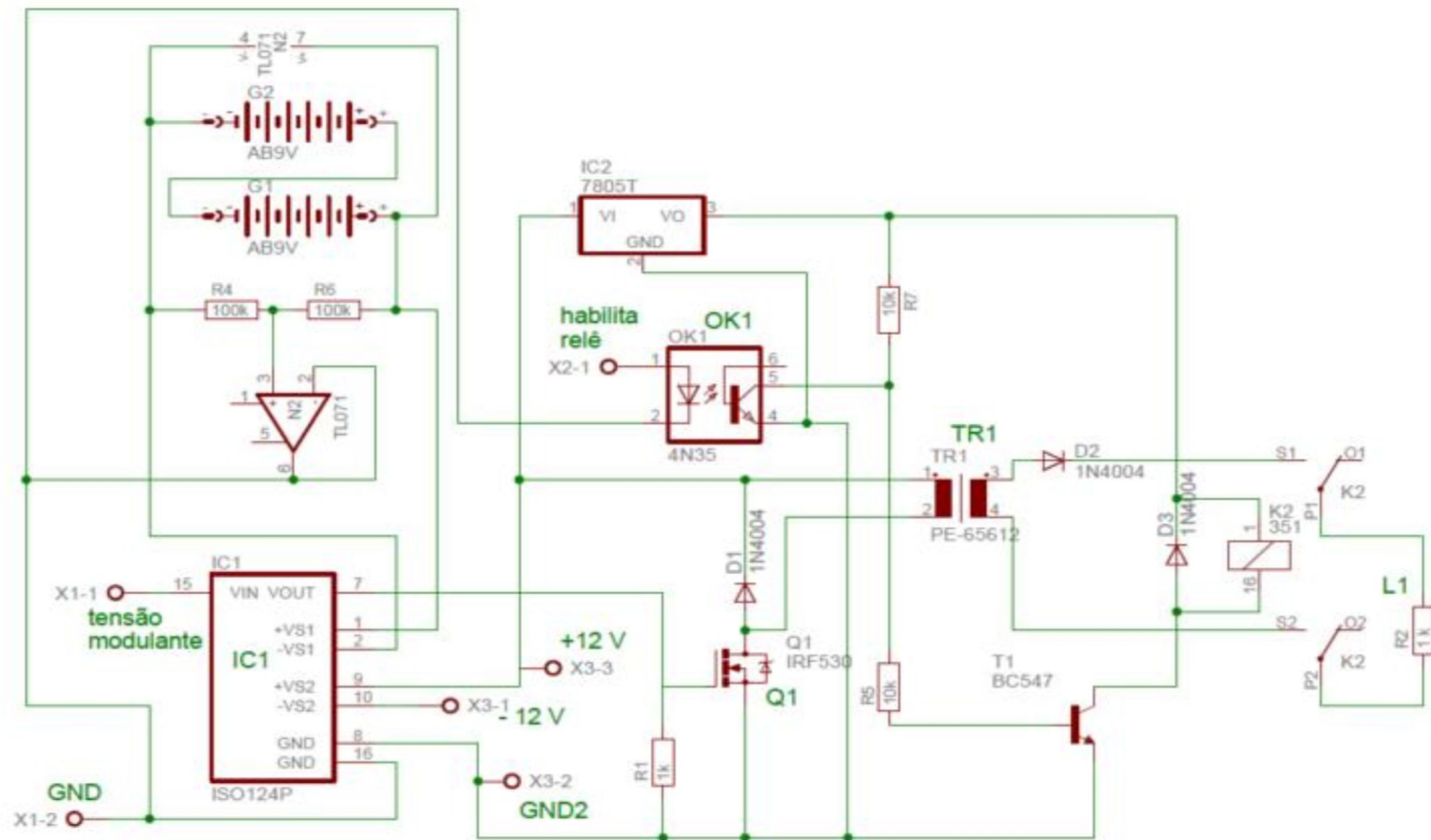
Parâmetros

Largura de pulso

- duração de 0,2 a 0,5ms
- $> 0,5\text{ms}$ são desconfortáveis

Frequência dos pulsos

- 10 a 90 Hz
- $< 10\text{Hz}$: contração ineficiente
- $> 50\text{Hz}$: produz fadiga muscular
- Padrão: 50Hz



Estimulação Elétrica Neuromuscular

Estimulação Elétrica em malha fechada:

- As informações monitoradas na saída (por meio de sistemas de medição) realimentam a entrada do controlador.
- O sistema de controle define o nível de ajuste a ser aplicado ao estímulo, corrigindo eventuais erros.

Componentes

ISO124P - Amplificador de Isolamento de Alta Precisão.

Modulação e Demodulação do Duty Cycle da Onda.

- Modulação do sinal de entrada seguido de acoplamento ótico no estágio 1.
- Segundo estágio detecta o sinal acoplado e procede a demodulação.

Isolamento Galvânico entre entrada e saída - para isso, alimentou-se a etapa de entrada do isolador com fontes diferentes da etapa de saída.

Componentes

ISO124P - Amplificador de Isolamento de Alta Precisão.

Recebe como entrada a tensão modulante.

- Trens de pulsos retangulares e monofásicos, frequência de burst de 50 Hz e ciclo de trabalho de 15%.
- Pulsos monofásicos de 1 ms e ciclo de trabalho de 10%.
- Linha base do sinal estimulatório grampeada em 2,8 V.

Componentes

IRF530 - Mosfet de Potência Canal N

Uma tensão DC de polarização (bias) foi ajustada em 3V para manter o transistor um pouco abaixo do limiar de condução.

Quando o transistor conduz com relação ao terra (GND2), o MOSFET tem uma resistência de condução $R_{DS}(ON) = 0.16\Omega$

Componentes

IRF530 - Mosfet de Potência Canal N

Dependendo da tensão de gate, mais ou menos corrente I_{DS} flui pelos terminais do enrolamento primário $i_L(t)$. A amplitude da tensão modulante aplicada no gate do transistor Q1 foi ajustada entre 0 V e 2V, de modo a possibilitar o surgimento de tensões desde 0 até $(12 - V_{DS})$ V

Componentes

PE65612 - Transformador

A amplificação do sinal de baixa para alta amplitude ocorre por meio de um transformador.

O enrolamento do primário do transformador (n_1) possui 40 espiras, ao passo que o enrolamento do secundário (n_2) possui 800 espiras, conferindo uma relação de espiras $n_2 / n_1 = 20 = v_2 / v_1$.

Componentes

PE65612 - Transformador

Como a variação de amplitude do sinal de modulação é de curta duração, a rápida variação da tensão no gate do transistor Q1 faz surgir uma corrente $i_L(t)$ que varia em função do tempo. Consequentemente, $i_L(t)$ variável faz surgir uma tensão $v_L(t)$ entre os terminais do primário.

Como o transformador TR1 fornece uma amplificação com fator igual a 20, no secundário surge uma tensão de até 240 V. Como a carga é de $1k\Omega$, a máxima corrente aplicada atinge 240 mA.

Componentes

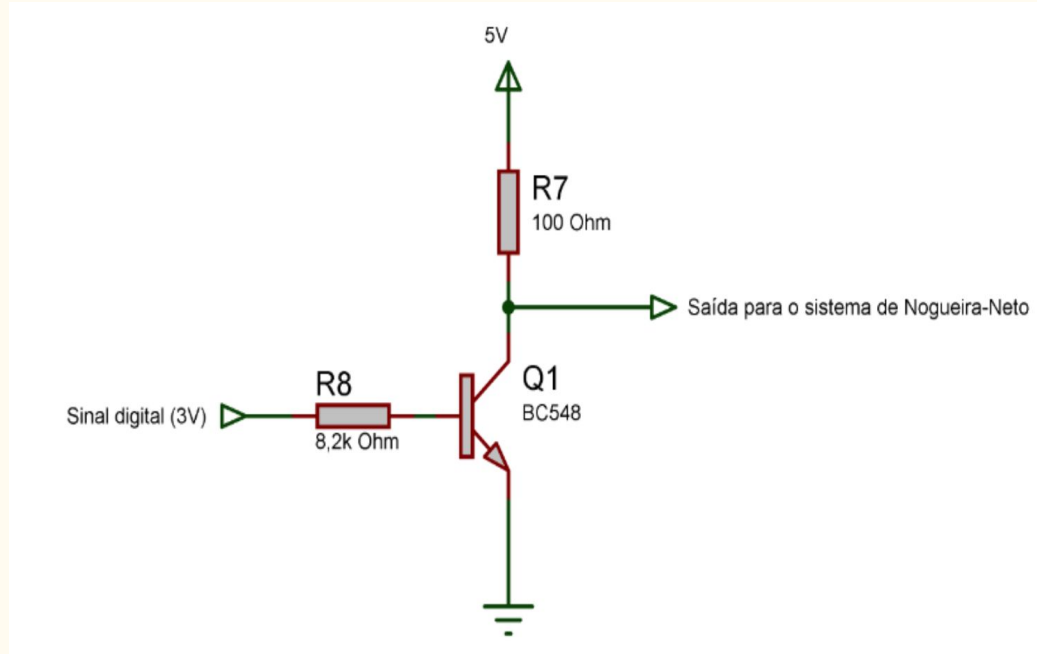
4N35 - Acoplador Óptico

Relé protetor do sistema.

Ativa e desativa a estimulação elétrica no paciente.

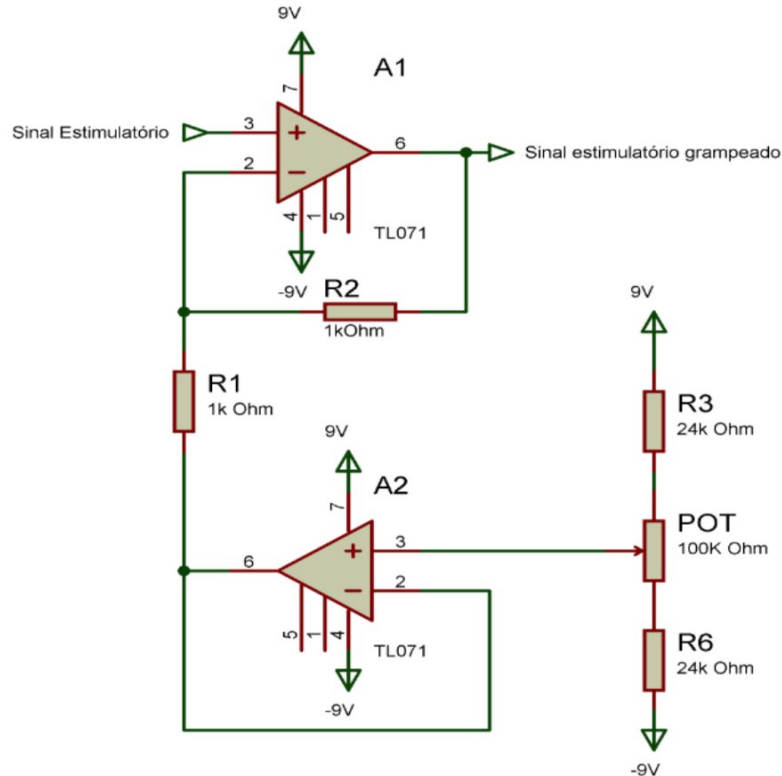
Protege o circuito de picos e tensões exteriores.

Circuito Ativador do Relé



O transistor opera em modo de saturação para funcionar como uma chave

Circuito de Grampeamento da Tensão Modulante



O ajuste do potenciômetro permite que a linha de base do sinal seja modificada.