

Simulação Eletrônica de Redes Neurais Pulsadas



Participantes: Rodrigo Lacerda de Oliveira; Alexandre Polizello Rufino; Wytsei Kabuki Schmeling; Ivan Diego de Sousa

Professor Orientador: Emilio del Moral Hernandez

Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo

Resumo:

Redes neurais é um modelo matemático inspirado no funcionamento dos neurônios biológicos e como eles se encadeiam entre si. A idéia do projeto é elaborar um circuito eletrônico que simule uma parte do modelo de redes neurais pulsadas, fazer diversas simulações do circuito em Pspice, e também fazer uma interpretação de como as informações podem ser codificadas através de atrasos de tempo.

Introdução

John Hopfield propôs um modelo de redes neurais pulsadas onde as distâncias entre os pulsos em relação ao tempo são usadas para codificar a informação a ser passada. Esse modelo pode ser separado em três blocos: A primeira recebe o sinal de entrada e verifica seu logaritmo, a segunda converte o sinal DC em pulsos elétricos e a terceira calcula o tempo entre o pulso e a origem e emite o sinal de saída. Pelo tempo disponível, o grupo resolveu simular apenas o segundo bloco.

O segundo bloco pode ser modelado como um oscilador de relaxação, que é um circuito que consiste basicamente de um componente não linear de resistência variável e um capacitor que carrega e descarrega conforme essa resistência varia. A imagem do circuito e um dos gráficos obtidos pelo grupo se encontram nas figuras 1 e 2.

Resultados e discussões

Um dos componentes mais comuns utilizados para fazer o circuito oscilar é o transistor de unijunção (UJT), porém, na versão estudantil do Pspice não existe modelo para esse componente, então tivemos que utilizar um circuito equivalente para o semiconductor associando a dois transistores bipolares e escolhendo os parâmetros do circuito de forma particular.

Conseguimos simular e obtivemos a curva esperada. Feito isso, analisamos o circuito sob o ponto de vista da teoria das redes neurais pulsadas e, segundo a proposta de Hopfield, iniciamos o estudo da codificação do sinal, que foi dividido em três partes: A dependência da tensão de excitação e a frequência de oscilação do circuito, a análise da curva da fase e da amplitude da tensão do marca-passo biológico, por fim, confirmamos que podemos codificar os sinais de saída variando a tensão do marca-passo biológico ao invés de modificar a sua amplitude, que é, basicamente, a proposta de Hopfield.

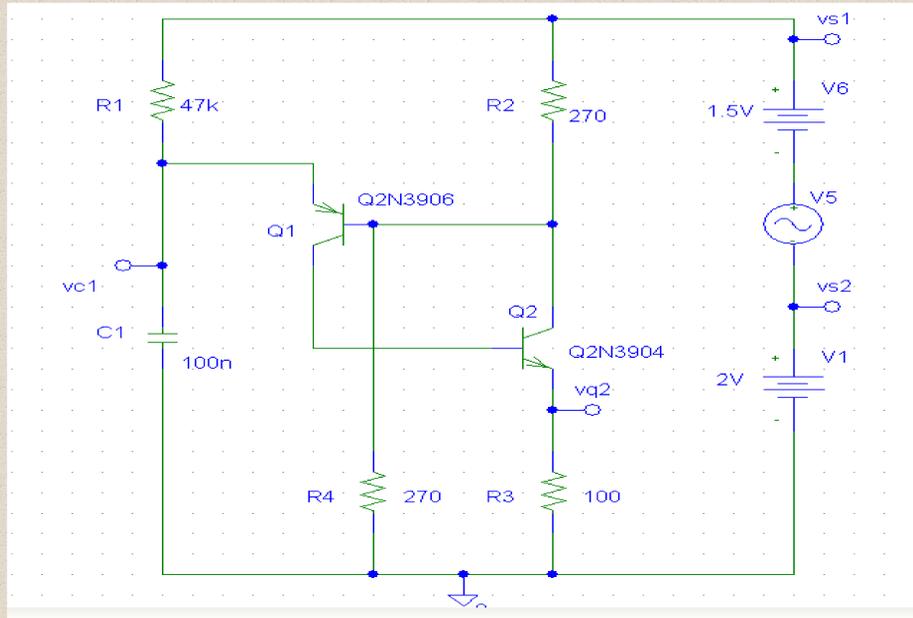


Figura 1: O Circuito Oscilador.

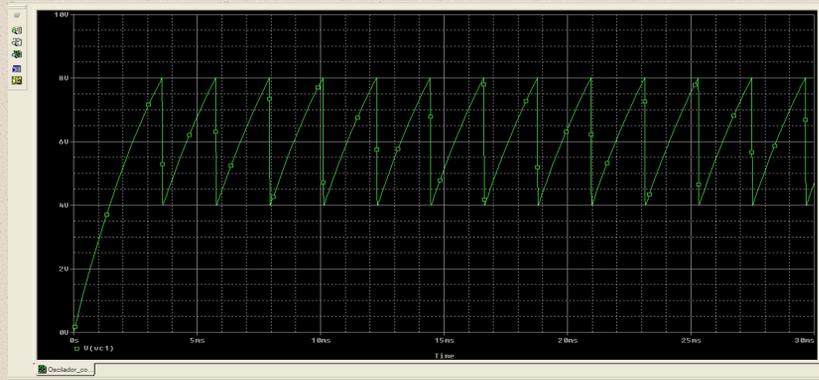


Figura 2: Gráfico Tensão x Tempo no capacitor.

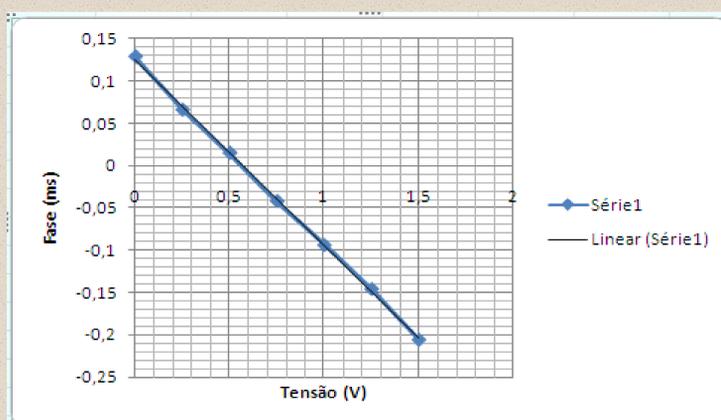


Figura 3: Gráfico Tensão x Fase da Onda senoidal.

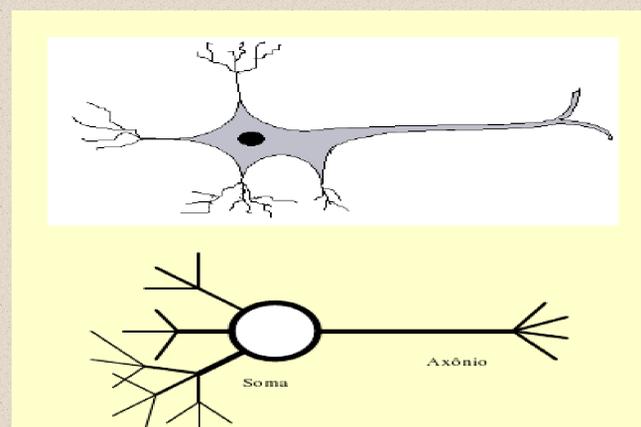


Figura 4: O neurônio biológico e o neurônio Artificial

Conclusões

Através de uma pequena variação de tensão DC no marca-passo biológico, conseguimos observar uma variação da fase de sincronização, e através disso poderíamos codificar informações utilizando o nosso circuito. Através do treinamento da rede neural poderíamos criar um sistema de reconhecimento de padrões. Tomemos como aplicação um reconhecedor de cores que consistiria em um sensor que envia um sinal elétrico em DC conforme a cor que ele “enxerga”. Esse sinal provocaria uma diferença na fase entre o sinal senoidal e o pulso, ou seja, o atraso de tempo que, após a rede neural ter sido treinada, pode ser usado como codificação para identificar qual foi a cor “vista”.

Agradecimentos

Agradecemos ao Professor Emilio Del Moral e ao seu orientado, Julio Saldaña, que contribuíram muito para a conclusão desse projeto.