

Análise de Circuito Eletrônico de Detecção e Acionamento de Cargas Elétricas Utilizando Ferramenta PSPICE

Elói Fonseca
Júlio César Lucchi
Wagner Chiepa Cunha

Instituto Tecnológico da Aeronáutica. ITA-CTA, Praça Mal. Eduardo Gomes, 50 – 12228-900, São José dos Campos, SP

Resumo — Análise das características de um circuito com a finalidade de realizar detecção e disparo de dispositivo eletricamente acionado (squib) obedecendo aos requisitos operacionais, utilizando como ferramenta o software PSPICE versão 9.1 student.

Palavras-chave — PSPICE, Análise, Modelo e Squib.

I. INTRODUÇÃO

Para a escolha adequada de um sistema de controle de cargas explosivas eletricamente ignitadas, a ser implantado ou desenvolvido para uma determinada aeronave, deve-se dispor de meios eficazes de acionamento elétrico, cumprindo as normas de segurança e confiabilidade previstas.

O objetivo deste trabalho é realizar análise das características do circuito eletrônico dedicado à detecção e acionamento de dispositivos eletricamente ignitadas (*squibs*).

II. DESCRIÇÃO:

O sistema desenvolvido deve ter a capacidade de detectar a presença dos acionadores elétricos (*squibs*) de forma segura e eficaz. Da mesma forma deve ser capaz de efetuar o acionamento dos mesmos com intervalos e seqüência adequados aos requisitos elétricos e condições de operação.

Através da utilização de microcontroladores no controle dos processos torna-se possível a implementação dos algoritmos necessários ao gerenciamento das tarefas, incluindo os protocolos de comunicação com sistemas externos, além de prover a flexibilidade adequada e adaptabilidade do sistema a modificações operacionais.

Desta forma, o circuito básico então deve ser acessível para comandos lógicos na entrada do sistema e fornecer as saídas necessárias de leitura e disparo, conforme a operação selecionada.

Optou-se por desenvolver o circuito em duas versões, as quais por chaveamento por relês podem ser utilizadas a partir da mesma porta de acionamento.

Elói Fonseca, eloi@ita.br, Tel. +55-12-3947-6897, Cel. +55-12-8139-3422, Programa de Pós-Graduação em Aplicações Operacionais - PPGAO, Júlio César Lucchi D.C., prof.julio@usjt.br, Wagner Chiepa Cunha D.C., chiepa@ita.br, Tel. +55-12-3947-5994, Instituto Tecnológico da Aeronáutica - Divisão de Eletrônica.

Os mesmos estão sendo mostrados na figura 1 (detecção) e na figura 2 (disparo).

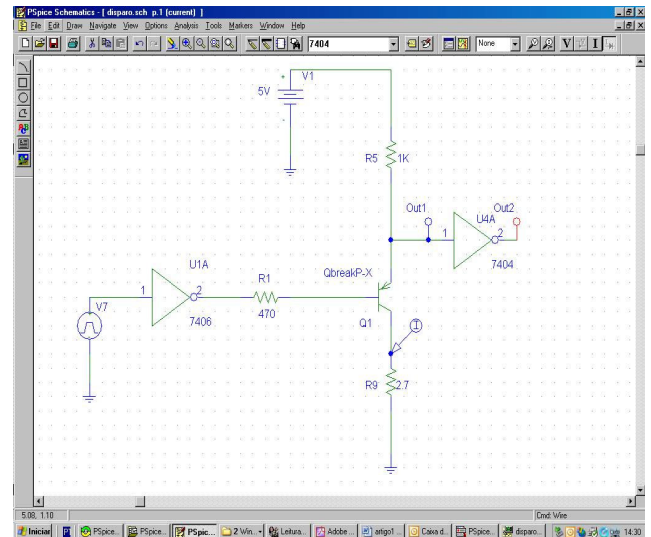


Fig. 1 Circuito para Detecção de Dispositivo (squib)

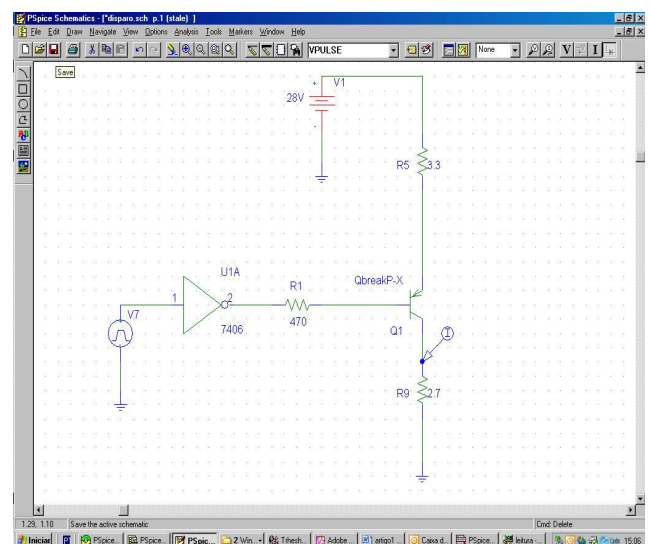


Fig. 2 Circuito para Acionamento do Dispositivo

O sistema utiliza um transistor PNP modelo TIP42C como dispositivo bipolo chaveador, o qual opera nas regiões de saturação e corte durante seu ciclo de trabalho. O acionamento é realizado através de um integrado modelo 7406, o qual é

construído como coletor aberto, aceitando fornecer até 64mA de corrente e até 30Volts na saída das portas inversoras do mesmo.

A resistência do acionador elétrico é tipicamente baixa, da ordem de 1 a 5 ohms, sendo arbitrada para os testes como 2.7 ohms.

Na configuração de detecção de cargas o circuito recebe a alimentação de 5 Volts, com limitação de corrente através de um resistor de 1K ohms, garantindo a margem de segurança na leitura do acionador elétrico (squib), quando selecionada a função de acionamento (disparo), a alimentação será de 28 Volts com resistor limitador de 3.3 ohms. A comutação dos circuitos ocorre automaticamente, a comando do microcontrolador que gerencia o processo, sendo também responsável pelo comando de disparo ou detecção dos acionadores elétricos (squibs).

As características do Modelo PSPICE do Transistor TIP42C foram obtidas com o fabricante Farchild, sendo apresentadas na tabela abaixo:

Modelo do transistor Q1 PNP		
Parâmetro	Parâmetro	Parâmetro
Is=66,19f	Xti=3	Eg=1,11
Vaf=100	Bf=5,88	Isc=273,5f
Nc=1,24	Ikr=3,555	Rc=79,39m
Cjc=870,4p	Mjc=0,6481	Vjc=0,75
Fc=0,5	Cje=390,1p	Mje=0,4343
Vje=0,75	Tr=235,4n	Tf=23,2n
Itf=71,33	Xtf=5,982	Vtf=10
Rb=0,1		

Tabela 1: Parâmetros do Modelo de Q1

III. ENSAIOS REALIZADOS

Foram realizadas simulações com a finalidade de traçar as curvas da resposta em função da variação linear do sinal de entrada de acionamento, a fim de confirmar os níveis de transição dos estados de corte e saturação.

Para este ensaio, foi substituída a fonte de sinal pulsado por uma fonte DC e utilizado o recurso de DC SWEEP, selecionando a variação da entrada entre 0 e 5 Volts, com passo de 0,01Volt, obtendo os seguintes gráficos de resposta das figuras 3 e 4.

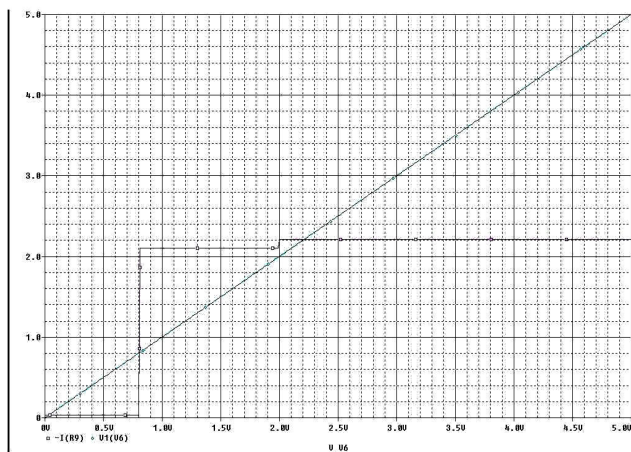


Fig. 3 Função de Transferência Sinal Entrada x Corrente Squib

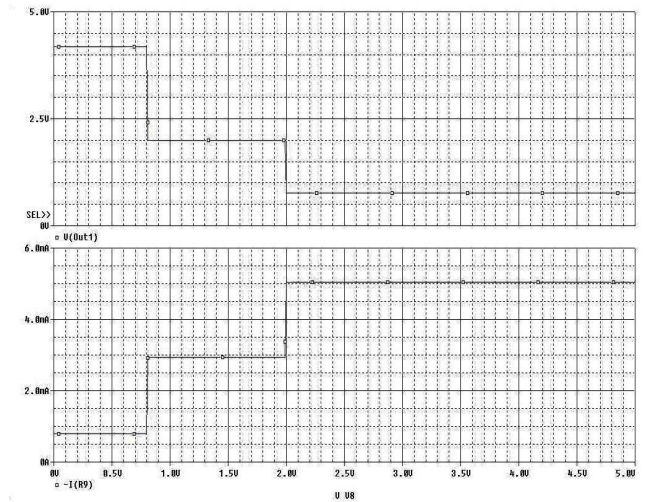


Fig. 4 Função Tensão Emissor Q1 x Corrente Squib

Após estes testes foram realizados ensaios de análise de transiente nas duas configurações, afim de determinar as características de corrente de base, tensão de sinal de comando e corrente do acionador elétrico, obtendo os seguintes resultados constantes nas figuras 5 e 6.

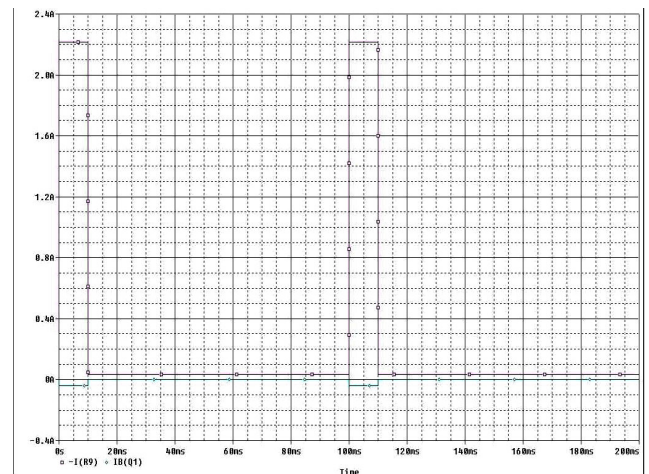


Fig. 5 Análise de Transiente da Corrente de Disparo x Corrente Base Q1

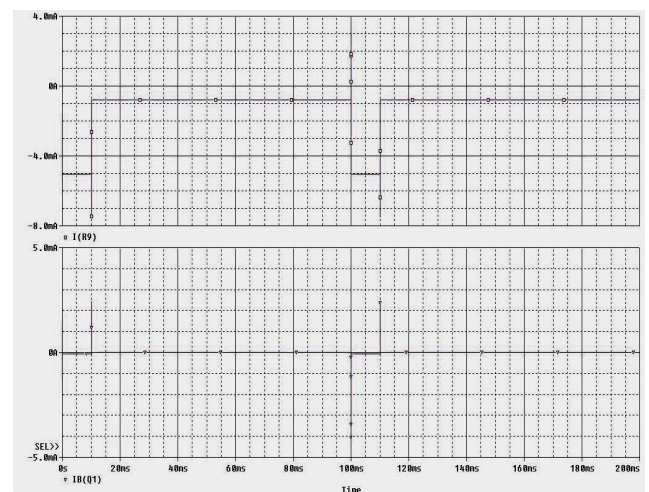


Fig. 6 Análise de Transiente da Corrente de Detecção x Corrente Base Q1

IV RESULTADOS E OBSERVAÇÕES

A avaliação utilizando os recursos do PSPICE 9.1 permitiu obter os valores de operação do sistema, onde os níveis do sinal de entrada adequados ao acionamento serão como na tabela 2:

Nível	Mínimo	Máximo
0 - Inativo	0 Volts	0,7 Volts
1 - Ativado	2,0 Volts	5 Volts

Tabela 2: Níveis sinal de comando

Os valores obtidos nos processos de detecção e acionamento dos squibs estão demonstrados na tabela 3:

Sinal	Deteção	Disparo
Corrente Base Q1	<0,2mA	45mA
Corrente Coletor Q1	5mA	2,22A
Tensão Base Q1	>2,5V	>2,5V
Tensão Emissor Q1 Com Squib	4,2V	20,5V
Tensão Emissor Q1 Sem Squib	5V	28V

Tabela 3: Níveis sinal de acionamento

Os resultados obtidos foram comparados com valores experimentais obtidos em experimentos reais realizados anteriormente, durante período de pesquisa operacional, sendo coerentes com as medidas aqui simuladas.

O estudo confirmou os dados obtidos empiricamente em laboratório nos testes de tecnologia em processos de reconhecimento de presença de acionadores elétricos (*squibs*) e acionamento dos mesmos, seguindo os procedimentos cabíveis de segurança.

A partir da elaboração de modelos de descrição em ferramentas de análise de circuitos como o SPICE, a análise dos requisitos de segurança e efetividade destes processos pode ser direcionada para obter processos compatíveis com a confiabilidade e eficácia desejadas.

V. CONCLUSÃO.

A tecnologia aplicada a sistemas de acionamento de cargas eletricamente ignitadas constitui fator preponderante aos interesses da defesa nacional. O desenvolvimento de conhecimento nesta área é extremamente relevante, tanto para implementação de sistemas, como para permitir a avaliação dos sistemas já adquiridos ou em processo de aquisição.

A utilização das ferramentas do PSPICE na análise de circuitos elaborados mostrou-se extremamente eficaz, dadas as considerações devidas às imperfeições do macro modelo das portas lógicas, porém não comprometendo os resultados analisados no fim a que se destinam.

A grande vantagem foi poder confrontar os resultados obtidos na análise de segurança e níveis de acionamento adequados com os valores obtidos experimentalmente, sendo que as características do modelo do transistor TIP42C foram obtidos junto ao fabricante Fairchild, a partir de consulta ao site do mesmo, bem como

os parâmetros de simulação dos circuitos integrados lógicos 7406 e 7404 que foram fornecidos em arquivos cedidos pelo Albuquerque Design Center da Philips Semiconductors, desta forma foi possível aproximar o modelo de representação dos padrões de resposta esperados nos componentes reais.

O estudo então realizado irá compor parte de uma pesquisa que visa obter a implementação, utilizando linguagem de descrição de circuitos (VHDL), de sistemas programáveis de acionamento de cargas eletricamente ignitáveis (*squibs*) para aplicações nas áreas de autodefesa e armamento em geral. Uma proposta alternativa de aplicação seria o emprego em apoio a atividades civis que envolvam processos de detonação de explosivos, como mineração e construção civil.

REFERÊNCIAS

- [1] Filippo Neri, "On Introduction to Electronic Defense Systems", 2nd ed Artech House, pp. 373-484, Outubro 2001.
- [2] Jacob Millman, Ph.D., "Eletrônica Dispositivos e Circuitos", volume 1 McGraw-Hill, 1981
- [3] Rodrigo Cutri, "PSPICE – Simulação de Circuitos Analógicos e Digitais" Livraria Esquadro LTDA 2003.
- [4] Jeffrey A. West, "Design Guide for SPICE Simulation of Philips Bipolar Logic" Philips Semiconductor 1992.
- [5] John O'Malley, Ph.D., "Schaum's Outlines of Theory and Problems of Basic Circuit Analysis" 2nd ed, McGraw-Hill, 1992.
- [6] <http://www.fairchild.com>