

# SENSOR CAPACITIVO BASEADO NO MÉTODO DE RECONHECIMENTO DO TOQUE POR DIVISOR DE TENSÃO

**Autores:** *Rafael Sanhotene Silva*  
*Jorge Johanny Sáenz Noval*  
*Santa Maria Design House*

## INTRODUÇÃO

Esta nota de aplicação descreve um método alternativo para detecção da presença de toque chamado de Divisor de Tensão Capacitivo. Utilizando apenas o conversor A/D presente no microcontrolador **ZR16S08** é possível implementar uma técnica que seja capaz de detectar a presença de toque.

O princípio utilizado é bastante simples, e pode ser aplicado em uma vasta gama de dispositivos.

## PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

A construção do sensor é a mesma utilizada pela maioria dos circuitos transdutores para detecção. Um sensor para detecção de toque é definido por uma área de cobre sobre uma PCB ou uma superfície de material condutivo com sensibilidade ao dedo humano. Com o uso desta técnica, o sensor capacitivo é diretamente conectado a um canal do conversor A/D. O restante do processo é realizado por meio da configuração do conversor em conjunto com combinações atribuídas aos pinos de I/O durante o processo de reconhecimento do toque.

Para validação do método proposto são necessários dois canais do conversor A/D de 10 bits. Ambos os canais devem ser utilizados como sensores, um para amostrar a tensão de referência ( $V_{DD}$ ) e outro para o sensor capacitivo. A detecção do toque é realizada da seguinte maneira: Utilizando um dos pinos analógicos disponíveis no **ZR16S08**, como exemplo o pino **EA0** para a tensão de referência, inicia-se então o processo de conversão do canal, mantendo-se outro pino, **EA1** ligado a **GND**, em seguida a conversão do canal conectado ao pino **EA1** é convertido de forma a estabelecer um divisor de tensão. Desta forma, quando há um toque, o valor de tensão convertido pelo sensor capacitivo diminui e pode-se detectar sua presença. Enquanto os sensores estão sendo processados, um canal deve permanecer em tensão de referência  $V_{DD}$  e o outro em **GND**.

## ETAPAS PARA DETECÇÃO DO TOQUE

A seguir são descritas as etapas do processo de detecção do toque:

1. O pino conectado a tensão de referência ( $V_{DD}$ ) é colocado como entrada analógica;
2. É iniciada a conversão do ADC configurando como entrada o pino do **item 1.** ;
3. O pino **EA1** no qual está ligado o sensor capacitivo é configurado como saída

digital, ou “0” lógico;

4. Uma nova conversão é então realizada, configurando como entrada analógica o pino **EA1** referente ao sensor capacitivo.

5. Durante o processo de conversão apresentado pelo **item 4**, um divisor de tensão é formado entre as capacitâncias do sensor, do PAD e do capacitor amostragem do conversor A/D.

7. O valor da tensão de saída do divisor será então amostrado pelo conversor. Quando ocorre a detecção do toque, a capacitância total aumenta e a tensão amostrada pelo conversor diminui.

## DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE DETECÇÃO DO TOQUE

Como primeiro passo para verificação da técnica, configura-se o pino **EA0** como entrada analógica de forma a carregar a capacitância de amostragem interna com um valor de referência, no caso **3,3V**. Para isso, o usuário seleciona o canal do ADC amostrando a tensão conforme ilustra a **Figura 1.1**.

Após esta etapa, configura-se como saída o pino referente a capacitância a qual emula a presença do toque humano,. Neste ponto, a tensão do capacitor sensor

é descarregada para terra (**GND**), simultaneamente em que o capacitor de amostragem continua sendo carregado.

Tendo como situação, o capacitor de amostragem carregado com um valor de referência (**3,3V**) e o capacitor sensor completamente descarregado (ligado a terra). Nesta terceira etapa configura-se o sensor capacitivo trocando o canal **EA0** para **EA1**. Desta forma, o sensor capacitivo forma um divisor de tensão com o capacitor de amostragem interno do microcontrolador e o PAD de entrada do conversor A/D.

Por fim, realiza-se a conversão da tensão apresentada pelo capacitor de amostragem do conversor A/D. Pode-se observar através da **Figura 1.2** que a presença de toque induz um aumento da capacitância de entrada (**EA1**), diminuindo substancialmente a tensão amostrada na saída do conversor A/D.

De forma a ilustrar os sinais obtidos durante o processo, a **Figura 1.3** demonstra os aspectos mais relevantes e os quais permitem validar a técnica proposta.

Os principais sinais sumarizados no diagrama são:

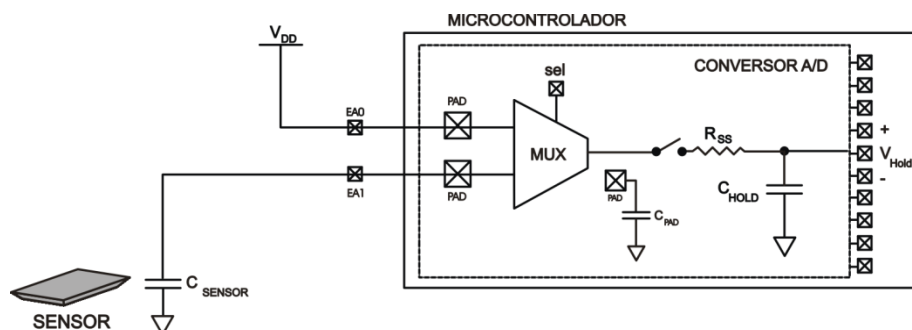


Figura 1.1: Técnica por medição do divisor de tensão capacitivo

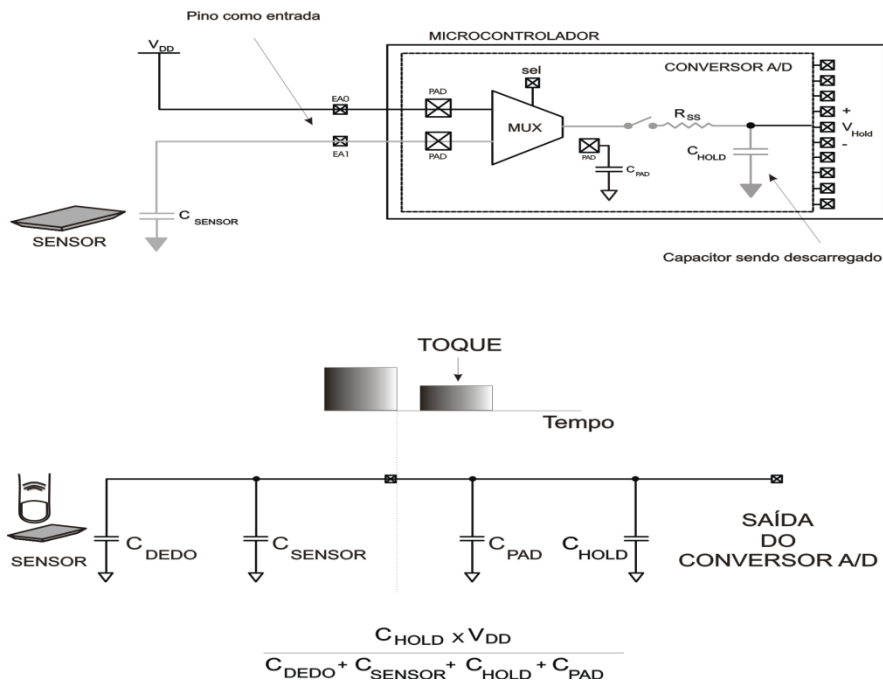


Figura 1.2: Princípio da medição do toque utilizando a técnica proposta 3 que  $V_{Hold}$

- **SOC:** sinal que corresponde ao início da conversão de um canal;
- **EA0:** Sinal de tensão que sinaliza a entrada analógica com a tensão de referência;
- **EA1:** Sinal de tensão correspondente a entrada analógica 1 - tensão do sensor capacitivo;
- **$V_{Hold}$ :** Sinal de tensão apresentado pelo capacitor de amostragem após a detecção do toque;

sobe para nível alto quando a tensão de referência é amostrada e fica em nível baixo quando um divisor de tensão é estabelecido entre as capacitâncias  $C_{SENSOR}$  e  $C_{HOLD}$ .

Outro modo de comprovar a validade da proposta de detecção por divisor de tensão é realizar um teste de varredura na capacitância de entrada. Deste modo, foi realizado um teste com o valor parametrizado da capacitância de entrada, analisando respectivamente a resposta do circuito em regime transiente.

A Figura 1.4 ilustra a variação de tensão com o aumento da capacitância inserida na entrada EA1.

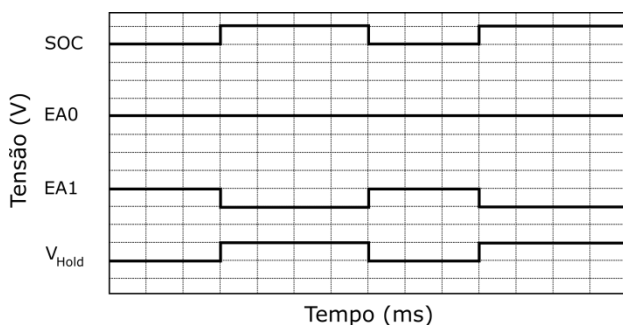
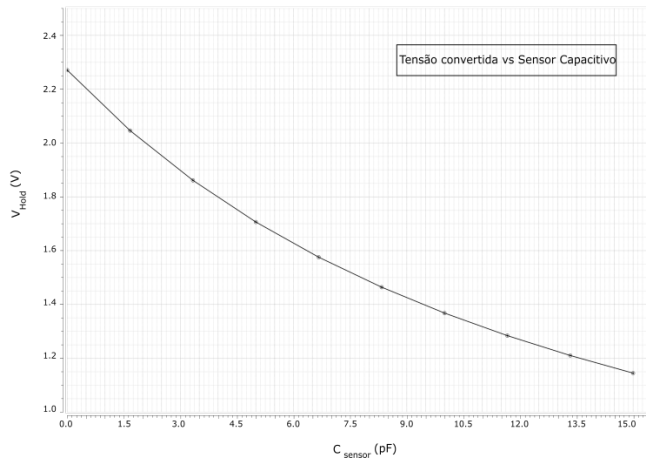


Figura 1.3: Sinais do teste para validação da técnica



**Figura 1.4: Variação da tensão medida com a capacitância de entrada**

Verifica-se através deste teste que a tensão apresentada pelo capacitor de amostragem diminui conforme se aumenta o valor da capacitância adicionada. A variação de tensão quando ocorre o toque no sensor é correspondente a 80 palavras digitais, ficando bastante claro o desempenho proposto pelo uso da técnica.

Além do mais, a medição da razão sinal ruído (**SNR**) pode ser facilmente obtida medindo-se as variações de tensão quando há e quando não há presença de toque a cada amostragem.

## VANTAGENS DO MÉTODO PROPOSTO

Dentre benefícios proporcionados pelo uso

desta técnica estão:

- Redução de pinos de entrada analógica utilizado por parte do microcontrolador;
- Sem necessidade do uso de periféricos externos ou internos ao *chip*;
- Baixo consumo;
- Pode ser utilizado em uma gama de aplicações;

## CONCLUSÃO

Esta nota de aplicação demonstrou o uso de uma técnica alternativa na detecção da presença de toque em circuitos capacitivos. Por meio de simulações foram validadas as características da proposta utilizando o microcontrolador **ZR16S08**.