

De PICkit 2 debug express van Microchip is een klein ontwikkelsysteem met een doelprint/demonstratiekaart en een debugger voor het opsporen van programmeerfouten. Dit is alles wat nodig is om een klein project vanaf de grond op te zetten.

Het hier gepresenteerde ontwerp is een capacitieve schakelaar waarbij slechts enkele passieve componenten nodig zijn.

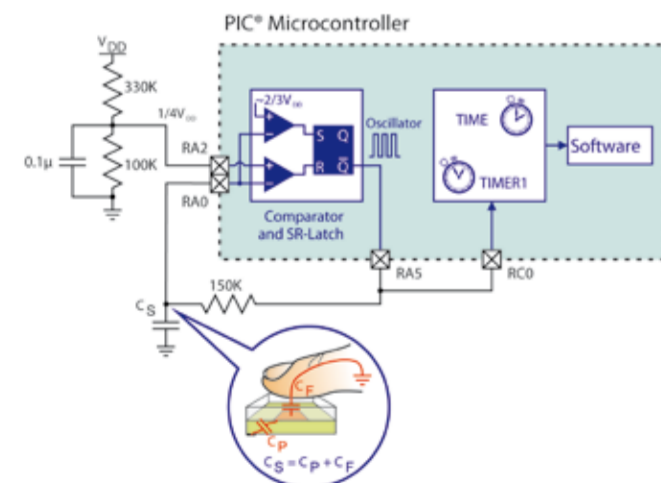
# Bouw een capacitieve schakelaar met de PICkit 2 Debug Express van Microchip



De schakelaar is geïmplementeerd met de mTouch-technologie van Microchip. Hiervoor biedt Microchip een aantal verschillende hardware-oplossingen die zijn gericht op allerlei toepassingen, vanaf een simpel enkelknopontwerp met de kleine PIC10F, via het middenbereik met omvangrijker periferie tot aan de serie MCU's met de PIC24FJ. Het ontwerp dat hier wordt voorgesteld, is opgezet rond de PIC16F887 die zich op de ontwikkelkaart bevindt.

## mTouch

De zogenaamde mTouch Sensing Solution van Microchip is een aanraakgevoelige schakeling die is gebaseerd op capaciteitsveranderingen. Veel moderne toepassingen implementeren capacitieve bediening om een product een gladde, esthetische en professionele uitstraling te geven. Het principe van capacitieve bediening is weergegeven in figuur 1. Een gebruiker raakt met zijn vinger het aanraakgevoelige oppervlak aan, waardoor er een grotere capaciteit aan het systeem wordt toegevoerd. Deze capaciteit wordt gedetecteerd via de PIC-microcontroller en de toegevoegde schakeling en software detecteren dat er op de schakelaar wordt gedrukt.

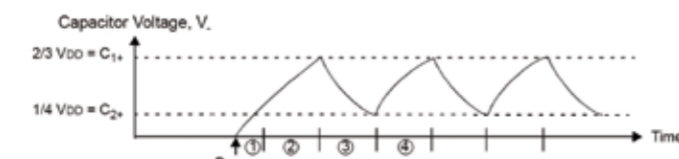


Figuur 1: Principe van de capacitieve schakelaar met de schakeling rond de mTouch-oscillator.

De PIC16F887 bevat als periferie een spanningvergelijker (comparator) met een SR-flipflop. De capacitieve mTouch-oplossing implementeert de capaciteit van de aanraak-schakelaar als een frequentiebepalend element in een relaxatie-oscillator. De frequentie van de oscillator wordt dan gemeten en elke wijziging ten gevolge van de aanraking door de gebruiker wordt gedetecteerd en verwerkt via de software. Figuur 1 toont het schema van de oscillator/timer dat wordt gebruikt met de sensorcapaciteit.

De relaxatie-oscillator is een vrijlopende RC-oscillator, waarbij de beide spanningvergelijkers samen met een SR-flipflop worden gebruikt om de ladingsrichting te veranderen en daarmee de spanning van de aanraakgevoelige capaciteit, op en neer. Hierbij wordt de condensator geladen en ontladen met een snelheid die wordt bepaald door een RC-tijdconstante. Het laden vindt plaats tussen de bovenste en onderste grenswaarden die worden bepaald door de positieve spanningen op de ingangen van de spanningvergelijkers. De bovengrens is intern vastgelegd, maar de ondergrens moet extern worden ingesteld. Een eenvoudige weerstand-spanningsdeler met een ont koppelcondensator van 100 nF klaart deze klus. De condensator van 100 nF dient hier om de HF-ruis van de voedingspanning te onderdrukken en zorgt tevens voor een stabiele ondergrenswaarde.

De spanning over de aanraakgevoelige condensator wordt tussen deze grenzen geladen en ontladen en wordt gestuurd door de logische niveaus op RA5. Deze inverterende uitgang van de SR-flipflop levert het juiste gedrag voor het laden en ontladen. De terugkoppelweerstand vormt de RC-combinatie samen met de sensorplaat die wordt aangeduid als Cs. Als de spanning over condensator Cs lager is dan de onderste grenswaarde wordt RA5 hoog en begint het systeem met het laden. Tussen deze grenswaarden zal het systeem de laatste toestand vasthouden (laden of ontladen). Als de spanning de bovenste grenswaarde overschrijft, gaat RA5 laag en begint het systeem te ontladen, totdat de onderste grenswaarde weer is bereikt, enzovoort. Een illustratie van de laad- en ontladcycli is weergegeven in figuur 2. De stand van de inverterende uitgang Q van de flipflop en de laad- of ontladtoestand die deze vertegenwoordigt, wordt bepaald door de relatieve waarden van de negatieve ingang ten opzichte van de positieve ingang van elke spanningvergelijker en het schakelen van de SR-flipflop.

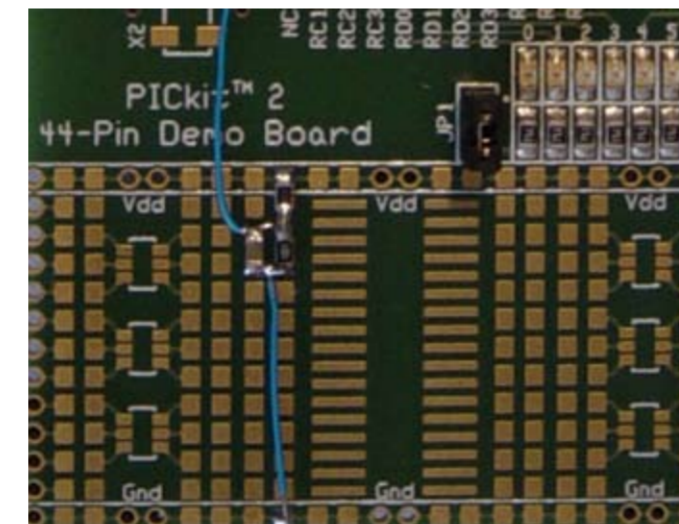


Figuur 2: De laad- en ontladcycli van de aanraakgevoelige schakelaar.

## Opbouw van de schakeling

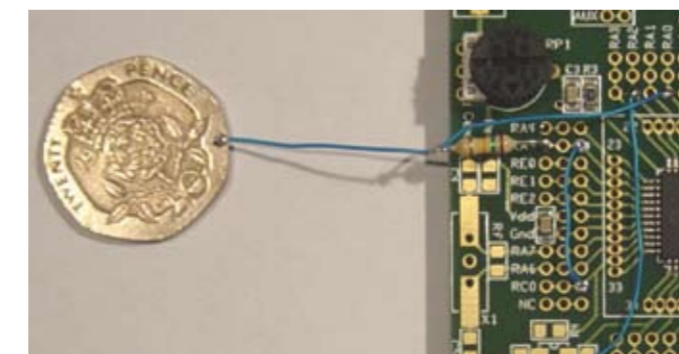
De schakeling kan in enkele minuten worden gebouwd. De auteur heeft gebruik gemaakt van twee weerstanden voor

oppervlaktemontage en een condensator om de spanning voor de onderste grenswaarde vast te leggen. De componenten zijn gesoldeerd op het prototypegedeelte van de demonstratiekaart, zie figuur 3. Via een stukje montage-draad wordt de spanning toegevoerd aan RA2 van de PIC-microcontroller.



Figuur 3: Componenten van de spanningsdeler voor het instellen van de ondergrens.

Bij het ontwerpen van een capacitieve drukknop is de vorm minder van belang. Wat telt is het oppervlak dat wordt aangeraakt. Een groter oppervlak kan beter worden gedetecteerd en verhoogt de gevoeligheid. De auteur heeft hier gekozen voor een munt, zie figuur 4, maar elk ander metalen oppervlak zal werken.



Figuur 4: Hier doet een munt dienst als mTouch aanraakvlak.

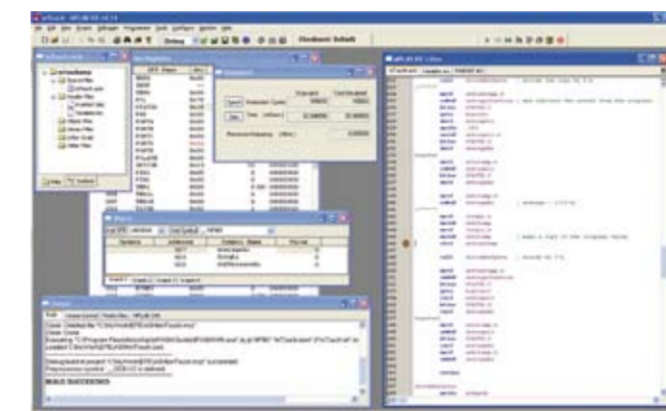
Hier wordt een weerstand van 150 kΩ gebruikt voor het laden en ontladen. De waarde van de weerstand en de capaciteit van het aanraakvlak bepalen de oscillatorfrequentie. Elke frequentie binnen een bereik van 100...400

kHz zal werken. De exacte frequentie is niet belangrijk, maar een hoge frequentie levert meer telimpulsen op in het meetproces en een betere resolutie dan een lage frequentie.

De laatste stap is het aansluiten van de uitgang van de oscillator op timer 1, zodat de software de frequentie kan meten. Er is nog een stukje draad nodig om RA5 aan te sluiten op pin RCO/TICK1 van de PIC-microcontroller. De laatste draad die moet worden gesoldeerd, loopt van het knooppunt van de RC-combinatie (munt/weerstand) naar de spanningvergelijkermodule (RA0). Verwijder R3 van de kaart, zodat deze de potentiometer RPI op de kaart buiten werking stelt, zie figuur 4.

## Software

Nadat de schakeling is gebouwd, blijft het implementeren van de code (het schrijven van het programma) nog over. Het programma is geschreven in machinetaal en kan met behulp van MPLAB worden gecompileerd, zie figuur 5. De laatste versie van MPLAB kan gratis worden binnengehaald via de website van Microchip.



Figuur 5: De geïntegreerde ontwikkelomgeving MPLAB van Microchip met het programma in machinetaal en enkele ingemonteerde vensters.

De eerste stap is het initialiseren van de spanningvergelijker (comparator). De betreffende registers worden ingesteld

in de subroutine Init. Zodra de oscillator werkt, moet de frequentie worden gemeten om een frequentieverlaging vast te kunnen stellen als de munt met de vinger wordt aangeraakt. Elke keer dat RA5 (C2OUT) verandert van een lage (logisch 0) in een hoge (logisch 1) toestand wordt timer 1 opgehoogd. Er wordt een vaste tijdbasis gebruikt om de frequentie te meten over een vastgestelde periode. Timer 0 voorziet in deze vaste periode. Bij het starten van de meting wordt timer 0 gewist en deze telt tot 255 waarna deze overloopt. Op deze zogenaamde overflow zorgt deze interrupt van timer 0, aangeduid met T0IF er voor dat het programma naar de interrupt-serviceroutine springt. De waarde van TMR1 wordt dan gelezen en vergeleken met de voorafgaande uitlezingen. Als de actuele waarde van TMR1 belangrijk lager is, dan is de capaciteit toegenomen en is het aanraken van de knop/munt gedetecteerd. De LED's die zijn aangesloten op poort E zullen oplichten. De nieuwe waarde wordt gemiddeld in een lopend gemiddelde dat de basis vormt voor de vergelijking. Aan het eind van de interrupt-serviceroutine, zodra alle taken die te maken hebben met het aanraken van de knop zijn voltooid, worden zowel timer 1 als timer 0 gewist en opnieuw gestart voor de volgende uitlezing.

Zie ook de speciale aanbieding van Microchip om van start te kunnen gaan met een eigen ontwerp.

## Aanvullende informatie

Nadere informatie over mTouch is beschikbaar op de website van Microchip, zie [www.microchip.com/mtouch](http://www.microchip.com/mtouch) en bestaat uit schema's, toepassingsberichten, handboeken, eLearning, een ontwerp hulpmiddel, gratis (subroutine)bibliotheken en diagnostische software en aanbevolen producten. Voor ontwerpers die dieper in deze materie willen duiken, staan drie mTouch ontwikkelsystemen ter beschikking, zie hieronder.

Als onderdeel van de PICDEM Touch Sense demonstratiekaart, biedt de vrij van rechten te gebruiken mTouch software ontwikkelkit het op Windows gebaseerde mTouch

diagnostische hulpmiddel dat voorziet in een grafische gebruikersinterface voor het in 'real-time' analyseren van de informatie.

**PICDEM Touch Sense 1 Development Kit - DM164125**  
Deze kit demonstreert de aanraakgevoelige technologie en maakt gebruik van knoppen en schuifregelaars en de 8-bit PIC16F microcontroller met SR-flipflopmodule, inclusief de PICkit seriële analyser.

**PICDEM Touch Sense 2 Development Kit - DM164128**  
Deze kit demonstreert de aanraakgevoelige technologie en maakt gebruik van de serie 16-bit PIC24F microcontrollers met charge time measurements unit (CTMU).

**PIC24F Starter Kit - DM240011**  
Deze goedkope kit bevat een demonstratiekaart, de MPLAB geïntegreerde ontwikkelomgeving, de MPLAB C30 C-compiler en alles wat nodig is om een aanraakgevoelige applicatie te kunnen ontwerpen. De kit bevat een geïntegreerde in-circuit debugger en programmer, USB apparaat- en PC-connectoren, driekleuren-LED, capacitief aanraakgevoelig bedieningspaneel en een OLED-uitteensvenster. De menu-gestuurde demonstratiesoftware ondersteunt gegevensregistratie, vingerbediening en grafische toepassingen voor het testen van de PIC24F microcontroller.

Auteur: Marcel Flipse, Microchip Technology  
Vertaling/bewerking: Johan Smilde, Copytronics