

Developer's Zone

tips & trucs, vakkunstigheden en andere nuttige informatie

Clemens Valens (Elektor Labs)

VAN IDEE NAAR PRODUCT – DEEL 6

In de vorige aflevering bereikte het elektronicagedeelte van ons nieuwe product de productiefase en nu hebt u een stapel printen ontvangen. Het wordt tijd om te controleren of ze doen wat ze moeten doen – er moet dus getest worden. Maar hoe doet u dat? Gelukkig hebt u over deze lastige materie nagedacht voordat u met de productie begon; u bent dus goed voorbereid.



WAT MOET ER GETEST WORDEN?

Idealiter moet elke functie, moet elk feature van het board worden getest. Hoe? Hoe definieert u een test? Gaat u elk board testen? Wilt u dat automatiseren? Kan dat? Zou geautomatiseerd testen mogelijk zijn geweest als u er in een eerder stadium van het productontwerp al aan had gedacht? Au – was dat een gevoelige plek?

INGEBOUWDE TESTS

Het ideale board kan zich helemaal zelf testen dankzij ingebouwde tests (*Built-in Tests*, BIT's). Maar zelfs als dat mogelijk is, moet de testprocedure worden geactiveerd en moeten de resultaten worden geïnterpreteerd, en op de een of andere manier moeten de defecte boards worden gescheiden van de goede. Een ingebouwde test kan in software worden geïmplementeerd (vergeet niet om de test te testen!), maar niet elk board heeft software aan board, en software kan niet alles testen. Een testroutine die alle pixels of segmenten van een display doorloopt is leuk, maar is nutteloos zonder waarnemer. Filosofisch uitgedrukt: 'Als een boom in een bos omvalt en niemand in de buurt is om dat te horen, maakt hij dan geluid?'

TERUG NAAR DE TEKENTAFEL

Daar komen we in deze serie telkens weer op terug: steeds wanneer u denkt een stap vooruit te zetten, komt u weer bij de specificatiefase van het product uit. Dat is hier niet anders. Het testen van het board moet deel uitmaken van de ontwerpspecificaties. Als u vanaf het begin aan testen denkt, dan kunt u het ontwerp zo aanpassen om dat zo gemakkelijk en volledig mogelijk te maken. Vergeet nooit dat testen uiteindelijk wordt uitgevoerd door mensen of machines die hoegenaamd geen kennis hebben van het te testen apparaat (*Device Under Test*, DUT). En daarom: hoe eenvoudiger de testprocedure, des te beter.

TESTCONNECTOREN EN TESTPUNTEN

Het toevoegen van een testconnector aan het board is een mogelijke oplossing. JTAG bijvoorbeeld is een populaire methode voor het testen van de verbindingen tussen logische componenten zoals microcontrollers en FPGA's en de printplaat, en ook tussen de componenten onderling. Een testconnector kan in- en uitgangen toegankelijk maken (analoog, digitaal of beide) die kunnen worden aangestuurd en uitgelezen door een tester – mens of machine. De tester kan toetsaanslagen simuleren en de corresponderende uitgang controleren. Dat zegt echter niets over de toets zelf, of die aanwezig is en werkt. Ook neemt een testconnector kostbare ruimte in beslag (*board real estate*) en kost hij geld, nog afgezien van de extra componenten die nodig zijn om hem te laten functioneren. Om dit te omzeilen, gebruiken ontwerpers in plaats daarvan vaak testpunten. Oscilloscopen en dergelijke instrumenten kunnen worden geprogrammeerd om te controleren of (complexe) signalen op die testpunten binnen bepaalde grenzen blijven. Voordelen zijn natuurlijk de kleine afmetingen van de testpunten en de mogelijkheid die bijna overal te plaatsen, maar er is een speciale testmal nodig voor de aansluiting van de instrumenten, en die moet worden ontwikkeld en getest. Ook moeten de testinstrumenten worden geprogrammeerd. Dat alles kost tijd en geld.



Dankzij goede testprocedures kunt u op een tropisch strand van uw succes genieten.

ONTWERP EEN UITGEBREIDE TESTPROCEDURE

Ongeacht hoe het testen wordt geïmplementeerd, moet er een duidelijke testprocedure worden gedefinieerd die resulteert in een betrouwbare goed/niet goed-beslissing. De procedure moet elk aspect van het board bestrijken en moet zo gemakkelijk mogelijk te implementeren, te begrijpen en uit te voeren zijn – vooral wanneer de geproduceerde aantallen toenemen. Het ontwerpen van zo'n procedure is niet iets dat lichtvaardig moet worden opgevat. Zoals al opgemerkt moet de test door een niet speciaal opgeleide persoon kunnen worden uitgevoerd, niet alleen om de kosten laag te houden maar ook om het risico van vergissingen en fouten tijdens het testen te minimaliseren.



De testmethode hangt niet alleen af van het aantal te testen producten.

CONFORMITEITSTEST

U moet ook conformiteitstests (*compliance tests*) voorbereiden en uitvoeren. Dit is gemakkelijker in die zin dat u zelf geen testprocedures hoeft te bedenken, aangezien deze zijn vastgesteld door de autoriteiten (hoewel u de testinstantie misschien moet vertellen hoe u product correct wordt behandeld), maar het kan moeilijk zijn om uw product aan de eisen te laten voldoen. Ook dit kost tijd en geld. U moet niet alleen betalen voor de conformiteitstest zelf, u moet ook iemand betalen die uitzoekt welke normen in welk land voor uw product van toepassing zijn, en wat de implicaties daarvan zijn voor uw product. Het kan interessant zijn om in *pre-compliance* testtools te investeren, zodat u potentiële problemen vroegtijdig kunt ontdekken en oplossen. En ten overvloede: u had zich moeten voorbereiden op die conformiteitstests voordat u serieus geld aan uw product ging uitgeven.

DUURZAAMHEIDSTEST

Het testen van de goede werking is goed, maar misschien niet goed genoeg. Denk ook aan duurzaamheidstests. U hoeft dit niet voor elk board te doen, maar het is een goede gewoonte om van elke batch een paar monsters te nemen, deze visueel grondig te inspecteren en ze in een klimaatkamer aan temperatuurcycli en vochtigheidstests te onderwerpen. Overleven ze dat? Afhankelijk van de toepassing van het eindproduct zijn mogelijk ook andere duurzaamheidstests zoals val- en schoktests nodig.

FEEDBACK IS BELANGRIJK

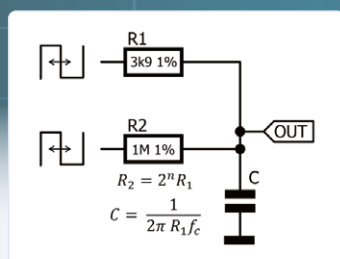
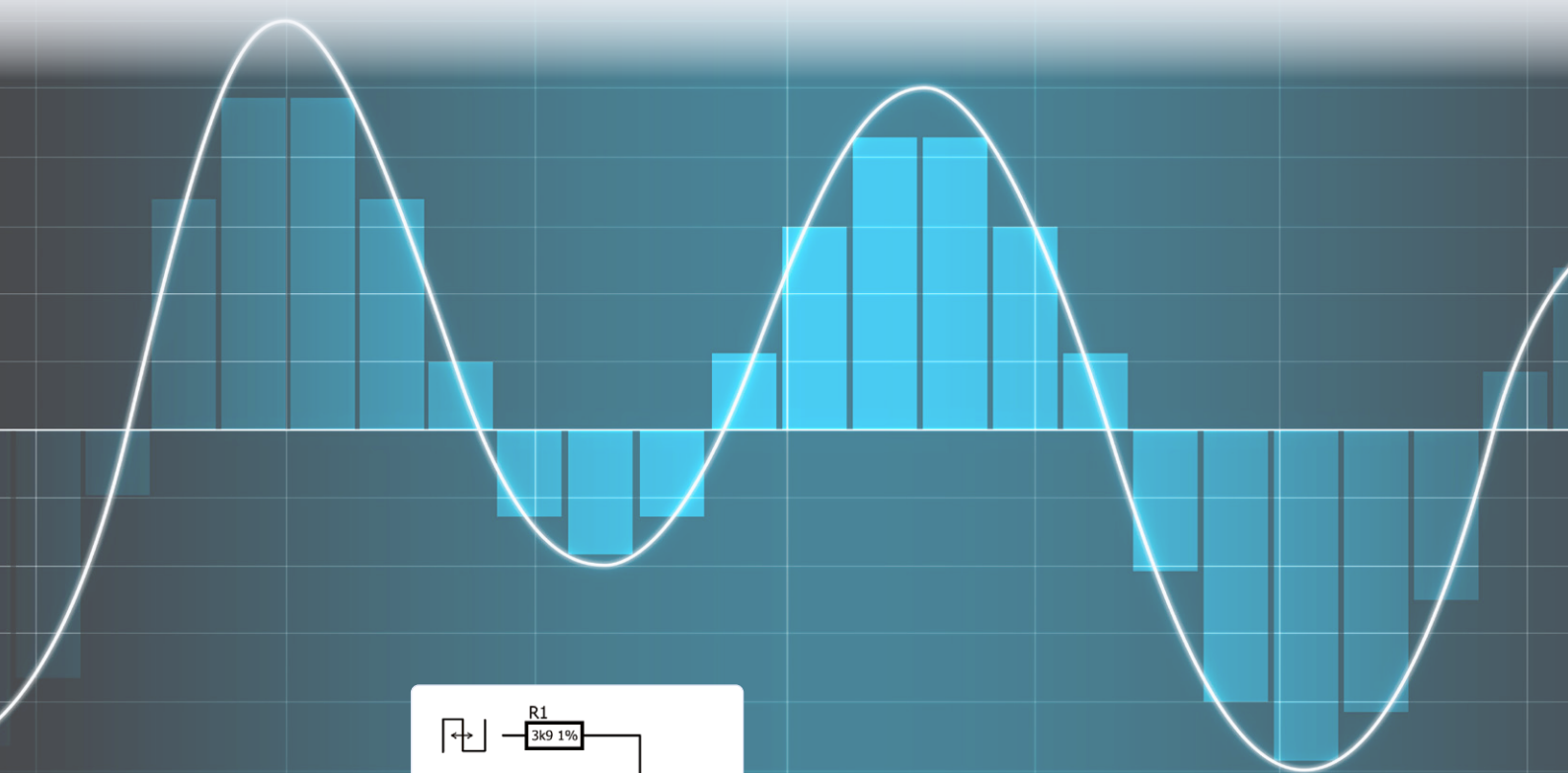
Het is ook een goede gewoonte om te luisteren naar de feedback van de mensen die de door u opgegeven tests uitvoeren, omdat het board zo verbeterd kan worden. Dit kan bijvoorbeeld resulteren in een betere kwaliteit en dito gebruikerservaring, minder retouren, goedkopere productie en/of sneller testen.

TESTEN KOST GELD

Aangezien het bedenken, implementeren en uitvoeren van goede testprocedures een integraal onderdeel is van het ontwerpen en vervaardigen van een product, kost het tijd en moeite en dus geld. Tenzij u in een perfecte wereld leeft, zal dit testen ook een stroom defecte boards opleveren. Die kunnen worden weggegooid, of u kunt proberen ze te repareren. Maar wat u ook doet, ook hier hangt een prijskaartje aan. De enige manier om deze kosten te reduceren, is verbetering van de kwaliteit van uw board en van de manier waarop het wordt geproduceerd. Dit is waar *quality engineers* op het toneel verschijnen. Als u probeert het aantal defecte producten te verlagen door de testprocedure te vereenvoudigen, krijgt u daarvoor later de rekening gepresenteerd (trefwoord *aftersales*). En daar gaat het nou net om bij dat testen: het vermijden van ontevreden klanten die klagen over het product en dit retourneren, en uw reputatie door het slijk halen. Uiteindelijk is het afhandelen van *aftersales* veel duurder dan het meteen goed proberen te doen. Het kan u zelfs de kop kosten.

Dual PWM

verbetert de kwaliteit van 8-bit audio



Een digitaal/analoog-omzetter (DAC) zet digitale waarden of getallen om in een analoge spanning die evenredig is met de digitale ingangswaarde. De uitgangsmoeder wordt bepaald door het aantal bits dat de DAC kan verwerken – zeg maar de woordbreedte. Om de resolutie te vergroten kunt u natuurlijk een DAC nemen met een grotere woordbreedte. Een andere oplossing is om twee DAC's met lage resolutie parallel te zetten. De ene DAC levert dan een 'ruwe' waarde en de tweede DAC verfijnt die ('vul de gaten op') als we de uitgangswaarde correct schalen. Op deze manier kan theoretisch een 16-bits resolutie worden verkregen met twee 8-bits DAC's. In de praktijk is de resolutie echter lager, omdat dat schalen niet perfect verloopt, tenzij er uiterst nauwkeurige elektronica wordt gebruikt. En dat is complexer en duurder dan toepassing van een 16-bit DAC, en daarom wordt deze techniek niet vaak toegepast.

hebben geen DAC aan boord; meestal wordt dan pulsbreedtemodulatie (PWM) gebruikt om analoge signalen te creëren. Wanneer een PWM-sigitaal door een laagdoorlaatfilter wordt gestuurd, is het resultaat een spanning die evenredig is met de pulsbreedte. De resolutie wordt bepaald door de resolutie van het PWM-sigitaal. Arduino heeft bijvoorbeeld de functie `analogWrite()` om PWM-signalen te genereren met een resolutie van 8 bit. De Arduino Uno kan tot zes van deze signalen tegelijkertijd uitvoeren (op de pinnen die met een tilde '~' zijn gelabeld).

We kunnen dezelfde truc toepassen als hiervoor beschreven om de resolutie op te voeren: laat één PWM-uitgang de ruwe waarde produceren en gebruik een andere om die te verfijnen. Schalen kan met de weerstanden die deel uitmaken van het laagdoorlaatfilter. De resulterende schakeling is simpel.

De meeste micro-controllers (MCU's)

Natuurlijk is de precisie van de weerstanden belangrijk, zodat een 'echte' 16-bit resolutie moeilijk haalbaar is, maar met 1% -weerstanden zal de bruikbare resolutie bijna 14 bit zijn. Maar, hoor ik u nu zeggen, de MCU van de Arduino Uno is ook tot 16-bit PWM in staat, dus waarom zouden we dat niet gebruiken? De reden is snelheid. Bij dezelfde klokfrequentie haalt 16-bit PWM de helft van de uitvoersnelheid van 8-bit PWM. En een hoge uitgangsfrequentie of bemonsteringsfrequentie is juist interessant voor bijvoorbeeld audio-toepassingen. Dus waarom zou u niet drie PWM-signalen (of nog meer) parallel schakelen? U kunt het proberen, maar op een gegeven moment zult u software-snelheidslimieten en problemen met hardware-complexiteit tegenkomen. Kortom, het is dan de moeite eigenlijk niet meer waard. Dual 8-bit PWM is een goed compromis. Een goede uitleg en analyse van dual PWM is te vinden op

www.openmusiclabs.com/learning/digital/pwm-dac/dual-pwm-circuits/