

De PT (1)

een frequentieteller geschikt voor visueel gehandicapten

door Wim Kruyf PAoWV

Naar aanleiding van door Wim PAoWV gepubliceerde synthetische spraaktoepassingen voor zendamateurs bereikte hem de vraag of het mogelijk is een frequentieteller te ontwikkelen die door visueel gehandicapte amateurs gebruikt kan worden.

Wim omschrijft in dit deel vooral de ontwerpmethodiek en de keuze van de componenten.

Dat is een mogelijke optie. Normaal ontwerp en bouw je iets en publiceer je het als je denkt dat je medeamateurs het ook kunnen gebruiken. Hier wordt echter gevraagd iets te bouwen wat je helemaal niet van plan was en waar je ook zelf geen behoefte aan hebt. Het resultaat wordt in dit artikel gepresenteerd.

Nu denk je misschien: wat heb ik hieraan, ik ben niet blind als ik dit gewoon kan lezen; daarom heb ik de teller ook voor het normale amateurgebruik geschikt gemaakt, om zoveel mogelijk amateurs die iets zelf willen bouwen van dienst te zijn. Je hebt een display, om de tellerstand af te lezen. Je hebt audiooutput wat altijd handig is, omdat je je ogen tijdens meten maar op een plaats kunt hebben. En als je morse kunt nemen kun je besparen op de audiochip, want de controller kan de meetgegevens ook in morse uit de speaker laten komen. Kwestie van jumpertje omzetten. Dan is er nog een RS232 DCE aansluiting, zodat er een braileregel op aangesloten kan worden, maar je kunt er ook een PC (hyperterminal) of een printer aanhangen om de data te verzamelen of zelfs een good old T37 45,45 baud telexmachine op te laten rampestampen als de software op de telexcode in plaats van ASCII wordt geassembleerd.

Zelfbouw

Zelfbouw begint met eenvoudige schakelingen waarvan je niet of nauwelijks weet hoe ze werken. Nadeel van die methode is, dat je altijd afhankelijk bent van de gepubliceerde schemagegevens, en niet kunt beoordelen in hoeverre je daarvan kunt afwijken.

Ook iets repareren of aan de praat krijgen als je niet weet hoe het echt werkt kan dan heel lastig zijn.

Je moet over een drempel heen naar het terrein dat je weet wat je zit te doen, dan kun je zelf ontwerpen en aan de gang gaan met onderdelen, die je uit afgedankt pretsectorspul sloop en die je ergens hebt liggen. Je wordt dan onafhankelijk van het bestaan van de verdwijnende onderdelen-

winkeltjes; en Internet is een prachtig medium om de specificaties van onbekende onderdelen op te zoeken.

Een andere methode is bij fabrikanten te kijken wat ze op het fornuis hebben staan en hun application notes bekijken. Aan de hand daarvan kun je leuke ideeën krijgen en moderne spullen maken, die nog niet in de handel zijn, omdat de fabriekslaboratoria niks verder zijn dan jij in je eentje bent in je shack onder de hanebalken.

Om een duw in de goede richting te geven beschrijf ik hier het ontwerpproces van deze teller, samen met de werking. Ik wil niet zeggen dat het beschreven proces een professionele aanpak is, maar voor amateurs werkt het wel, snel en goed.

Ontwerpmethodiek

De ontwerpmethodiek is in dit geval 'breien'. Dat wil zeggen dat je als een schaker ongeveer enigszins vaag weet waar je naartoe wilt en schat hoeveel printruimte dat kost en dan maar bouwen.

Tijdens het bouwen groeit het plan waar je naartoe wilt en tevens het schakelschema, anders kun je later geen wijs meer worden uit je eigen schakeling.

Je kijkt eens wat je in je laatjes en de junk box hebt liggen en je gaat maar aan de gang en op internet eventueel ontbrekende componenten zoeken; het liefst bij in Nederland gevestigde leveranciers, omdat je dan gewoon door kunt werken.

Meestal eindigt dat in een product waarvan je dan zegt, dat als je het nog een keer zou moeten doen je het weer anders zou doen, omdat je dan immers de kennis en ervaring hebt opgedaan die je miste toen je begon.

Met het gebruik van programmeerbare IC's valt dat echter mee, omdat je zonder iets te hoeven afbreken je programma wel kunt wijzigen, zodat je toch eindigt met een apparaat, dat op een aantal punten beter en uitgebreider is dan je vagelijk van plan was te realiseren.

Doordat de controller programmeerbaar is in de schakeling waarin hij zit via een ICP connector op de print, kun je je programma langzaam opbouwen, testen en uitbreiden. Je kunt niet in een IC kijken, maar de eerste routines die erin gezet worden zijn wat morseroutines, die je de waarde van geselecteerde bytes naar buiten kunt laten tetteren.

Met een koptelefoon op een uitgangspen, kun je dan horen wat je weten wilt. Deze methode heb ik intensief gebruikt en daarmee alle problemen snel opgelost die optraden, ook bij andere ontwerpjes.

Moeilijkheden

Publicaties kunnen ontmoedigend zijn, omdat ze gelikt overkomen en als je zelf iets probeert het allemaal tegenvalt. Dat komt mede, omdat de moeilijkheden die de ontwerper ontmoette doorgaans niet gepubliceerd worden. De moeilijkheden die ik tegenkwam zal ik daarom ook beschrijven. Laat je niet ontmoedigen door tegenslag.

Teller IC

Een teller construeren uit small en medium scale TTL of CMOS IC's is een bewerkelijke zaak.

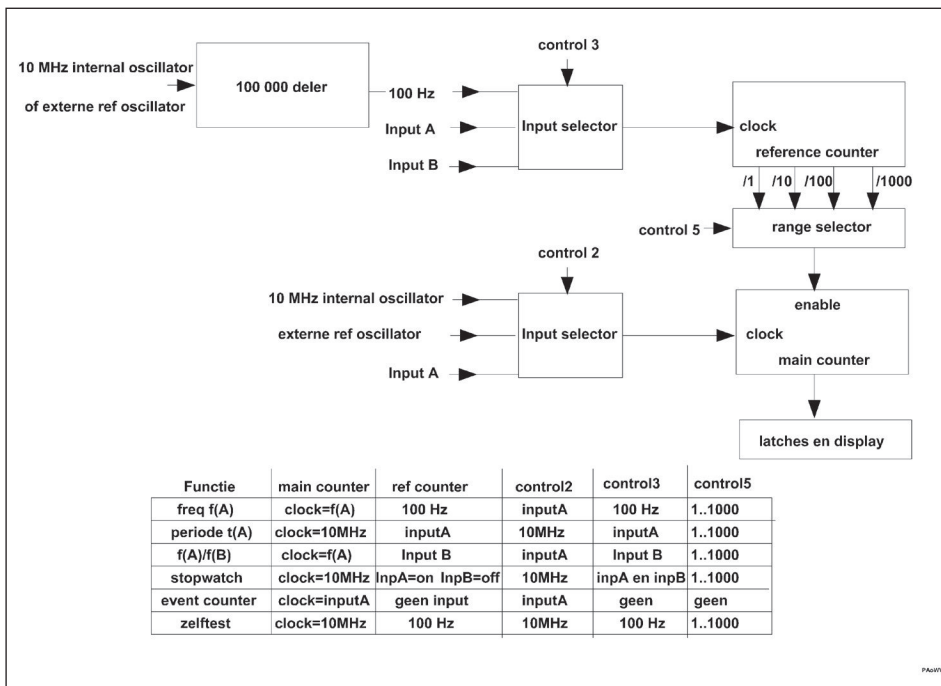
Je moet namelijk een 8 decade BCD teller maken waarbij elke decade een BCD naar 7 segment decoder heeft en een latch om de displaystand vast te houden tijdens de volgende meting. Voorts een tijdbasisteller die een 10 MHz kristal een enable laat geven op de eerstgenoemde teller gedurende 0,01 s; 0,1 s; 1 s; of 10 seconde.

Je wilt graag periodeduur meten, zodat je lage frequenties ook nauwkeurig kunt meten en als het kan, ook zonder tijdbasis pulsen meten. En ook pulsen meten tussen een start en een stop puls.

Mooi zou zijn als je ook de verhouding van twee input frequenties kunt meten. Een en ander is aangegeven in een schematisch overzicht in figuur 1.

De tabel eronder geeft de functies en de bijbehorende controlsignalen aan. Je hebt dus twee tellers nodig en tenminste een ervan wordt BCD uitgevoerd, dus 0 t/m 9 per decade.

Het hele zaakje kun je in een LSI IC kopen van Intersil. Daarmee heb je dus alleen maar een 5 V voeding en 7 segmentdisplays nodig voor een werkende teller. Gebruik je een microcontroller, dan kan die echter de stuurfuncties van de twee tellers verzorgen en heb je ook geen latches en 7 segmentdecoders en drivers nodig. Dit omdat de controller dat allemaal aankan en die de display op een LCD scherm kan zetten. Je hoeft dan ook niet met BCD tellerdecades te werken, omdat een gewone binaire teller, van een aantal tweedelers achterelkaar geschakeld een stand oplevert die de controller kan vertalen naar een decimale uitlezing.



Figuur 1.

Gebruik je toch een LSI teller IC, dan moet je controller die dan overbodige bewerkingen van multiplexing en 7 segmentdisplay weer ongedaan maken. We kunnen niet zonder controller om de tellerstand om te zetten in spraak, morse en een braileregeloutput.

Je kunt de interne tellers van de controller gebruiken als (deel van) een van beide of beide tellers.

Bezwaar daarvan is, dat er een onzekerheid bestaat over de tijdbasis omdat het controllerIC op basis van interrupts werkend altijd jitter geeft omdat hij een lopende instructie eerst afmaakt en dan wat handelingen verricht om de gegevens te bewaren van het proces waarmee hij bezig was.

Ook bij polling treedt die jitter op, omdat onbekend is wanneer precies tussen twee polls de wijziging in signaal optrad.

Komt het allemaal niet zo nauw, omdat je veel cijfers belangrijker vindt dan de werkelijkheid, dan kun je met een controller en een LCD een teller maken, maar wil je geen onnodig verlies van resolutie en nauwkeurigheid, dan kom je daar niet mee uit.

Ontwerp

Gebruik is gemaakt van een microcontroller Atmel AT 89S8252.

Je kunt allerlei controllers gebruiken, maar je moet ze kunnen programmeren en debuggen, en dat vereist een zogenaamd platform, waarin je kunt editen, assembleren alsmede de chip programmeren en debuggen.

Dat is voor diverse fabrikanten verschillend en daarom heb je als je eenmaal voor een bepaalde chip gekozen hebt, niet zo veel keus om iets anders te kiezen. Daar komt nog bij dat je went aan een instruc-

tieset en die verschillen per fabrikant en model, zodat omschakelen ook lastig is en in het begin veel fouten oplevert daarvoor.

Je ziet hier dan ook, dat je makkelijker een fors IC kunt nemen dat relatief veel aankan en dan universeel bruikbaar is, dan het alternatief om voor elke toepassing een ander chip-type te nemen dat de toepassing net aankan.

Dat platform bestaat bij mij uit een oude pentium100 PC met Windows 95 er op, waarop een freeware assembler TASM onder een dos box draait. Met een zelfgeschreven C programma programmeer ik de IC's in hun eindschakeling via een gebouwde interfaceprintje die aan een COM port of printerport van de PC hangt.

De 40-pens DIL controller chip heeft 32 uit- of ingangspennen voor externe signalen en dat is aan de krappe kant voor deze toepassing.

Er hangt namelijk een geluidschip aan, die 10 adresdraden heeft en 3 besturingsdraden, een LCD display met 7 draden (4 data en 3 sturing). En dan een teller IC, waarvan ik op korte termijn alleen een ICM7216C van Intersil kon kopen.

Die teller IC is bedoeld voor gebruik met 7 segmentdisplays common anode en heeft dus als output 7 segmentdraden en 8 cijferdraden en nog wat sturing. Tel het zaakje op en je komt uit ruim boven de beschikbare 32 draden.

Enkele benodigde controlesignalen komen daar nog bij.

Dat wordt dus bezuinigen.

1. Adresdraad A9 van de geluidschip is altijd laag in onze toepassing, die kan dus aan aarde gelegd.
2. Van de teller kun je de cijferkeuze out-

putdraden (8 stuks) met een address encoder terugbrengen naar 3, omdat er altijd maar één gelijktijdig actief is; dat kost je dan wel een IC extra, met vereiste ruimte op de print.

3. Je kunt outputdraden van de controller tevens (dubbel) gebruiken als input, dan verbind je twee signaaldraden aan een pen. Geeft de controller output dan moet de inputdraad waarop signaal staat, eerst in tri state (hoogohmig) gezet kunnen worden door de controller.
4. Die 7 segmenten voor de 10 cijfers 0 t/m 9, daarvan vraag je je af of daar geen deelverzameling van naar de controller kan, omdat je dan uit die gebrekkige informatie toch kan besluiten van welk cijfer sprake is. Theoretisch kun je met 4 draden volstaan om 16 cijfers te onderscheiden. De vraag is dus of je drie van de 7 segmentdraden kunt weglaten die je zo kiest, dat de cijfers door de controller nog van elkaar te onderscheiden zijn op de resterende 4 segmentdraden.

Het zal duidelijk zijn dat opties 3 en 4 de voorkeur hebben boven 2, omdat het minder hardware en printoppervlak eist.

Bij nader onderzoek van optie 4 blijkt, dat het niet mogelijk is om drie segmenten ongebruikt te laten. Er is namelijk geen enkele van de 35 mogelijke sets van 4 segmenten die voor alle 10 cijfers een verschillend patroon levert.

Je kunt wel twee segmenten weglaten, daar is van de 21 gevallen één en slechts één mogelijkheid voor, namelijk de gehele staart van de negen, dat zijn de segmenten bekend onder de namen c en d in de cijfer layout van het specificatieblad.

Toelichting in figuur 2.

De cijfers verschillen dan allemaal op de overgebleven 5 segmentdraden, zoals in figuur 2 verduidelijkt is.

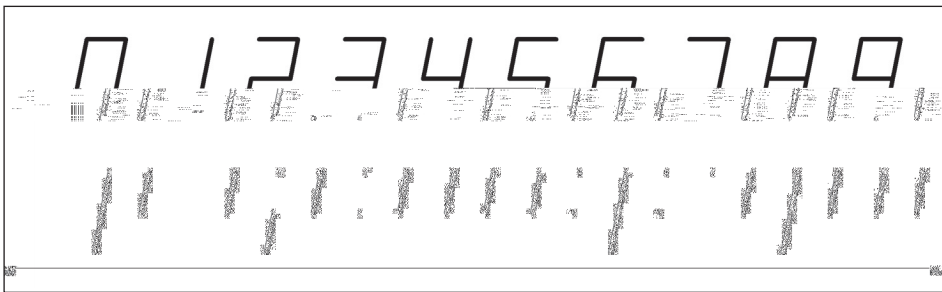
Milieubewuste amateurs die giftige milieuverontreinigende inkt willen besparen kunnen dus in het vervolg met de in de onderste lijn aangegeven cijfers van figuur 2 gaan schrijven.

Dat grapje spaart dus 2 draden, samen met optie 1 komt het totaal dan op 3 draden besparingen.

We kunnen nog mogelijkheid 3 uitbuiten, namelijk de adresdraden van de geluidschip (outputs van de controller) parallel dus dubbel gebruiken voor de cijferdraden van de teller (outputs van de teller).

Dat gaat niet zomaar, want als een adresdraad laag moet gezet door de controller en de teller wil op dezelfde draad hoog zetten, dan gaat er iets stuk.

De teller is echter in 3 state output (=hoogohmig) te zetten als de hold-draad op de teller chip wordt geactiveerd door de controller (dat stopt metingen) en tevens de display op blank wordt geschakeld op de



Figuur 2: Twee segmenten kunnen worden gemist.

teller-chip.

Dat kost dus minstens een pen extra voor

hold, maar levert 8 draden voor dubbel gebruik.

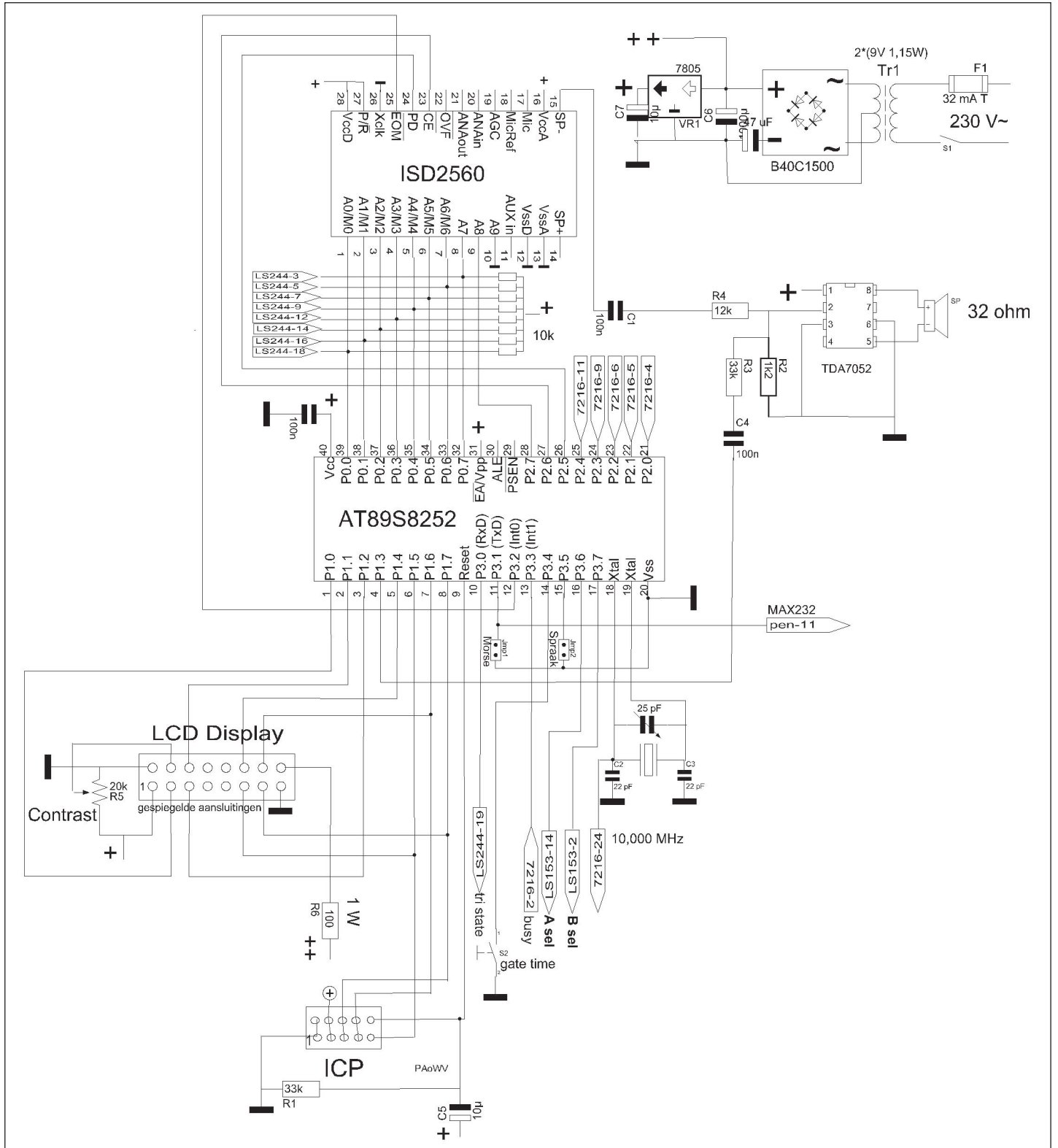
Dat volstaat dan wel. Optie 1, 2 en 4 zijn in combinatie toegepast, bij de voortgang van de bouw.

Bij de softwareontwikkeling moet dan goed worden opgelet, dat de teller in tri state wordt gezet, alvorens de geluids-hip te adresseren.

De tellerchip kan tellen tot een maximale frequentie van 10 MHz.

Voor HF amateurgebruik is dat wat weinig. Je kunt er een prescaler voorzetten. Ik heb er een vierdeler voor gezet in de vorm van een 74HCT161, daardoor wordt de

Figuur 3: Controller en spraakdeel.



maximale inputfrequentie minstens 40 MHz. De maximale klokfrequentie van die chip is 45 MHz, dus dat moet werken. Je hebt bovendien een extra veiligheid, want het telIC ICM7216C kan stuk gaan als je er te tellen signaal opzet, terwijl het geen voedingsspanning heeft.

Met het gemeenschappelijke 10 MHz controller en tellerkristal krijg je dan echter een uitlezing die 4 maal te laag is. Dat wordt in de controller gecompenseerd, die vermenigvuldigt namelijk de tellerstand die het telIC levert met 4 alvorens het op de LCD display te zetten en met spraak op te lezen. Op die wijze kun je ook eventueel andere prescalerwaarden compenseren in de uitlezing.

Nadeel is dat je resolutie van je laagste cijfer omlaag gaat, dat zal steeds 4 verspringen hoger of lager, zoals we sinds het basisonderwijs weten van de tafel van vier. Als de helft van de metingen dat getal n is en de andere helft $n+4$ dan weet je dat het eigenlijk $n+2$ moet zijn, je kunt de resolutie dus weer terugkrijgen door het gemiddelde van vier metingen te nemen (of de tijdsduur van de meting vier maal te verlengen). Het offer is dan wel een langere teltijd, want elke meting kost 1 seconde en dat worden er dan 4. Dat hebben we liever niet.

De display wordt daarom gegeven als lopend gemiddelde over 4 metingen, mits die metingen dicht bij elkaar liggen qua waarde. Taak voor de controller.

Dan bereik je dus na 4 metingen je oorspronkelijke resolutie weer, terwijl een eerste resultaat al na een meting, dus na een seconde, binnen 4 Hz nauwkeurig wordt weergegeven.

De synchronisatie

De teller telt op zijn eigen houtje, dat wil zeggen: hij telt de poorttijd, default 1 seconde, en is dan busy, ververst de displaywaarden, wacht 200 ms en gaat weer een seconde tellen.

Gedurende het tellen blijft de display ongewijzigd.

Busy is een signaal uit pen 2 van de teller, dat aanvankelijk gevoerd is naar pen P3.3 van de controller, zodat de controller kan weten wat de teller aan het doen is.

Gedurende tellen is de display constant, namelijk de getelde waarde van de laatste telling die gereed kwam.

De gehele display, dus 8 cijfers, wordt periodiek cijfer voor cijfer aangeboden met een repetitiefrequentie van 500 Hz op de 5 gebruikte segmentdraden, dus per 2 ms zijn alle 8 cijfers aan de beurt geweest.

De 8 digitdraden gaan naar port 0 van de controller en daarvan is er dan steeds een hoog, die het volgnummer aangeeft van het cijfer, dat op dat moment op de segmentdraden staat.

Het is zaak niet op een cijfervolgnummer-

wisseling segmentdraden te lezen.

Voorts wordt bij uitspreken de teller bij het begin van elk woord of geluidsfragment (zoals 'tig') op hold gezet om hem tri-state te maken, dus het uitspreken van de waarde laat de telling stilstaan (op dit punt in het ontwerp).

Al deze gegevens dienen op een rijtje te worden gezet om een procedure te bepalen volgens welke de teller ongestoord kan tellen en de display daarna foutloos wordt verversd en de waarde ononderbroken uitgesproken kan worden.

Een mogelijke procedure is: wachten tot de teller niet busy is, een telling is dan net klaar, dan de 5 segmentdraden uitlezen van de 8 cijfers en vertalen naar ASCII, vermenigvuldigen met de factor 4 van de prescaler en eventueel middelen met vorige uitlezingen en in de displaybuffer zetten, vervolgens die naar de display uitlezen.

De teller op hold, dan de uitspraak starten van de displaybuffer en als die klaar is de hold weghalen, zodat de teller weer onge-

stoord aan de gang kan.

Morse interfereert niet met de adresbus van de spraakchip, morse kan dus gebeuren terwijl de teller bezig is met de volgende meting.

Ook output naar een COM port voor uitlezing met een braileregel kan gelijktijdig met meting gebeuren. Standaard wordt de controller uitgerust met een 11059 kHz kristal. Dit lijkt een rare waarde, maar het gevolg is dat de ingebouwde UART voor seriële communicatie op de bekende standaardnelheden uitkomt.

We hebben hier echter voor de teller 10 MHz gekozen. Het is in principe mogelijk daarvan af te wijken. De foutieve uitlezing die de teller dan afgeeft, is om te rekenen in de controller alvorens op de display te zetten. Dat probleem schuiven we voor ons uit, en lossen dat achteraf wel op, als een brailleoutput gewenst is en mogelijk blijkt.

Wordt vervolgd.

Bandplan 50 MHz

Frequentie MHz	Bandbreedte		
50,000-50,080		Bakenzenders, geen QSO's!	
50,080-50,100	500 Hz	Telegrafie, aanroep: 50,090 MHz	
50,100-50,130	2,7 kHz	Smalbandige modes	
		50,100-50.130	Intercontinentaal verkeer
		50,110	DX aanroepfrequentie
		50,150	SSB activiteitscentrum
		50,185	Cross-bandcentrum
		50,200	MS activiteitscentrum
		50,210-50,250	JT6M
		50,230	JT6M aanroepfrequentie
		50,250	PSK31 activiteitscentrum
50,500-52,00	12, kHz	Alle modes	
		50,150	SSTV (AFSK)
		50,550	Fax werkfrequentie
		50,600	RTTY (FSK)
		50,620-50,750	Digitale communicatie
		50,710-50,910	FM Repeateruitgangen
		51.210-51,410	FM Repeateringangen
		51,430-51,590	20 kHz kanaalafstand