

Maak zelf een scanner

Foto's via UNIFACE op uw beeldscherm

Een plaatje zegt vaak meer dan duizend woorden, luidt een oude zegswijze die ook in dit computertijdperk nog volop geldig is. Een aantal van onze lezers is in het gelukkige bezit van de MSX computer met ingebouwde videodigitizer (NMS 8280). Hen kost het op het scherm toveren van een fraai plaatje weinig moeite. Voor al die anderen zit er niets anders op dan het gebruik van een scanner om een plaatje van papier op het beeldscherm te laten verschijnen. Zo'n apparaat is (voor veel geld) te koop, maar daar hebben we het hier niet over. De handige knutselaar bouwt zo'n ding namelijk gewoon zelf. Daarbij maken we gebruik van de 8-bits ADC-kaart van UNIFACE.

Elke rechtgeaarde knutselaar bezit een doos waarin alle mogelijke dingen worden bewaard, waarvan je maar nooit weet of ze niet nog eens van pas komen. Die van mij bevat boutjes, beugeltjes en busjes in alle maten, palletjes, pennetjes en piepjes in alle soorten, trek- en bladveertjes, tand- en snaarwieltjes en ga zo maar door. Daaruit heb ik geput om een simpele scanner te bouwen, die het (tot mijn eigen verbazing, moet ik eerlijk toegeven) verrassend goed doet. Ik stop er een foto op briefkaartformaat in en na een minuut staat het plaatje schermvullend in beeld.

Als u het ding met eigen ogen zien wilt, kom dan maar eens kijken op de Open Dag van de PTC. Mijn rommeldoos bevat natuurlijk niet precies dezelfde spullen als de uwe, daarom geef ik ook geen uitgewerkte bouwtekening maar alleen wat algemene tips en aanwijzingen. Want misschien wilt u wel helemaal geen foto's, maar postzegels of een poster van een popster scannen. Wat u in elk geval in huis moet hebben is een beetje handigheid en wat eigen creativiteit.

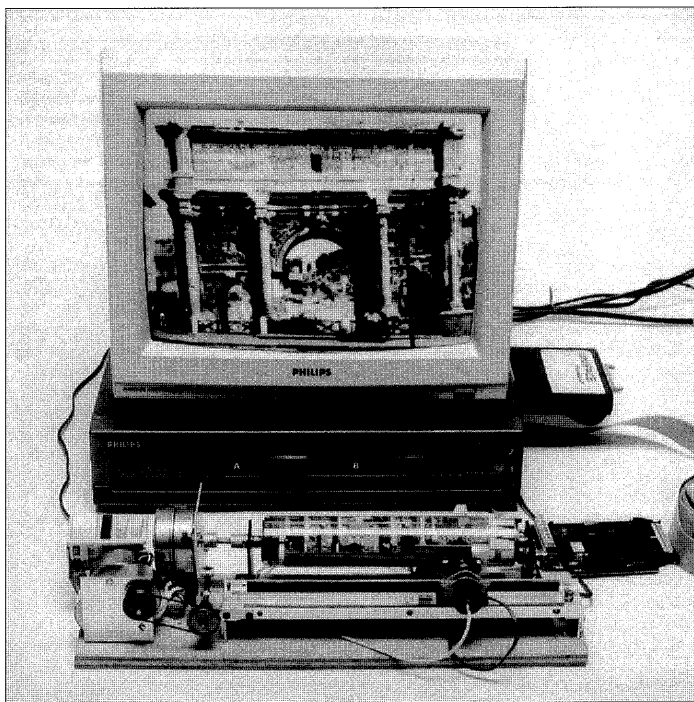
De roterende scanner

Om het niet al te moeilijk te maken, heb ik gekozen voor het eenvoudigste prin-

cipe: de roterende scanner. Het te scannen plaatje zit daarbij op een draaiende rol. Naast de rol zit een opnemer met een fotodiode om het plaatje af te tasten. De fotodiode meet de lichtsterkte van een klein stukje van het plaatje. Dit analoge signaal wordt door een UNIFACE 8-bits ADC-kaart omgezet in een digitaal signaal. We laten nu de computer een beeldpunt neerzetten, waarvan de helderheid afgeleid is van dit digitaal signaal. Terwijl de rol draait worden alle langskomende punten van het plaatje gemeten. Bij elke rotatie van de rol schuift de opnemer een klein stukje verder, zodat de volgende rij punten wordt gemeten en het plaatje lijn voor lijn wordt afgetast. De belangrijkste onderdelen van de scanner zijn in figuur 1 schematisch aangegeven. Voor de duidelijkheid zijn daarin alle bevestigingsmiddelen weggelaten.

De beeldrol

Op de beeldrol van mijn scanner moest minimaal een foto op briefkaartformaat (10 bij 15 cm) passen: de diameter moet daarvoor ruim 3 cm zijn. Ik vond een stukje plastic pijp van 4 cm diameter en 20 cm lang: zonder meer geschikt dus. In deze koker pasten met enige speling twee wieltjes uit mijn oude Meccano bouwdoos. Na ze met wat plastic tape omwikkeld te hebben zaten ze keurig klem in beide uiteinden van de rol. Een lange as erdoor, die aangesloten werd opeen klein synchroommotortje en het hele zaakje kan draaien. Een motortje gesloopt uit een oude platenspeler is bijvoorbeeld heel geschikt. Bij mij loopt de as gewoon door twee gaten in metalen steuntjes, maar wie dat niet mooi genoeg vindt gebruikt maar een paar kogellagertjes. Wel bleek dat de zaak lekkerder loopt met een flexibele koppeling tussen de motor en de rol. Deze koppeling heb ik gemaakt van een stukje isolatiekous geklemd om de motoras en de as van de rol. Het motortje loopt 250 tpm (toeren per minuut) dat is ruim 4 per seconde. De foto kunnen we gewoon met doorzichtig plakband op de beeldrol plakken. Maar, als we dat er weer afhalen zijn de randen van de foto wel gemold. Wikkel liever eerst wat doorzichtig folie om het plaatje en plak dit vast. Eenmaal terug in het album wordt de nog bol staande foto vanzelf wel weer recht.



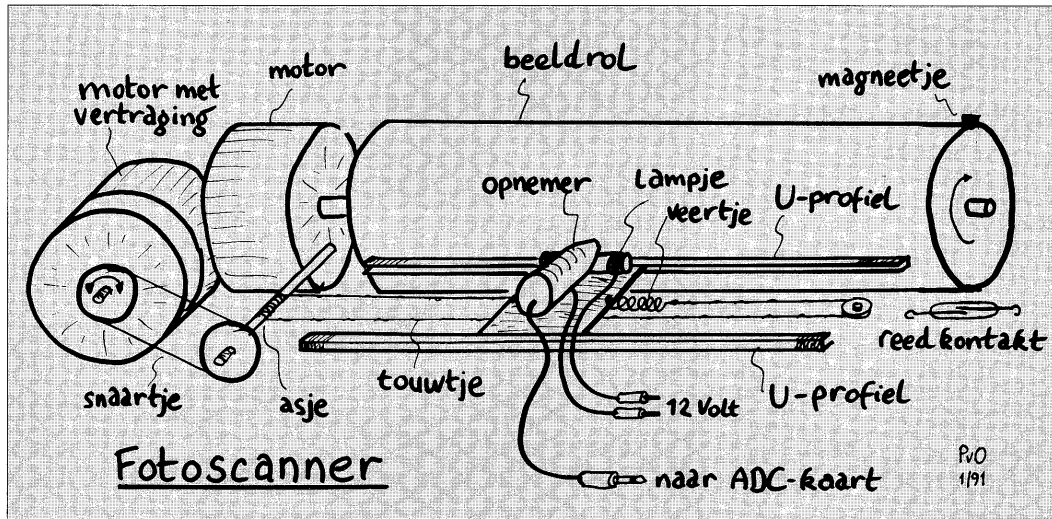


Fig. 1 De belangrijkste onderdelen van de scanner schematisch aangegeven.

Op de rand van de rol lijmen we nog een klein magneetje. Dit activeert bij elke rotatie een magneetschakelaartje (reedcontact) dat vlak naast de rol bevestigd wordt. Bevestig de foto zodanig dat het schakelaartje sluit juist voordat de bovenrand van de foto de opnemer passeert.

De opnemer

Als opnemer gebruiken we een fotodiode met een grote gevoeligheid. In mijn scanner is dat een TIL-99, maar een ander type mag natuurlijk ook. De fotodiode mag alleen licht zien dat weerkaatst wordt door een klein stukje van het plaatje. Monteer deze daarom in een lichtdicht kokertje met een klein gaatje erin. De dop van een balpen is goed te gebruiken. Hoe groot moet het gaatje zijn? Dat hangt af van de afmetingen van het plaatje dat u wilt scannen en het aantal beeldpunten dat we

op het scherm kwijt kunnen. Op een MSX bijvoorbeeld kunnen in de verticale richting 212 beeldpunten op het scherm gezet worden. Het gaatje moet in dat geval dus 1/212 deel van de hoogte van het plaatje groot zijn. Voor een foto van 10 cm hoog is dat ongeveer 0,5 mm, het komt niet zo erg nauw. Reken het zelf uit voor uw eigen beeldrol en de videomogelijkheden van uw computer. De fotodiode moet in de sperrichting aangesloten worden op 5 Volt gelijkspanning (die ook uit de ADC-kaart is te halen). In serie daarmee komt een instelbare weerstand van minstens 50 kΩ. Wanneer door het gaatje licht op de fotodiode valt, gaat daar een lekstroom door lopen die een spanningsval over de weerstand veroorzaakt. De ADC-kaart meet deze spanning. Als de fotodiode gevoelig genoeg is, kan deze zonder extra versterker rechtstreeks op de ingang van

de ADC-kaart aangesloten worden (zie fig.2). Het te scannen plaatje moet uiteraard goed verlicht worden. Dat kan het beste gebeuren met een lampje dat zo dicht mogelijk bij het te meten beeldpunt zit en dat met de opnemer mee beweegt. Ik gebruik een klein 12 Volt 3 Watt buislampje uit de auto. Daarachter heb ik nog een klein aluminium reflectortje gezet. Een lenslampje van een zaklantaarn zal het ook best doen.

De scanbeweging

De opnemer moet nu langzaam langs de ronddraaiende rol bewegen, en wel zo dat na elke omwenteling van de beeldrol de opnemer over de breedte van een beeldpunt verplaatst is. In mijn scanner is dat 0,5 mm, zoals we hierboven al zagen. De beeldrol loopt daarin 250 tpm, de opnemer moet dan 125 mm per minuut bewegen. De opnemer en het lampje zijn vastgezet op een klein plastic plaatje, dat heen en weer kan schuiven tussen twee U-vormige profielen. Die zijn in een DHZ-winkel te koop want ze worden ook gebruikt voor het maken van schuifdeurtjes in kastjes. De beweging wordt overgebracht door een stukje touw, dat aan een uiteinde van de profielen enkele malen om een aandrijfasje is gewikkeld. Aan het andere uiteinde loopt het over een snaarwieltje. Het touwtje wordt door een trekveertje strak gehouden. De constructie lijkt wel op die van de afstemschaal van een oude radio. De scanbeweging kunnen we aan-

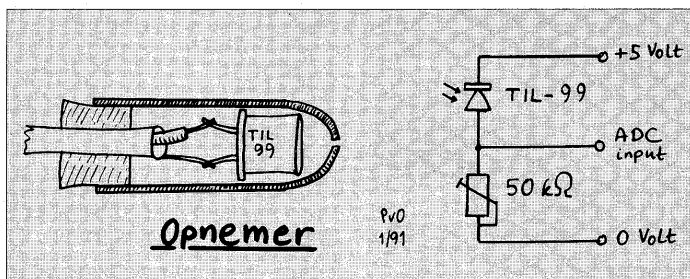


Fig. 2 De opnemer.

drijven met hetzelfde motortje dat de beeldrol al laat draaien maar ook door een apart motortje; in elk geval zal een flinke vertraging nodig zijn. Die kan zelf gemaakt worden met wat tandwielen of snaarwielen van verschillende diameter. In mijn scanner gebruik ik een apart 250 tpm synchroonmotortje met aangebouwd vertragingskastje van 25:1. Via een 1:1 overbrenging met een snaartje loopt zo het aandrijfasje 10 tpm. Dit asje heeft een diameter van 4 mm en een omtrek van 12,5 mm, zodat de opnemer 125 mm per minuut beweegt, en dat was ook de bedoeling. Een andere mogelijkheid zou zijn om de as van de beeldrol te voorzien van een wormwiel, dat een tandwiel met 25 tanden op het asje van de opnemer aandrijft. Bij voorkeur echter is de beweging van de opnemer omkeerbaar, dat is gemakkelijker in het gebruik. Ook zijn leuke effecten te bereiken door tijdens het scannen de scanrichting om te keren.

Afregelen

Voordat we gaan scannen moet eerst de lichtopbrengst gecontroleerd en afgeregeld worden. Dat doen we door de spanning over de weerstand in serie met de fotodiode te meten. Daarvoor gebruiken we de ADC-kaart zelf, aangestuurd als voltmeter. Sluit de ADC-kaart via UNIFACE aan. Op de kaart zitten twee kleine schakelaartjes, genummerd 1 en 2, die we allebei op OFF zetten. Sluit de fotodiode met weerstand aan op de ADC-kaart volgens figuur 2. De +5 Volt is te vinden op het aansluitblokje, direct naast de meetingang. Het volgende MSX programma toont de gemeten spanning. Voor andere computertypes wel even de OUT en INP-

adressen aanpassen:

```
10 'Voltmeter
20 CLS:OUT 48,255
30 OUT 49,223
40 LOCATE 10,10
50 OUT 48,252
60 V=INP(48)/102
70 PRINT USING "#.## Volt";V
80 OUT 48,255
90 GOTO 40
```

Breng een stuk hagelwit papier aan op de beeldrol. Eerst meten we terwijl het lampje uit is. Dan moet de spanning minder dan 0,1 Volt zijn, anders is er teveel strooilicht of is de diode verkeerd aangesloten. Zet nu het lampje aan en let op het resultaat. Regel de instelweerstand bij voorkeur zo af dat ongeveer 2,4 Volt gemeten wordt; dat geeft later de beste resultaten. Als deze spanning niet gehaald kan worden is met een witniveau van ongeveer 1 Volt ook nog wel te werken, al zal de kwaliteit van het gescande plaatje wat minder worden. Overigens zijn er diverse mogelijkheden om het witniveau te verhogen:

- gebruik een grotere serieweerstand, bijv. 100 k Ω
- gebruik een lampje dat meer licht geeft en eventueel een reflectortje
- gebruik een fotodiode met betere gevoeligheid of
- gebruik een voorversterker tussen fotodiode en ADC-kaart.

Tenslotte moet het magneetschakelaartje nog aangesloten worden op één of andere ingang van de computer. Wie een MSX-computer heeft gebruikt gewoon een joystick-ingang, maar een UNIFACE INPUT-kaart kan natuurlijk altijd.

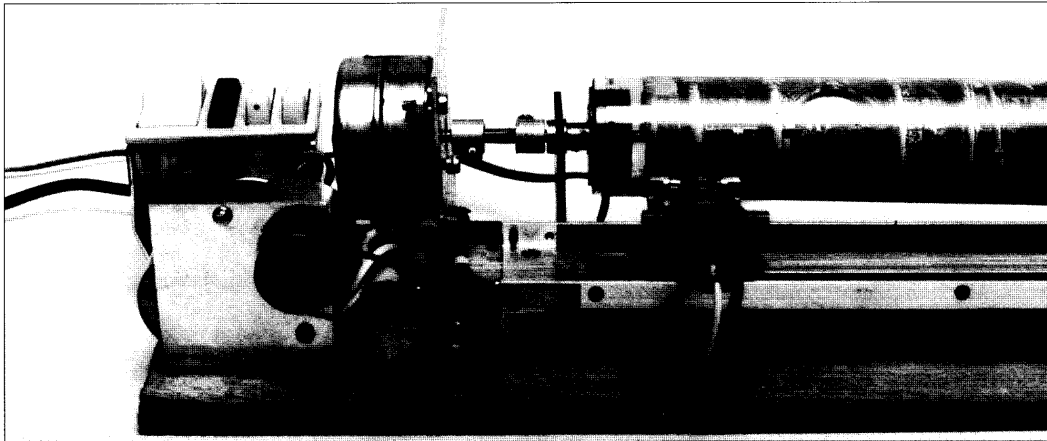
Het scannen

Als u zover bent dat de beeldrol en de opnemer lekker lopen en de fotodiode voldoende signaal levert kan het scannen beginnen. Daarvoor moet u nog wel even een programma maken. Oh nee, net zomin als een volledig uitgewerkte bouwtekening geef ik hier een kant en klaar programma voor elk type computer: dit is immers een doe-blad! Uiteraard zal ik u wel op weg helpen met wat nuttige tips. Als de foto op de normale manier op de beeldrol is aangebracht, zal deze via een aantal verticale lijnen afgetast worden. Ook het beeldscherm moet dan via verticale lijnen opgebouwd worden, als we bij het bekijken van het resultaat tenminste geen pijn in de nek willen krijgen. Dat gaat dus gewoon met twee FOR...NEXT lussen; de eerste lus telt het aantal verticale scanlijnen dat naast elkaar op het scherm past en de tweede lus telt het aantal beeldpunten per scanlijn.

De tweede lus wordt pas gestart wanneer het magneetschakelaartje aangeeft dat de bovenrand van de foto de opnemer passeert. Voor elk beeldpunt wordt nu de Analoog-Digitaal conversie gestart met OUT 48,252, de lichtsterkte gemeten met INP(48) en vervolgens wordt de ADC weer gestopt met OUT 48,255. Pas zondig wel de OUT- en INP-adressen aan voor uw eigen computer. Elk gemeten punt wordt direct met een PSET(X,Y),K% of soortgelijke instructie op het scherm gezet, waarbij de meetwaarde INP(48) de kleurcode K% bepaalt.

Scansnelheid

Het scanprogramma kan gewoon in BASIC gemaakt worden, maar er zijn dan wel snelheidsbeperkingen. Ge-



bruik integer variabelen voor het aftellen van de beeldpunten op elke scanlijn. Maak voor het scannen begint een integer array aan, waarin de kleurcode staat die bij elk meetresultaat (0 tot 255) hoort. Zie de voorbeelden verderop. Dat gaat veel sneller dan de kleurcode tijdens het scannen uitrekenen. Ook dan haalt BASIC niet veel meer dan één scanlijn per seconde.

Het scanprogramma kan gewoon in BASIC gemaakt worden

Zelf gebruik ik daarom een TURBOBASIC module, die weer zo snel is dat na elk gescand punt een wachttijd ingelast moet worden. Bij mij loopt de beeldrol 250 tpm, zodat het scannen van de 256 verticale beeldlijnen 61 seconden duurt. Tijdens het scannen moet de interrupt uitgeschakeld worden, anders veroorzaken deze onderbrekingen van het programma hikkels in het resultaat. Aan het einde van elke verticale lijn is nog wel wat tijd over voordat de bovenrand van de foto weer passeert. Het kan geen kwaad hier te controleren of de STOP-toets of een andere toets is ingedrukt, zodat desgewenst het scannen onderbroken kan worden als er iets niet helemaal goed gaat.

Gradaties in grijs

De scanner kan geen onderscheid maken tussen eventuele kleuren in het gescande plaatje. De AD-converter levert een getal tussen 0 en 255 dat overeenkomt met de lighthoeveelheid zoals de opnemer die heeft gemeten. Hoe elk getal weergegeven wordt hangt af van de mogelijkheden van de gebruikte computer en van het beeldscherm. In het simpelste geval gebruiken we maar twee "kleuren": zwart en wit. Op die manier kunnen we een grafisch plaatje maken: onder een bepaalde meetwaarde, bijv. 110, maken we het beeldpunt zwart, daarboven wit. Op een MSX gaat dat als volgt:

```
DIM K%(255)
FOR I=0 TO 255
IF I<110 THEN K%(I)=1
ELSE K%(I)=15
NEXT I
```

Het neerzetten van een beeldpunt gaat nu heel snel met:

```
PSET (X,Y),K%(INP(48))
```

Het is best aardig om eens met verschillende waarden voor het omslagpunt van zwart naar wit te experimenteren of wit en zwart te verwisselen. Voor een beter herkenbaar plaatje hebben we toch echt wel verschillende grijs tinten nodig. De meeste computers kunnen slechts een klein aantal gradaties grijs maken. Op een kleurenscherm krijgen we namelijk alleen grijs als we evenveel rood, groen en blauw mengen. Op een MSX-2 kunnen acht tinten grijs (inclusief zwart en wit) worden gemaakt:

```
FOR I=0 TO 7
COLOR=(I+1,I,I)
NEXT I
```

Vervolgens maken we weer het kleurcode-array aan:

```
DIM K%(255)
FOR I=0 TO 255
K%(I)=1+INT(I/32)
NEXT I
```

Op deze manier krijgen we al een veel beter herkenbaar plaatje op het scherm, maar de overgangen van de ene naar de andere grijs tint zijn nog zeer hinderlijk zichtbaar in het resultaat. Voor een fotografisch plaatje hebben we nog veel meer grijs tinten nodig: minstens 64. Een MSX-2 computer kan dat.

Grijs in SCREEN 8

Op SCREEN 8 van een MSX-2 computer kunnen gelijktijdig 256 kleuren worden getoond. (Op een PC is daarvoor een dure VGA-kaart nodig, meen ik). Ook hier zien we op een kleurenscherm maar enkele grijs tinten. Kijken we echter naar een monochroom scherm, dan zien we een heleboel grijs tinten (of groen- dan wel ambertinten). De kleuren worden hierop immers als verschillende grijs tinten weergegeven. Deze eigenschap kunnen we gebruiken om veel gradaties in grijs te maken. Gooi uw kleurenscherm nog niet weg. Elke MSX-computer levert een zwart/wit signaal geheten LUMINANCE. Het is te vinden op pen 4 van de Monitor-uitgang of op een aparte uitgang. Dit signaal, dat in een schema meestal met Y-signaal wordt aangeduid, wordt gemaakt door de signalen rood, groen en blauw (R, G en B) via verschillende weerstanden op te tellen. We zetten dit signaal op de CVBS-ingang van de kleurenmonitor en ziedaar, deze gedraagt zich plotseling als een zwart/wit monitor. Als u een RGB-kabel hebt waarin ook het CVBS-signaal wordt doorgegeven (pen 19/20) dan moet de-

ze wel even losgemaakt worden. De kleurcodes lopen in SCREEN 8 van 0 tot 255, waarbij 0 zwart is en 255 wit. De tussenliggende waarden liggen echter niet op volgorde van grijs tint. Er is bovendien een flink aantal kleurcodes die wel in kleur verschillen maar toch vrijwel dezelfde grijs tint opleveren. Maar het blijkt mogelijk om zeker 64 kleurcodes uit te zoeken die grijs tinten opleveren met een in zeer kleine stapjes oplopende helderheid. Wel is het zo dat verschillende typen MSX-computers ongelijke weerstanden gebruiken om de RGB-signalen tot het Y-signaal op te tellen. Daardoor zal de keuze en volgorde van de kleurcodes in zo'n grijs tintentabel ook niet voor al deze computers dezelfde zijn. Het onderstaande programma geeft op mijn NMS 8255 een egale grijs schaal van zwart naar wit met nauwelijks zichtbare overgangen. Toegepast in het programma van mijn scanner levert deze tabel plaatjes van vrijwel fotografische kwaliteit. Door te experimenteren met de kleurcodes kunt u ook voor uw eigen computer de ideale grijs schaal vinden.

```
100 'SCREEN 8 met 64 grijs tinten
110 'Look Up Table voor een
    NMS 8250
120 SCREEN 8: DIM G%(64):
    COLOR,,0
130 FOR I=0 TO 63: READ G%(I):
    J=4*I
140 LINE(J,0)-(J+3,211),G%(I),BF
150 NEXT I: I$=INPUT$(1): END
160 DATA 1,4,2,5,8,6,33,36,34,37
170 DATA 40,38,65,44,66,69,48,
    70,97
180 DATA 100,98,101,104,102,
    129,132
190 DATA 130,133,160,134,161,
    164,162
200 DATA 165,168,166,169,194,
    197,200
210 DATA 198,201,226,229,232,
    230,233
220 DATA 236,234,237,240,238,
    241,244
230 DATA 242,245,248,246,249,
    252,250
240 DATA 253,254,255
```

Peter van Overbeek

Naschrift redactie

Wie bouwt zo'n scanner met Fischer? Wie maakt een programma voor het bewerken van de beelden? Welke afdeling organiseert voor de iets minder handige knutselaars een bouwavond?

Vragen vragen over...

De fotoscanner

In nummer 46 van PRINT stond hij beschreven en op de Open Dag kon u hem zien werken: de fotoscanner van Peter van Overbeek. En sindsdien regent het vragen. We geven hier wat antwoorden op de meest gestelde vragen. Dan hoeft u die vragen niet meer te stellen.

TURBOBASIC

Ik heb geen TURBOBASIC (XBASIC, KUN-module) voor mijn MSX. Werkt het dan ook?

Ja, het werkt ook, maar langzamer. Laat de rol niet sneller draaien dan één omwenteling per seconde.

Gaatje

Hoe kan je met een gaatje een scherpe afbeelding krijgen?

Als het lichtgevoelige gedeelte van de fotodiode niet groter is dan het gaatje en op minstens enkele mm afstand daarvan zit.

Hoe boor ik een gaatje van 0,5 mm?

Knip de kop van een speld en zet die in je boormachine. Het gaat langzaam, maar het werkt wel!

Bouwtekening

Is er een bouwtekening van de scanner te krijgen? Nee, zegt Peter. Zelf flans ik maar wat in elkaar zonder bouwtekening. Ik weet niet eens hoe je die moet maken! In de afdeling Eindhoven schijnt een groepje mensen bezig te zijn met het maken van een bouwtekening en stuklijst. Wie weet, horen we daar nog eens wat van.

Rafels in het beeld

Om geen rafels in het beeld te krijgen moet de interrupt uitgeschakeld worden. Hoe doe je dat (in BASIC)?

Op een MSX gaat dat heel eenvoudig. Met

```
VDP (1) = VDP (1) AND  
223
```

zet je de interrupt uit en met

```
VDP (1) = VDP (1) OR 32
```

gaat hij weer aan.

Wie weet hoe het op een PC moet, op een :YES of op een P2000?

Zet het even op UNIBORD in PTC-Net, dan halen we het erafen plaatsen het in de volgende PRINT.