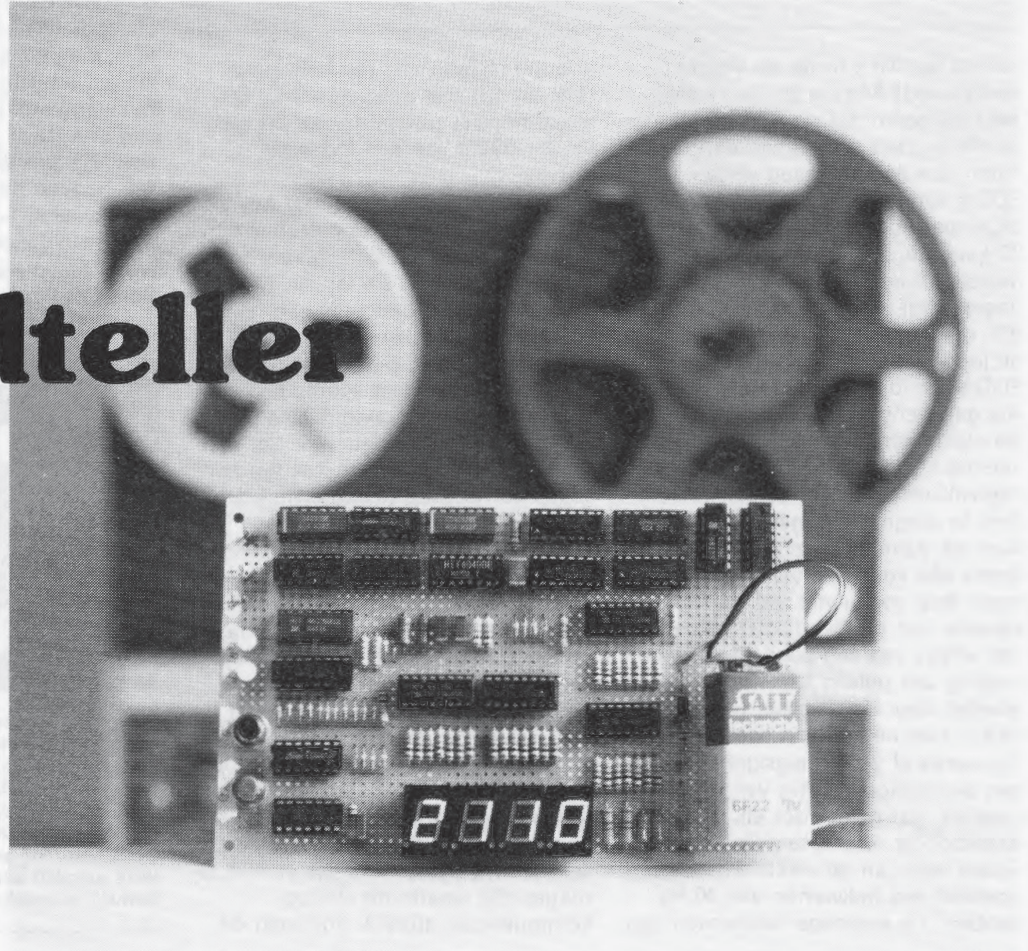


# real time bandteller

J. Tilley

taperecorders bij  
de tijd

Ondanks de sterke kwaliteitsverbetering van cassettedecks blijft ook de bandrecorder zijn partij meeblazen in het opnamegebeuren. Een hogere haalbare opnamekwaliteit en meer mogelijkheden om aan de opnamen te sleutelen (knippen en plakken) zijn daar de oorzaak van. Een prettig hulpmiddel dat op veel professionele recorders wordt aangetroffen is een digitale bandteller die de werkelijke looptijd aangeeft. Bij de meeste van dergelijke ontwerpen is echter een loopwiel nodig dat binnen zeer nauwe toleranties vervaardigd moet worden. Bij dit ontwerp niet, omdat elektronisch een korrektiefactor kan worden ingesteld. Daarom kan zonder al te veel moeite de afwijking binnen 0,5 s per uur worden gehouden.



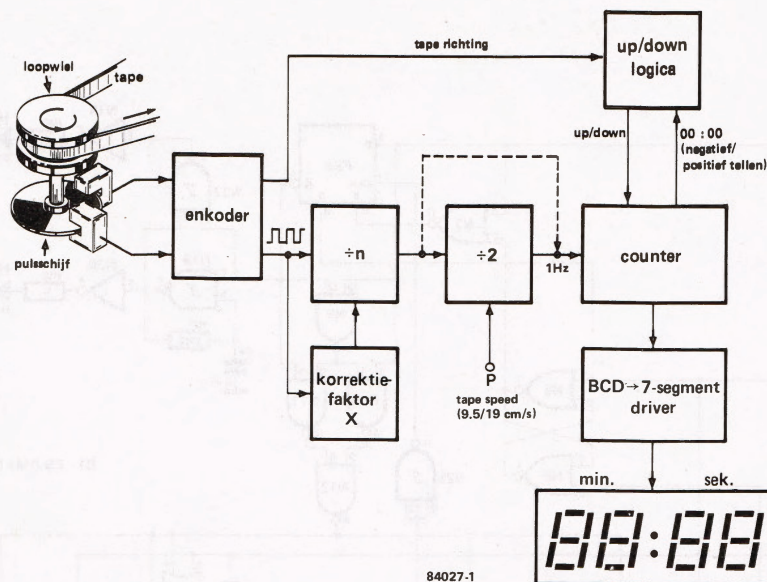
De bescheiden rol van de bandteller wekt onterecht de indruk dat het om een misbaar instrumentje gaat. Niet juist, want vooral bij het opzoeken van een bepaalde passage kunnen we eigenlijk niet zonder. Het bepalen van de tijdsduur van een opname, of het bepalen hoeveel band ons nog rest, kan met een klassieke bandteller niet betrouwbaar gedaan worden. Dat komt omdat die teller eenvoudig met een snaartje met één van de wikkelspoelen (meestal de linker) gekoppeld is. Het aantal omwentelingen van die spoel wordt geteld. Het "toerental" van die spoel is echter niet alleen afhankelijk van de bandsnelheid, maar ook van de kerndiameter en van de hoeveelheid band die er nog op zit. Naarmate de spoel verder wordt afgewikkeld zal de teller sneller gaan lopen.

Veel bruikbaarder is een teller die in wer-

kelijke tijd aangeeft hoeveel band er al gepasseerd is. Het aantal amateurmachines dat hierover beschikt is helaas op één hand, ja zelfs op één vinger te tellen (voor zover we weten). Een hiaat dat met de solderbout en enige vaardigheid in mechanica – en natuurlijk de nodige spullen – opgevuld kan worden.

Er zijn twee manieren om een real time-teller te realiseren. Ten eerste zou je de snelheid van beide wikkelspoelen kunnen meten om er vervolgens via een berekening de werkelijke tijd uit te destilleren. Bij deze methode blijft er echter nog een afhankelijkheid van de kerndiameter van de haspels en van de hoeveelheid (volume) band op de haspels. Bovendien ontstaan er fouten als de band niet strak genoeg gewikkeld wordt en de zaak gaat slippen.

Een andere en veel gebruikelijker metho-



de is de toepassing van een vrijdraaiend loopwiel ergens in het bandtrajekt. Met het bepalen van het aantal omwentelingen van dit wiel ligt éénduidig vast hoeveel band gepasseerd is. Is daarbij de ingestelde bandsnelheid gegeven dan ligt daarmee ook de tijd vast.

Bij deze methode is meestal een loopwiel nodig waarvan de diameter zeer nauwkeurig vast ligt. De procentuele afwijking hiervan is direkt gekoppeld met de fout in de uiteindelijk weergegeven tijd. Als we bijvoorbeeld een maximale afwijking van één seconde per uur tolereren, dan mag de diameter van het loopwiel niet meer dan zo'n 0,03% afwijken. Zelfs voor draai-bankbezitters een schier onmogelijke zaak. Vandaar dat bij dit ontwerp voorzien is in de mogelijkheid om elektronisch een correctiefactor in te stellen. De eisen die aan het loopwiel gesteld worden zijn daarom tot een minimum beperkt en bovendien kunnen ook afwijkingen in de bandsnelheid gecompenseerd worden.

Alvorens we ons verdiepen in de schakeling zelf een opsomming van de bijzonderheden:

- geen stringente eisen aan de afmetingen van het loopwiel,
- geen drastische ingrepen in de recorder,
- nauwkeurigheid beter dan 0,5 s/uur,
- automatisch vooruit/achteruit tellen,
- negatief tellen onder nul (2, 1, 0, -1, -2 enz.),
- opgebouwd met goedkope standaardonderdelen.

## De schakeling

Het blokschema (figuur 1) laat de opzet van deze schakeling zien. Het loopwiel dat door de band aangedreven wordt is gekoppeld met een pulsschijfje. Twee sensors (lichtsluizen) worden gebruikt om de draairichting en de snelheid van de pulsschijf te bepalen. Een instelbare deler deelt de inkomende pulsen zodanig dat

de puls-frekwentie aan de uitgang 1 Hz is (recorder in stand "weergave"). Eventueel zit achter die deler nog eens een tweedeler die gekoppeld is met de instelling van de bandsnelheid. De pulsen aan de uitgang van de deler zullen nooit precies 1 Hz zijn. Afwijkingen ontstaan ten gevolge van het niet exakt op maat zijn van het loopwiel en eventuele afwijkingen van de bandsnelheid. De diameter van het loopwiel en de deelfactor van de instelbare deler worden daarom zo uitgekiend dat de puls-frekwentie net iets hoger zal zijn dan 1 Hz. Een correctiecircuit zorgt er nu voor dat na een bepaald aantal pulsen van de pulsschijf (ook weer instelbaar) er één puls onderdrukt zal worden. Hierdoor zal de timer uiteindelijk toch netjes in de pas blijven lopen.

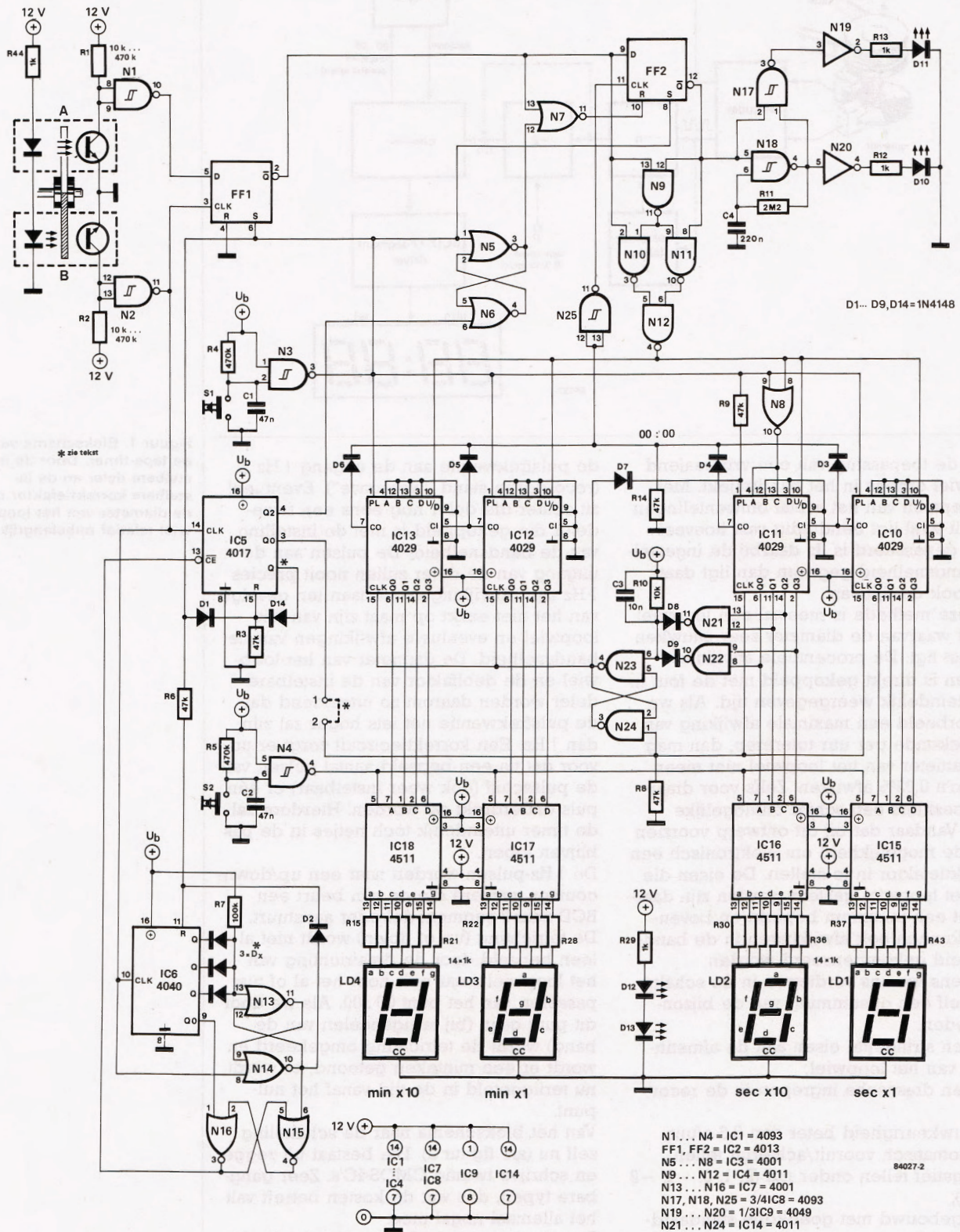
De 1 Hz-pulsen worden naar een up/down-counter gevoerd die op zijn beurt een BCD-naar-7-segment-decoder aanstuurt. De telrichting (up of down) wordt niet alleen bepaald door de draairichting van het loopwiel maar ook door het al of niet passeren van het punt 00 : 00. Als we door dit punt gaan (bij terugspoelen van de band) wordt de telrichting omgekeerd en wordt er een minteken getoond, er wordt nu teruggeteld in de tijd vanaf het nulpunt.

Van het blokschema naar de schakeling zelf nu (zie figuur 2). Die bestaat uit zegge en schrijve twintig CMOS-IC's. Zeer gangbare typen, dus wat de kosten betreft valt het allemaal nogal mee.

De signalen van de fototransistoren in de lichtsluizen worden eerst door schmitt-triggers opgepoetst. Een D-flipflop (FF1) detecteert de draairichting van het loopwiel.  $\bar{Q}$  is "hoog" als de band vooruit loopt.

De pulsen van N2 worden ook naar IC5 gevoerd. Dit is een decimale teller die hier als een instelbare n-deler is geschakeld. De waarde van n die ingesteld moet worden is afhankelijk van de diameter van het loopwiel en het aantal pulsen dat de

Figuur 1. Blokschema van de tape-timer. Door de instelbare deler en de instelbare correctiefactor is de diameter van het loopwiel relatief onbelangrijk.



Figuur 2. En het echte schema. De schakeling is opgezet met CMOS-IC's, het leeuwedeel van het stroomverbruik komt dan ook voor rekening van de LED-displays.

pulsschijf per omwenteling afgeeft. Het is de bedoeling dat uiteindelijk van IC5 pulsen worden afgenomen met een iets hogere frequentie dan 1 Hz. Dat wat teveel wordt afgegeven onderdrukken we straks met het correctiecircuit. Om ook een omschakeling te hebben voor de twee band-

snelheden (19 en 9,5 cm/s; 4,75 cm/s komt op de betere rekorders niet meer voor) kan een tweedeler tussen de punten 1 en 2 geschakeld worden (figuur 3). Op de laagste bandsnelheid moet punt P hoog zijn waardoor de tweedeler buiten werking zal zijn. Wordt nu naar de hoogste

snelheid omgeschakeld (punt P wordt "laag") dan wordt de verdubbeling van de puls-frekventie door de tweedeler teniet gedaan.

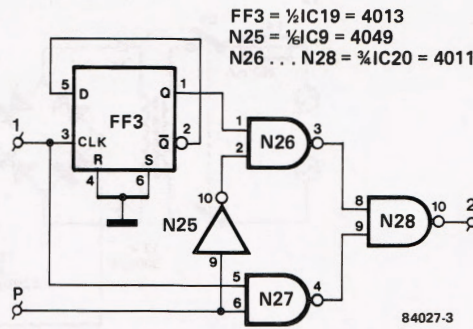
IC6 is het eerder aangehaalde compensatiecircuit. Het is een binaire teller, eveneens geklokt op de pulsen van de pulsschijf, die in samenspel met N13...N16 ervoor zorgt dat na een X aantal pulsen ( $X \leq 4096$ ) een puls van de pulsschijf onderdrukt zal worden. De bedoeling daarvan is dat de gemiddelde frekwentie van het signaal dat naar de up/down tellers gaat exakt 1 Hz zal zijn. Dat onderdrukken van zo'n puls van de pulsschijf gaat via de clock enable-ingang van IC5. Op een gegeven moment zal IC6 tot X geteld hebben. De bij X behorende Q-uitgangen zullen allemaal hoog zijn waardoor punt 13 op N13 eveneens "hoog" zal worden. De flip-flop bestaande uit N13 en N14 wordt geset en punt 10 (N14) wordt "hoog". Daarmee wordt vanzelf IC6 gereset voor de volgende ronde en de flip-flop gevormd door N15 en N16 geset. Punt 3, N16, wordt logisch 1 en zal de volgende klokpuls afkomstig van de pulsschijf voor IC5 onderdrukken. Die volgende klokpuls zal echter wel de flip-flop bestaande uit N13 en N14 resetten, terwijl bij het weer "laag" worden van het kloksignaal Q0 van IC6 "hoog" wordt en de andere flip-flop (N15 en N16) reset. En zo zijn we weer aan het begin.

De 1 Hz pulsen worden naar de in kaskade geschakelde tellers (IC10...IC13) geleid. Meest opvallend hieraan is de presetvoorziening op IC11. Deze trap telt de tientallen seconden en dus moet ervoor gezorgd worden dat op een 5 geen 6 maar een 0 volgt (count up), waarbij ook een carry gegenereerd moet worden voor de minutenteller. Hetzelfde gaat op voor de count down mode: dan volgt er geen 9 maar een 5 op een 0.

De tellers sturen rechtstreeks de BCD-naar-7-segment dekoders. De latch-enable ingangen van deze dekoders worden gebruikt voor het realiseren van een hold-functie. Als op de hold-toets wordt gedrukt tellen de tellers gewoon door maar wordt de op dat moment gedisplayde waarde vastgehouden zodat die bijvoorbeeld rustig genoteerd kan worden.

IC2, IC3 en IC4 zijn voor de vorming van het UP/DOWN signaal. Het al dan niet "hoog" zijn van dit signaal is afhankelijk van de draairichting van het loopwiel (vertaald in een signaal op pen 2, FF1) en van het feit of het nulpunt gepasseerd is. Dat laatste wordt kenbaar gemaakt via de klokingang van FF2. Als de teller door nul gaat terwijl hij in count down mode is, dan wordt de uitgang van FF2 (pen 12) "hoog". Dit heeft tot gevolg dat de tellers via IC4 omgezet worden naar de count up mode (U/D wordt "1") terwijl er via N17...N20 een indicatie gegeven wordt dat er onder nul geteld wordt. In het schema van figuur 2 wordt die min-indicatie gevormd door twee afwisselend knipperende LED's. Dit om een vijfde 7-segments display waarvan alleen het g-segment gebruikt zou worden uit te sparen. In fi-

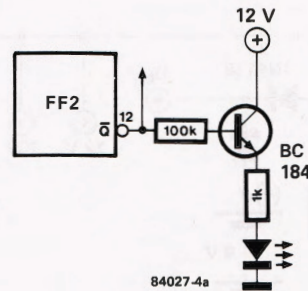
3



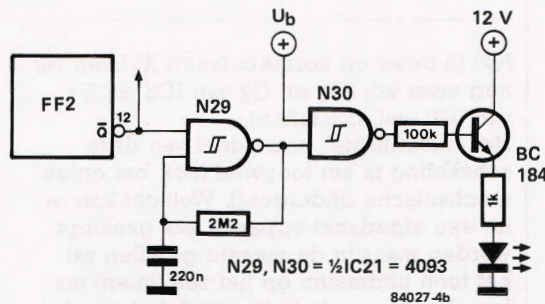
real time bandteller  
elektuur maart 1984

Figuur 3. Door deze schakeling tussen te voegen in de schakeling van figuur 2 (punten 1 en 2), is de timer geschikt voor twee omschakelbare bandsnelheden. P is een punt in de recorder dat "hoog" is bij 9,5 cm/s en "laag" bij 19 cm/s.

4a



4b



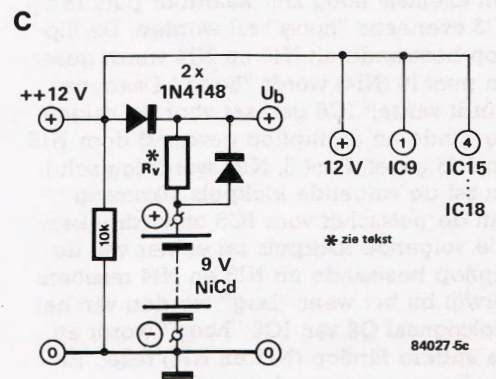
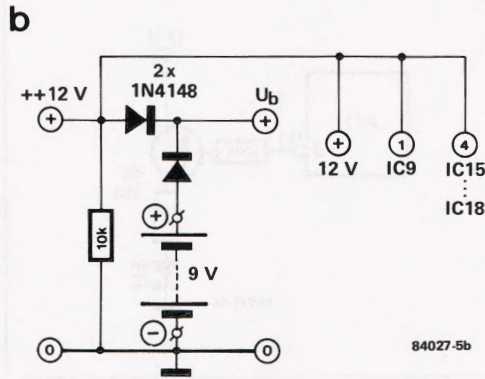
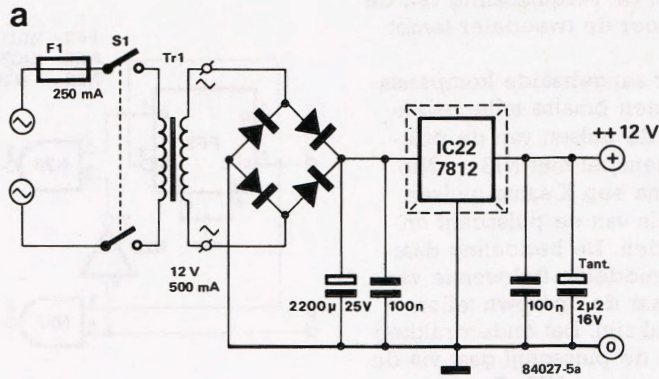
guur 4 staan nog twee andere oplossingen voor de min-indicatie: een direkt aangestuurde en daarom konstant brandende LED en een enkele knipperende LED. De nabouwer mag kiezen!

### Konstruktie

Er is voor deze schakeling geen print in de EPS; ze kan daarom het beste op experimenteerprint opgebouwd worden. Dat heeft het voordeel dat eerst de vorm van de print vastgesteld kan worden, afhankelijk van de beschikbare ruimte in de recorder waar men de timer wil inbouwen. Als de IC's dicht opeengepakt worden heeft men, zonder display, zo'n ruime vierkante decimeter nodig. De verbindingen kunnen eenvoudig met gelakte draad gemaakt worden. De pennummers, aangegeven in figuur 2, kunnen hierbij de leidraad vormen. Turf om vergissingen te voorkomen de gemaakte verbindingen af. De Q-uitgangen van IC5 en

Figuur 4. Diverse suggesties voor een min-indicatie. De uitvoering volgens figuur 4a laat een LED (een minteken) continu branden. De schakeling van figuur 4b laat een LED knipperen. In de oorspronkelijke schakeling (figuur 2) zijn er twee afwisselend knipperende LED's.

5



Figuur 5. De voeding met een apart trafootje (a). Eventueel kan de tellerstand na uitschakelen behouden blijven door gebruik te maken van een batterij (b) of NiCd-cellen (c). Gebruik cellen van het zogenaamde sintertype. De waarde van laadweerstand  $R_V$  wordt berekend met  $R_V = 50/\text{kapaciteit (Ah)}$ .

IC6 (n-deler en korrektiefactor X) laten we nog even vrij ( $Q_0$  en  $Q_2$  van IC5 en  $Q_1$  van IC6 wél aansluiten). Het "moeilijkste" onderdeel van deze schakeling is het loopwiel (ook het enige mechanische onderdeel). Wellicht kan er uit een afgedankt apparaat iets gesloopt worden maar in de meeste gevallen zal het toch uitdraaien op het zelf (laten) maken. Vandaar enkele constructie-hints. In figuur 6 ziet u hoe een en ander verwezenlijkt kan worden. Het gebruik van kogel- of naaldlagertjes valt te prefereren boven een gewoon glijlager. De slip moet namelijk zo klein mogelijk worden en dat vereist een wrijvingsarme lagering. In verband met die slip is het ook ten zeerste aan te bevelen een rubber antislipbandje om het loopwiel te leggen. Het loopwiel moet van een of ander non-ferro metaal gemaakt worden. Messing is mogelijk, maar aluminium is beter omdat het lichter is. Het traagheidsmoment van het loopwiel zal dan kleiner zijn hetgeen weer bevorderlijk is ter voorkoming van slip. De diameter van het loopwiel kan binnen ruime grenzen gekozen worden. We zullen hier een voorbeeld geven ter verduidelijking maar het staat eenieder vrij daar naar eigen inzicht vanaf te wijken. Ga uit van de laagste bandsnelheid, in de meeste gevallen is dat 9,5 cm/s. Stel ook dat we een pulsschijf hebben die twee pulsen per omwenteling opwekt. Als we nu de diameter van het loopwiel 15,0 mm kiezen (omtrek =  $\pi \cdot d = 47,12$  mm) dan zal het loopwiel per seconde 2,016 omwente-

lingen maken. Omdat er twee pulsen per omwenteling worden afgegeven zijn dat 4,03 pulsen per seconde, iets meer dan vier dus. De n-deler (IC5) wordt daarom een vierdeler (figuur 7) waartoe de  $Q_4$  uitgang met de reset-ingang verbonden moet worden. Omdat een 4017 over 10 gedecodeerde uitgangen beschikt ( $Q_0 \dots Q_9$ ), is het mogelijk n in te stellen op een waarde tussen 1...10. Om de goede werking van de schakeling te garanderen moet n echter groter dan of gelijk aan 2 gekozen worden. Verder is het ten behoeve van de nauwkeurigheid waarmee de korrektiefactor ingesteld kan worden, aan te raden om ervoor te zorgen dat de pulsschijf net iets meer (maar niet al te veel) dan een *geheel* aantal pulsen per seconde afgeeft. De weerstandswaarde van R1 en R2 moet experimenteel bepaald worden, en wel zodanig dat de spanningssprong op de kollektor van de lichtsluistransistor zo groot mogelijk is. De plaatsing van de lichtsluizen is, zoals gebruikelijk bij dit soort toepassingen, "90° faseverschoven" ten opzichte van elkaar. Dat betekent dat de ene zich juist in een licht/donker-overgang moet bevinden terwijl de andere midden in een veld zit. De enige elektrische verbinding met de recorder is punt P (hoog bij 9,5 cm/s, laag bij 19 cm/s). Wellicht is er op de bandsnelheidskeuzeschakelaar nog een contact vrij. Als het omschakelen van snelheid een louter mechanische zaak is, kan met enige handigheid wel ergens een

