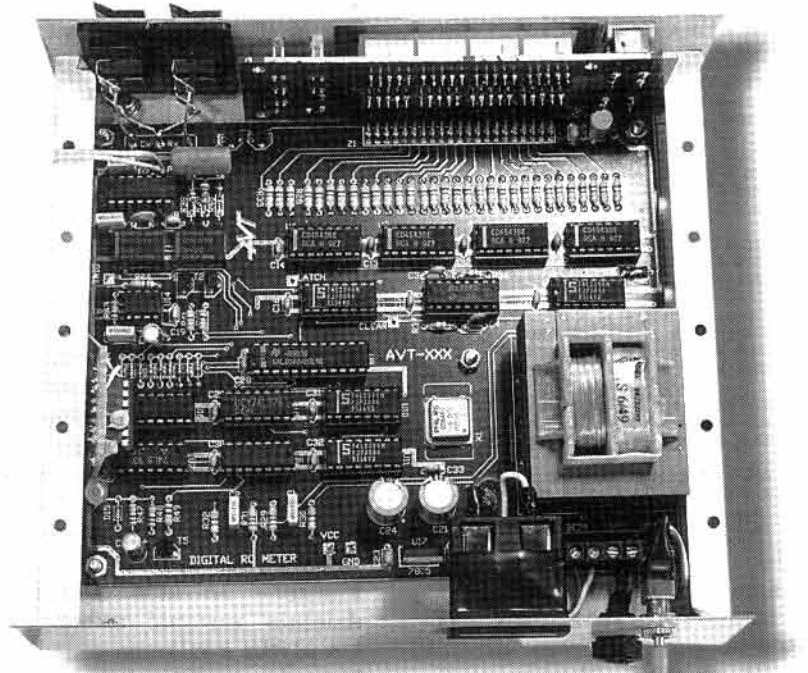


Cyfrowy miernik R i C, część 2

kit AVT-279

Drugą część artykułu poświęcamy szczegółowemu omówieniu przebiegu cyklu pomiarowego miernika, oraz wyjaśnieniu zasady działania układu GAL20V8, który został opracowany specjalnie na potrzeby tego projektu. Za miesiąc, w ostatniej części artykułu, skupimy się na przedstawieniu sposobu montażu i uruchomienia miernika.



Przejdźmy do omówienia zasady działania i funkcji jaką spełnia

układ logiczny U8

Układ ten został specjalnie zaprojektowany do naszego urządzenia. Spełnia on wszystkie omówione wcześniej funkcje, sterując pracą całego urządzenia.

W strukturze kostki U8 znajduje się układ kombinacyjny złożo-

ny z kilkudziesięciu wielowejściowych bramek logicznych, połączonych w sposób zgodny z założeniami projektowymi i działaniem urządzenia. Oto znaczenie poszczególnych wyprowadzeń:

✓ **wejścia:**

- A, B, C - wejścia numeru zakresu pomiarowego (z licznika U7),
- R/C - wejście informujące o po-

Tab.2. Tabela prawdy dla układu U8.

Pomiar rezystancji														
zakres	PWRST	IC	IB	IA	R/C	DP1	DP2	DP3	PK1	PK2	RST	FOUT	GATE	
1kΩ	1	0	0	0	0	0(1)	0(1)	1(0)	1	1	0	M10	A556	
10kΩ	1	0	0	1	0	1(0)	0(1)	0(1)	1	1	0	M1	A556	
100kΩ	1	0	1	0	0	0(1)	1(0)	0(1)	1	1	0	k100	A556	
1MΩ	1	0	1	1	0	0(1)	0(1)	1(0)	1	1	0	k10	A556	
10MΩ	1	1	0	0	0	1(0)	0(1)	0(1)	1	1	0	k1	A556	
reset	1	1	0	1	0	0(1)	0(1)	0(1)	1	1	1	0	0	
Pomiar pojemności:														
10nF	1	0	0	0	1	1(0)	0(1)	0(1)	0	0	0	M10	A556&/B556	
100nF	1	0	0	1	1	0(1)	1(0)	0(1)	0	0	0	M1	A556&/B556	
1μF	1	0	1	0	1	0(1)	0(1)	1(0)	0	0	0	k100	A556&/B556	
10μF	1	0	1	1	1	1(0)	0(1)	0(1)	0	1	0	k100	A556&/B556	
100μF	1	1	0	0	1	0(1)	1(0)	0(1)	0	1	0	k10	A556&/B556	
1μF	1	1	0	1	1	0(1)	0(1)	1(0)	1	0	0	k10	A556&/B556	
reset	1	1	1	0	1	0(1)	0(1)	0(1)	0	0	1	0	0	
Reset po włączeniu zasilania:														
PwrON	0	?	?	?	?	0(1)	0(1)	0(1)	0	0	1	00		

```
GATE = R/C & !IB & IC & PWRST & A556 & !B556
# !R/C & !IA & !IB & IC & PWRST & A556
# R/C & !IC & PWRST & A556 & !B556
# !R/C & !IC & PWRST & A556 ;
```

```
FOUT = R/C & !A & !B & !IC & PWRST & K100
# !R/C & !IA & !IB & IC & PWRST & K1
# !R/C & !A & !B & !IC & PWRST & K10
# R/C & !IB & IC & PWRST & K100
# !IA & !B & !IC & PWRST & K100
# !A & !IB & !IC & PWRST & M1
# !IA & !IB & !IC & PWRST & M10 ;
```

```
RST = R/C & !IA & !B & IC & PWRST
# !R/C & !A & !IB & IC & PWRST
# !PWRST ;
```

```
PK2 = R/C & !IA & !IB & IC & PWRST
# R/C & !A & !B & !IC & PWRST
# !R/C & !IB & IC & PWRST
# !R/C & !IC & PWRST ;
```

```
PK1 = R/C & !A & !IB & IC & PWRST
# !R/C & !IB & IC & PWRST
# !R/C & !IC & PWRST ;
```

```
DP3 = R/C & !A & !IB & IC & PWRST
# R/C & !IA & !B & !IC & PWRST
# !R/C & !A & !B & !IC & PWRST
# !R/C & !IA & !IB & !IC & PWRST ;
```

```
DP2 = R/C & !IA & !IB & IC & PWRST
# R/C & !A & !IB & !IC & PWRST
# !R/C & !IA & !B & !IC & PWRST ;
```

```
DP1 = R/C & !A & !B & !IC & PWRST
# R/C & !IA & !IB & !IC & PWRST
# !R/C & !IA & !IB & !IC & PWRST
# !R/C & !A & !B & !IC & PWRST ;
```

List.1.

- miarze Cx lub Rx,
- 10M, 1M, 100k, 10k, 1k - wejścia multiplexera częstotliwości wzorcowych,
- 556A - wejście impulsu z uni-wibratora pomiarowego U15a,
- 556B - wejście impulsu z uni-wibratora zerowania U15b,
- PWRST - wejście sygnału resetu po włączeniu zasilania miernika.

✓ **wyjścia:**

- DP1, DP2, DP3 - wyjścia sterowania kropkami dziesiętnymi wyświetlacza (aktywne 0 dla wspólnej anody, lub 1 dla wspólnej katody),
- FOUT - wyjście częstotliwości wzorcowej (z multiplexera wejść) właściwej dla danego zakresu pomiarowego (patrz tabela 1),
- GATE - sygnał bramkowania licznika wyświetlacza,
- PK1, PK2 - sygnały sterujące załączaniem przekaźników elementów wzorcowych.

Zależności pomiędzy wejściami i wyjściami najłatwiej prześledzić w tabeli 2.

Stany logiczne ujęte w nawiasach odnoszą się do wersji układu sterującej wyświetlaczami LED o wspólnej anodzie. Znaki „?” oznaczają „dowolny stan logiczny na wejściu. Wyjścia: GATE oraz FOUT „przenoszą” odpowiednie sygnały logiczne lub ich kombinacje, np. przy pomiarze pojem-

ności na wyjściu GATE jest sygnał = A556&B556 co odpowiada odjęciu A556 - B556 itd.

Bardziej doświadczeni czytelnicy z pewnością zauważą duże skomplikowanie struktury kombinacyjnej „zaszytej” we wnętrzu U8. Zastosowanie zamiast U8 standardowych układów np. TTL zmusiłoby do użycia co najmniej 10-ciu dodatkowych kostek, co ogromnie powiększyłoby płytke drukowaną. Z drugiej strony zastosowanie do tzw. „automatyki” przyrządu popularnych niegdyś przełączników wielosegmentowych „ISOSTAT” zmniejszyłoby wygodę i estetykę przyrządu.

Dla miłośników projektowania układów cyfrowych zamieszczamy na listingu 1 równania logiczne opisujące zależności pomiędzy wejściami i wyjściami układu U8 (wersja dla układu wyświetlaczy ze wspólną katodą). Nie jest wykluczone że ktoś zechce samodzielnie zastąpić układ logiczny U8 płytką z kilkoma układami scalonymi.

Zapominalskim przypominam iż znak „#” oznacza sumę logiczną, zaś „&” - iloczyn, a „!” - negację. W przypadku zastosowania wyświetlaczy o wspólnej anodzie należy pamiętać o dodatkowym zaniegowaniu sygnałów wyjściowych: DP1, DP2, DP3.

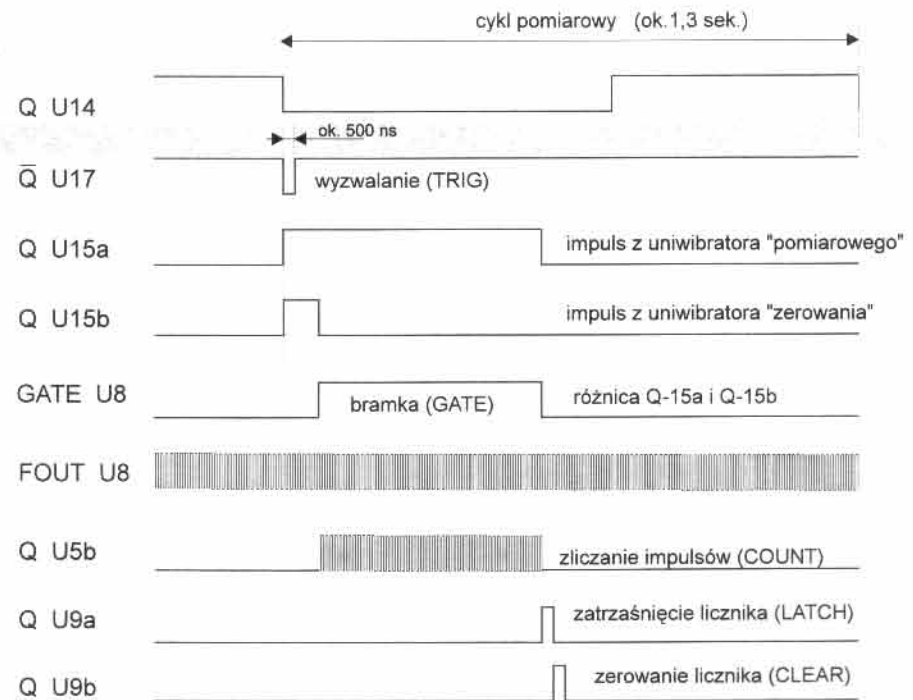
Dla leniwych przypominam iż układ U8 wchodzi w skład kitu oraz że można go zamówić oddzielnie wraz z płytką drukowaną (należy wtedy podać wersję dla współpracy z wyświetlaczami o wspólnej anodzie - wersja „WA” lub katodzie - wersja „WK”).

Cykl pomiarowy

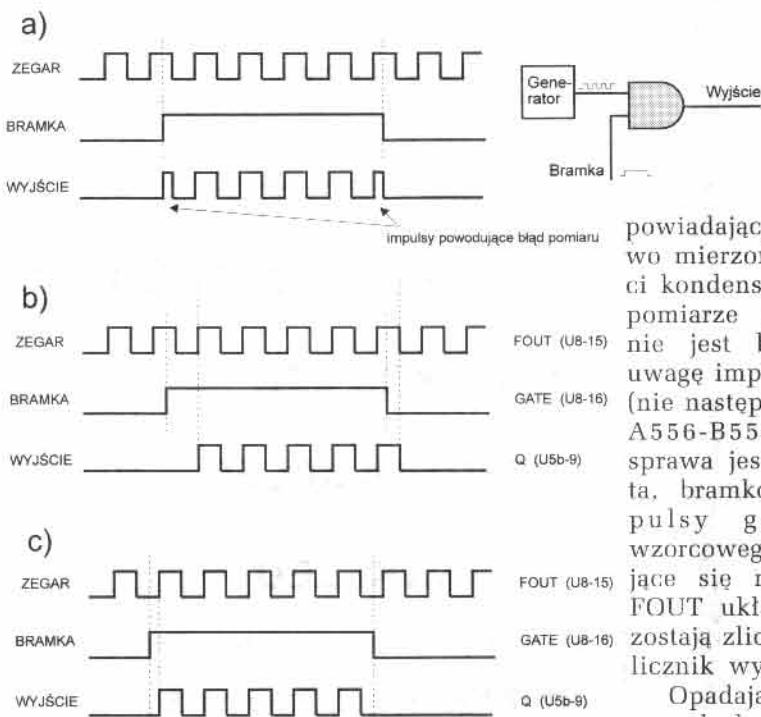
Po zakończeniu omawiania poszczególnych bloków miernika przejdźmy do analizy pracy. Rys.4 przedstawia przebiegi czasowe w charakterystycznych punktach układu.

Jak wcześniej wspomniano cykl pomiarowy wykonywany jest co ok. 1,3 sekundy za sprawą układu U14 - multiwibratora, którego elementy R43, R44, C10 zostały dobrane aby uzyskać wymaganą przerwę między pomiarami. Czas ten został wyznaczony na podstawie maksymalnego czasu bramkowania podczas pomiaru kondensatora o maksymalnej mierzonej przez przyrząd pojemności czyli 1mF (1000µF). Czas pomiaru wynosi wtedy około 1 sekundy. Pozostawiony margines: 0,3 sekundy zapobiega błędnej pracy miernika.

Jedynie przy pomiarze rezystancji powyżej 1MΩ cykl pomiarowy ulega wydłużeniu ze względu na dłuższy czas generacji impulsu z U14 (do prawie 10s



Rys. 4. Charakterystyczne przebiegi czasowe.



Rys. 5. Zasada synchronizacji sygnału wzorcowego.

przy pomiarze R_x bliskiej $10M\Omega$).

Pomiar rozpoczyna się od rozpoczęcia się w momencie opadającego zbocza sygnału z wyjścia Q układu U14. Sygnał ten wyzwala uniwersalator U17, który w odpowiedzi generuje na wyjściu /Q krótki impuls o czasie trwania ok. 500ns, wyzwalający właściwe uniwersalatory - pomiarowy i zerowania. Zastosowanie tego układu zostało podyktowane faktem iż do prawidłowej pracy układów serii '555, w układach generacji impulsów, musi być spełniony następujący warunek: impuls wyzwalający układy musi być krótszy od impulsu wygenerowanego na wyjściu. Ponieważ w naszym mierniku najkrótsze czasy impulsu generowane przez układ U15 są rzędu mikrosekund, dlatego impuls wyzwalający ma założoną długość. Wykonanie układu multiwibratora, który by dawał na wyjściu tak krótkie impulsy w długich (1,3 sek.) odstępach czasu jest niemożliwe za pomocą jednej kości '555.

Zatem impuls wyzwalający (TRIG) uaktywnia wspomniane U15a i U15b. Sygnały z wyjść: jeden pomiarowy drugi zerowania trafiają do wejść U8 gdzie są odejmowane, tak aby na wyjściu GATE układu U8 uzyskać impuls bramkowania o czasie trwania od-

powiadającym liczbowo mierzonej wartości kondensatora. Przy pomiarze rezystancji nie jest brany pod uwagę impuls z U15b (nie następuje odjęcie A556-B556). Dalej sprawa jest już prosta, bramkowane impulsy generatora wzorcowego, pojawiające się na wyjściu FOUT układu U8 są zliczone przez licznik wyświetlacza.

Opadające zbocze sygnału bramkowania (GATE) wyzwala uniwersalator U9a, który generuje krótki im-

puls zatrzymujący (LATCH) zawartość liczników w dekodernach wyświetlacza. Wynik pomiaru zostaje zapamiętany i wyświetlony do następnego cyklu pomiarowego. Z kolei opadające zbocze impulsu LATCH wyzwala drugi uniwersalator U9b, który na koniec generuje taki sam impuls jak LATCH ale kasujący zawartość liczników wyświetlacza (CLEAR). Na płycie drukowanej wyprowadzono do pinów kontrolnych te sygnały, toteż bardziej dociekliwi Czytelnicy będą mieli możliwość łatwiejszej analizy układu podczas uruchamiania.

Na tym kończy się cykl pomiarowy miernika. Następny rozpocznie się podczas następnego zbocza opadającego z generatora wyzwalania U14.

Na rys.5 przedstawiona jest zasada synchronizacji sygnału z generatora wzorcowego z sygnałem bramkowania. W tradycyjnych, bardzo często występujących opracowaniach np. częstościomierzy, bramkowanie licznika wyświetlacza odbywa się przy użyciu pojedynczej bramki AND lub NAND w zależności od układu. Jak widać na rys 5a w najbardziej niekorzystnej sytuacji licznik zliczy oprócz „całych” impulsów, także impulsy zniekształcone, zaznaczone na ry-

sunku, które wprowadzają błąd, często objawiający się migotaniem cyfry na ostatniej pozycji wyświetlacza. Powód jest prosty, licznik zlicza o jeden impuls za dużo lub za mało.

Rozwiązaniem tej sytuacji jest zastosowanie układu przerzutnika D (U5b) wraz z bramką OR (U6c) jak na schemacie elektrycznym z rys.3. Układ ma tę właściwość że nie zniekształca (obcina) sygnału z wzorca częstotliwości. Tak więc przy jednakowych i stabilnych sygnałach bramkowania nie ma mowy o błędzie +/- 1 cyfra. Na rys.5 b i c przedstawiono 2 przypadki, kiedy sygnał bramkowania pojawia się w trakcie stanu aktywnego (wysokiego) impulsów wzorcowych, w tym przypadku impuls rozpoczęty jest ignorowany, natomiast przy końcu bramkowania jeżeli w momencie opadającego zbocza „bramki” sygnał zegarowy jest aktywny (impuls) to nie zostaje on zniekształcony.

W tym miejscu należy się naszym Czytelnikom wyjaśnienie. Zastosowanie układu synchronizacji w naszym rozwiązaniu praktycznie nie ma znaczenia w przypadku pomiaru kondensatorów o dużych pojemnościach. Związane jest to z ich dużą upływnością, a także ze stabilnością samego generatora wzorcowego X1 oraz uniwersalatorów pomiarowego i zerowania - układ U15. Jakkolwiek podczas pomiaru małych pojemności te rozwiązanie ma swoją zaletę bowiem eliminuje migotanie ostatniej cyfry, na wyświetlaczu. Z drugiej strony autor zastosował takie rozwiązanie, ponieważ został mu „w zapasie” jeden wolny przerzutnik (drugi obsługuje klawisz R/C) oraz bramka OR w postaci U6c. Dzięki merytorycznemu przedstawieniu tego problemu, niektórzy Czytelnicy zapoznali się z innym sposobem rozwiązania sprawy synchronizacji w miernikach czasu lub okresu, i być może w przyszłości zastosują prezentowane rozwiązanie w swoich konstrukcjach. Autor przeprowadził testy częstościomierza z takim właśnie układem oraz bez, z zastosowaniem wysokostabilnego generatora testowego, w wyniku czego otrzymał odczyt pomiaru częstotliwości nie obciążony błędem wyświetlania wyniku.

Sławomir Surowiński, AVT