



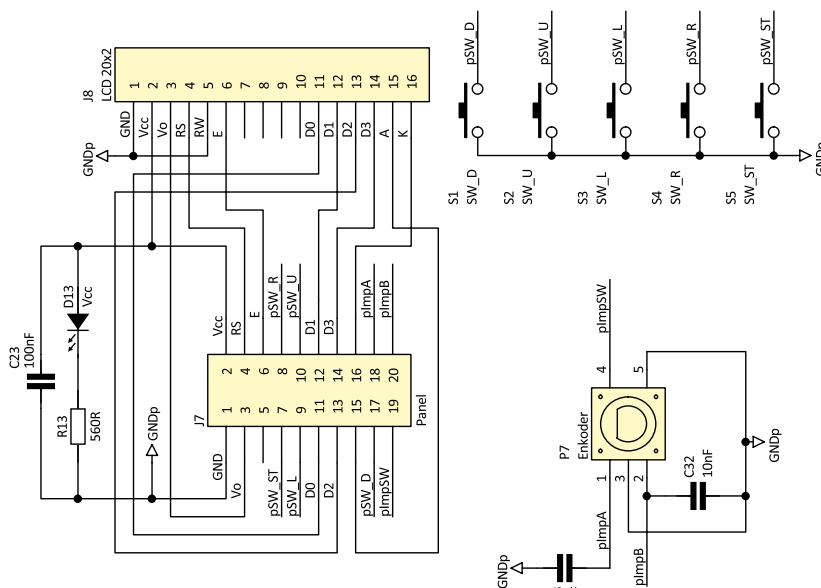
Generator DDS 1 MHz

W Internecie można znaleźć wiele rozwiązań generatorów DDS opartych o mikrokontroler AVR Atmega16. Zmontowane generatory można kupić za mniej niż 100 zł. Jednak mankamentem większości tanich DDS-ów z mikrokontrolerem jest maksymalna częstotliwość przebiegu wyjściowego wynosząca 65 kHz, a kolejnym konieczność wyłączenia generatora w czasie zmiany parametrów. Dużym błędem jest stosowanie drabinki R-2R, która wykonana nawet z 1% rezystorów nie zapewnia dobrej liniowości. Brakuje opcji współpracy z komputerem, możliwości ładowania własnych wzorców przebiegów. Zaprezentowany projekt jest wersją HighEnd popularnej konstrukcji, którą można znaleźć w Internecie.

Rekomendacje: generator przyda się w warsztacie każdego elektronika i serwisanta.

Generator składa się z czterech płytek: zasilacza, płyty generatora, panelu i maskownicy. Płytki są przystosowane do montażu w obudowie CP35-15-33.

ZASILACZ Zasilacz ma typową budowę – wykonano go z użyciem układów scalonych stabilizatorów liniowych. Od zastosowanego transformatora zależy maksymalne napięcie wyjściowe generatora. Wyższe napięcie wymusi konieczność zastosowania radiatorów. Aby uzyskać ± 0 V wystarczy TS8/10/1. Niestety, dodanie offsetu 5 V wymaga napięcia wyjściowego ± 15 V. Biorąc pod uwagę maksymalne napięcie wyjściowe wzmacniacza operacyjnego, układ należałoby zasilić z ± 17 V. Trzeba pamiętać, że dla większości wzmacniaczy, maksymalne napięcie zasilania to 36 V (± 18 V). Mniejsze napięcie zasilające spowoduje obciążenie wierzchołków przebiegu.



Rysunek 1. Schemat ideowy panelu

REKLAMA

Specjalistyczne szkolenia
dla elektroników
i automatyków



techdays@techdays.pl
TECHDAYS.PL

CERTYFIKOWANY
PARTNER
SZKOLENIOWY

ST
life augmented

DODATKOWE MATERIAŁY DO POBRANIA ZE STRONY:

www.media.avt.pl

W ofercie AVT*

AVT-5625

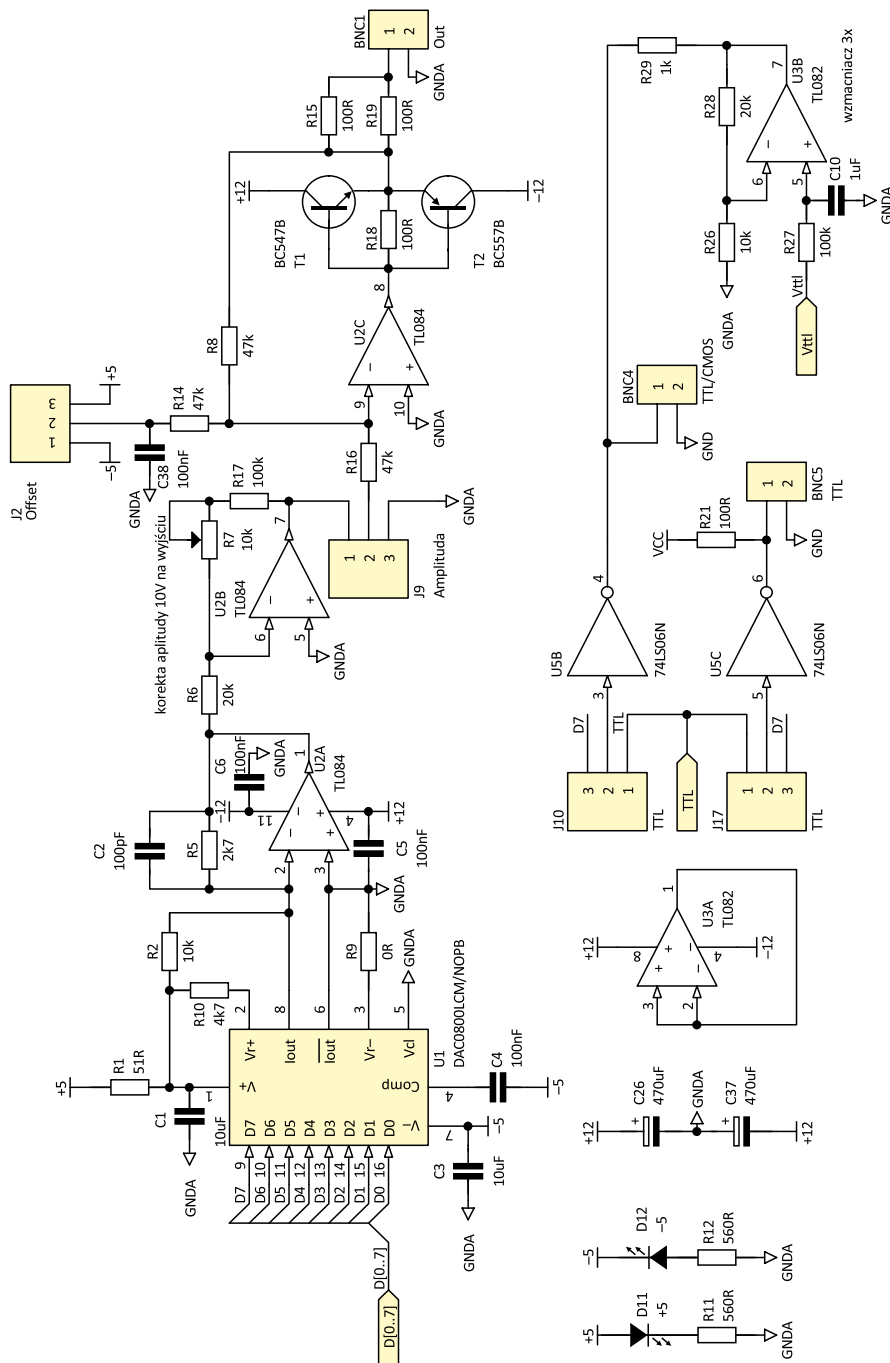
Podstawowe informacje:

- Maksymalna częstotliwość wyjściowa 100 kHz, przy czym jest możliwa praca do prawie 1 MHz.
- Po włączeniu (resecie) generator pracuje.
- Przetwornik DAC-0800.
- Ładowanie kilku własnych przebiegów do Flash.
- Obsługa za pomocą impulsatora:
- zmiana częstotliwości podczas pracy generatora,
- wybór parametru (częstotliwości, napięcie wyjścia HF),
- szybka zmiana kroku (delty) częstotliwości (przycisk).
- Klawiatura i impulsator działają podczas pracy generatora (zmiana parametrów on-line).
- Wyjście HF jest aktywne cały czas, także podczas generowania innych przebiegów na wyjściu LF. Regulowany podzielnik od 2 do 256 umożliwia uzyskanie częstotliwości w zakresie 39,0625 kHz...10 MHz).
- Ustawianie napięcia wyjściowego HF i zapis napięcia w EEPROM.
- Regulacja Amplitudy (± 5 V lub ± 10 V) i offsetu (± 5 V).
- Wyjście LF o rezystancji 50 Ω .
- Wyjście HF z napięciem ustawianym z menu w zakresie 0...15 V.
- Wyjście TTL z przebiegiem jak na HF o amplitudzie 5 V.
- Duży wyświetlacz – 2x20 znaków.
- Izolowany galwanicznie port USB.
- Sterowanie terminalem VT100 przez USB.
- Wirtualny LCD w terminalu.
- Cztery wersje językowe (polska, czeska, angielska, niemiecka).
- Wszystkie ustawienia zapamiętywane w EEPROM (także krok zmiany częstotliwości).

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

- Generator na 19 kanał CB (27,180 MHz, modulacja AM 1 kHz) (EP 8/2017)
- Generator 3,686 MHz z modulacją AM sygnałem 1 kHz (EP 5/2017)
- AVT-5580 Generator DDS na zakres 1 Hz...40 MHz z wobulatorem (EP 2-3/2017)
- AVT-5444 Generator DDS (EP 4/2014)
- AVT-3078 Generator DDS 50 MHz (EdW 11/2013)
- AVT-5418 Cyfrowy generator sygnału prostokątnego (EP 10/2013)
- AVT-1728 Generator HF z powielaniem częstotliwości (EP 3/2013)
- AVT-5155 Generator DDS (EP 10-11/2008)
- AVT-1474 Generator fali prostokątnej o regulowanym współczynniku wypełnienia (EP 8/2008)

* **Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. **Wymagana umiejętność lutowania!** Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie Kitem (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
 • wersja [C] zamontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
 • wersja [A] płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacja
 Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, posiadają następujące dodatkowe wersje:
 • wersja [A+] płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
 • wersja [UK] zaprogramowany układ
 Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>

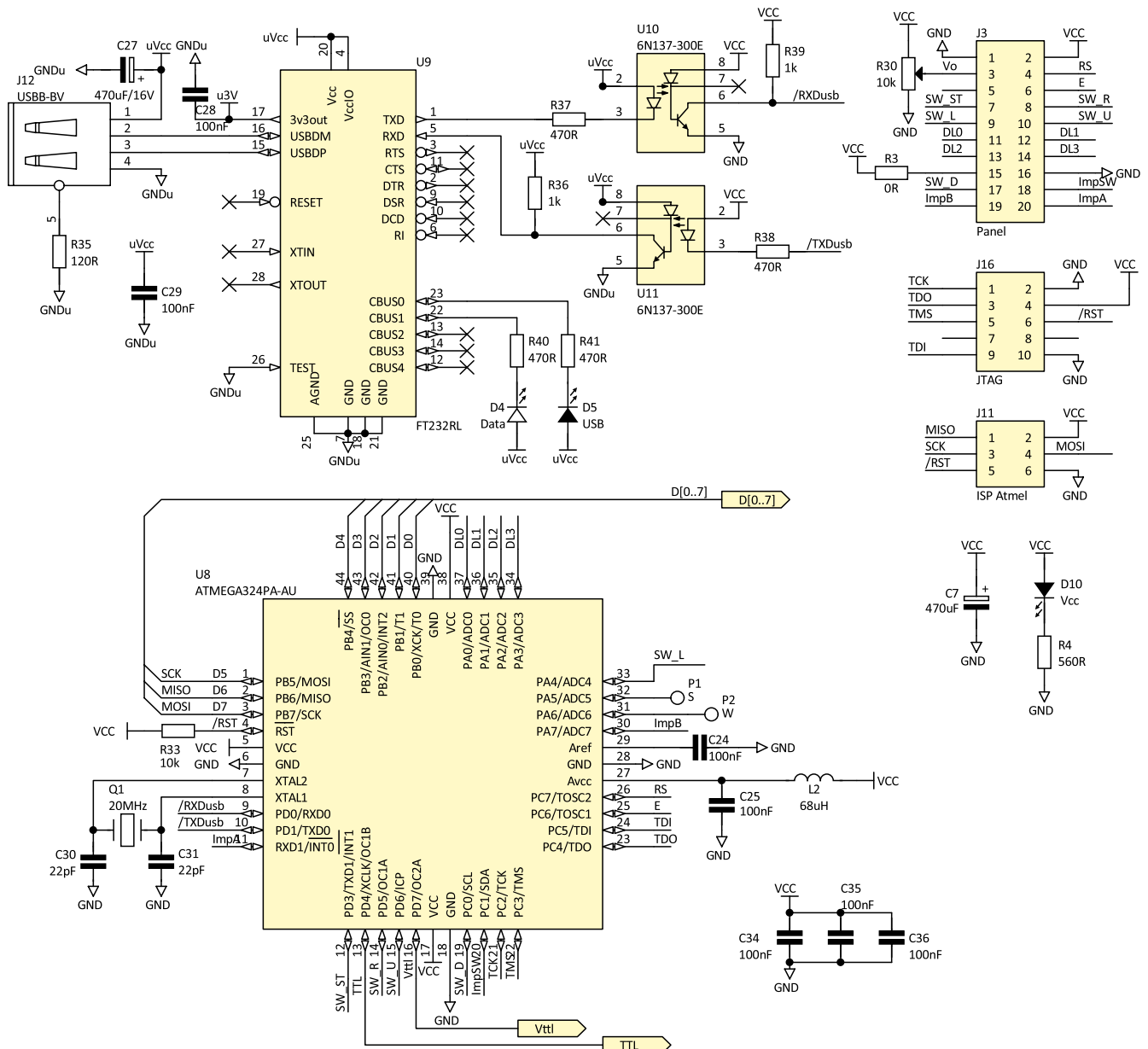


Rysunek 2. Schemat ideowy części analogowej generatora

PANEL I PŁYTKA CZOŁOWA Schemat ideowy panelu pokazano na **rysunku 1**. Zamontowano na nim wyświetlacz, enkoder, przyciski klawiatury, złącze do połączenia panelu z płytą generatora. Ponadto, przykręcono do niego potencjometry regulacji amplitudy sygnału i offsetu. Do płyty czolowej zamocowane są gniazda sygnału wyjściowego LF i HF (TTL/CMOS). Oprócz tego umieszczono na niej opisy.

PŁYTKA GENERATORA Schematy ideowy części analogowej i cyfrowej generatora pokazano na **rysunku 2 i 3**. Zamontowano na niej mikrokontroler AtMega324 taktowany zegarem 20 MHz. Komunikację z komputerem zapewnia FT230 odizolowany od generatora transoptorami. „Sercem” części analogowej generatora jest przetwornik DAC-08.

Układ U2A spełnia rolę konwertera prąd-napięcie. Układy U2B i U2C umożliwia regulację amplitudy i offsetu, przy czym U2C steruje końcówką mocy złożoną z tranzystorów T1 i T2 umożliwiającysterowanie obciążenia 50 Ω . Trzeba mieć świadomość, że przy obciążeniu 50 Ω (razem z rezystorem R15 i R19) 100 Ω przy amplitudzie 8 V przez tranzystory popłynie prąd o natężeniu 80 mA. Wydzieli się w nich moc 0,64 W. Tranzystory zastosowane w urządzeniu mogą rozproszyć 0,6 W mocy, więc praca w tych warunkach nie jest zalecana. Bez problemu będą pracować z obciążeniem 50 Ω przy 5 V, lub 400 Ω przy 15 V. Jeśli jest wymagana praca z obciążeniem 50 Ω przy amplitudzie 15 V, tranzystory należy wymienić na „mocniejsze”.



Rysunek 3. Schemat ideowy części cyfrowej generatora

Bramki układu U5 buforują sygnał HF lub bit D7 przetwornika DAC-08 (wybór zworami). Wzmacniacz U3B zamienia sygnał PWM na napięcie używane do wysterowania wyjścia HF (TTL/CMOS). Na tym wyjściu można uzyskać przebieg o częstotliwości do ok. 1 MHz. Przebieg o wyższej częstotliwości może być zniekształcony – takie przebiegi najlepiej pobierać z wyjścia bramki U5C.

Ze względu na to, że złącza do zasilacza i panelu mają po 20 wyprowadzeń, aby

uniknąć pomyłki wyciągnięto z nich niektóre piny tworząc klucze (na schemacie opisane KEY). We wtyku do taśmy piny te są zaślepione. Łatwo się domyśleć, czym by się skończyło dołączenie wtyku zasilającego (± 15 V) do gniazda panelu na płytce generatora (maksymalne napięcie zasilające 7 V).

Montaż i uruchomienie:

Montaż rozpoczynamy od zasilacza (rysunek 4) stanowiącego odrębny moduł. W taśmie łączące zasilacz z generatorem należy zaślepić pin nr 9. W gnieździe J15 nie lutujemy pinu 9 (należy do wyciągnąć) tak samo, jak w J3 na płytce generatora. Zasilacz może mieć oddzielone zasilanie obwodów cyfrowych i analogowych, ale wymaga to transformatora z trzema uzwojeniami wtórnymi.

W prototypie użyto transformatora z dwoma uzwojeniami wtórnymi (M1 nie jest używany). Budowę zasilacza można jeszcze uprościć i nie montować U4. Zamiast

tego połączyć dławikiem Vcc z 5 V (C13, C14 można pominąć, C17, C21 należy zostawić).

W kolejnym kroku montujemy panel czolowy oraz płytę wyświetlacza, przycisków i potencjometrów (rysunek 5). Aby zapewnić niski montaż, wyświetlacz jest wlutowany

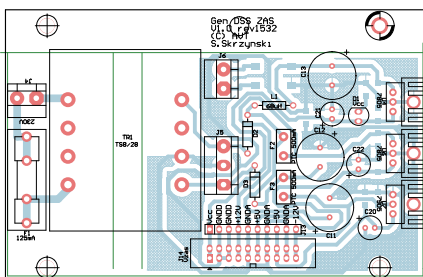
REKLAMA

Specjalistyczne szkolenia dla elektroników i automatyków

TECHDAYS

techdays@techdays.pl

CERTYFIKOWANY PARTNER SZKOLENIOWY



Rysunek 4. Schemat montażowy zasilacza

w płytce za pośrednictwem listwy goldpin (bez gniazda). Przyciski miniaturowe pełniące funkcję klawiatury powinny mieć długość osi (15...19 mm). Do potencjometrów i gniazd BNC lutujemy przewody ekranowane. Można je zakończyć złączami, np. TB-5.0-PP-2 + TB-5.0-PIN (takie rozłączalne

ARK) lub wlotować w płytę generatora po jej uruchomieniu.

Po zmontowaniu zasilacz i panelu, montujemy płytkę generatora – jej schemat montażowy pokazano na **rysunku 6**. Jej montaż jest typowy i nie odbiega stopniem skomplikowania od podobnych płytek z mikrokontrolerem. Po zakończeniu jej montażu jesteśmy gotowi do uruchomienia generatora.

Uruchamianie płyty generatora najlepiej rozpocząć od części cyfrowej. Jeśli interfejs USB nie będzie używany, można pominąć montaż elementów z nim związanych. Do przetestowania części cyfrowej wystarczy połączenie płyty generatora z płytą wyświetlacza i klawiatury oraz

Z menu wybieramy regulację amplitudy sygnału HF (**rysunek 8**). Zmieniając napięcie kontrolujemy je na wyprowadzeniu 7 układu U3B. Należy mieć na uwadze to, że jeśli zasilacz nie dostarczy odpowiednio wysokiego napięcia, nie da się uzyskać na wyjściu HF napięcia 15 V. W menu „Wyjście HF” (**rysunek 9**) ustawiamy różne częstotliwości i kontrolujemy je na wyjściu HF (J10 musi mieć zwarte piny 1-2). Przykładowe oscylogramy, dla napięcia ustawionego na 3,3 V pokazano na **rysunkach 10...13**. Już przy częstotliwości 1 MHz widać długi czas narastania sygnału oraz jego odbicia na opadającym zboczcu (kabel pomiarowy 50 Ω/1 metr). Dużo lepiej wygląda sygnał na wyjściu TTL (zakładając zwarcie

Wykaz elementów:

Rezystory: (SMD 1206)

- R1: 51 Ω
- R2, R26, R33: 10 kΩ
- R3, R9, ZW1, ZW2: 0 Ω
- R4, R11, R12: 560 Ω
- R13, R31: 100 Ω
- R6, R28: 20 kΩ
- R7, R30: 10 kΩ (pot. montażowy)
- R8, R14, R16: 47 kΩ
- R29, R36, R39: 1 kΩ
- R5: 2,7 kΩ
- R10: 4,7 kΩ
- R15, R18, R19, R21: 100 Ω
- R17, R27: 100 kΩ
- R35: 120 Ω
- R37, R38, R40, R41: 470 Ω

Kondensatory:

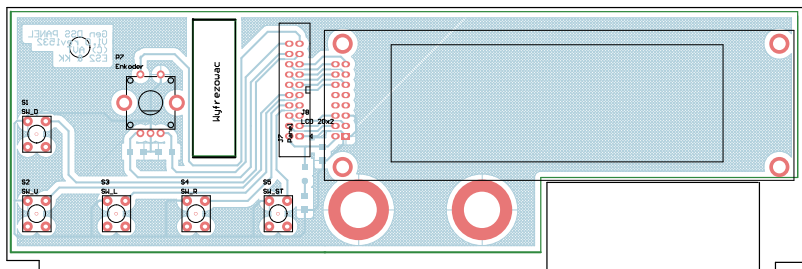
- C1, C3: 10 μF (SMD 1206, ceram.)
- C2: 100 pF (SMD 1206, ceram.)
- C4...C6: 100 nF (SMD 1206)
- C7, C20...C22, C26, C37: 470 μF (CE6.3/2.5)
- C10: 1 μF (SMD 1206)
- C11...C13: 2200 μF (CE13/5)
- C30, C31: 22 pF (SMD 1206)
- C32, C33: 10 nF (SMD 1206)
- C14...C19, C23...C25, C28, C29, C34...C36, C38: 100 nF
- C27: 470 μF/16 V (CE6.3/2.5)

Półprzewodniki:

- U1: DAC0800LCM/NOPB (SO-16)
- U2: TL084 (SO-14)
- U3: TL082 (SO-8)
- U4, U6: 7805
- U5: 74LS06N (DIP14)
- U7: 7905
- U8: ATmega324PA-AU (PQFP44)
- U9: FT232RL (SSOP-28)
- U10, U11: 6N137-300E
- T1: BC547B
- T2: BC557B
- D2, D3: 1N4007
- D4: dioda LED żółta
- D1, D5, D10...D13: dioda LED zielona
- M1: DF06S DF06S Mostek Prostowniczy

Inne:

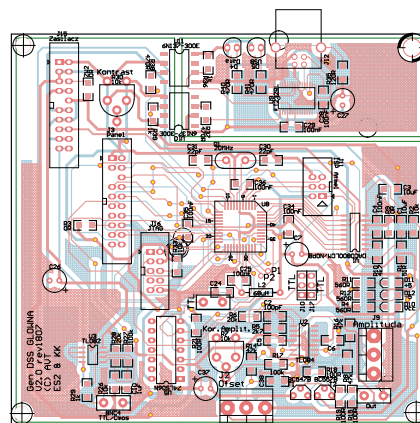
- P7: Enkoder z przyciskiem
- TR1 TS8/10/1 Transformator Sieciowy
- Q1 20 MHz HC49_HC49S Crystal
- F1 125 mA Bezpiecznik 5×20 z oprawą
- F2 F3: PTC 500 mA
- L1 L2: 68 μH THT
- S1...D5: Mswitch 5×7 przycisk 15..19 mm
- J3 J7 J14 J15: IDC20MLP
- J4 J6 ARK2
- J2 J9: ARK3 + potencjometr 10k liniowy dtuga ośka
- J11: IDC6MLP
- J16: IDC10MLP
- J8: LCD 2×20 + goldpin 2×8
- J10 J17: goldpin 1×3 + juper
- J12: Gniazdo USB-B kątowe
- BNC1 BNC4 BNC5 ARK2 + Gniazdo BNC na panel
- Przewód ekranowany 50R 1 m
- Podstawka precyzyjna 14 pin



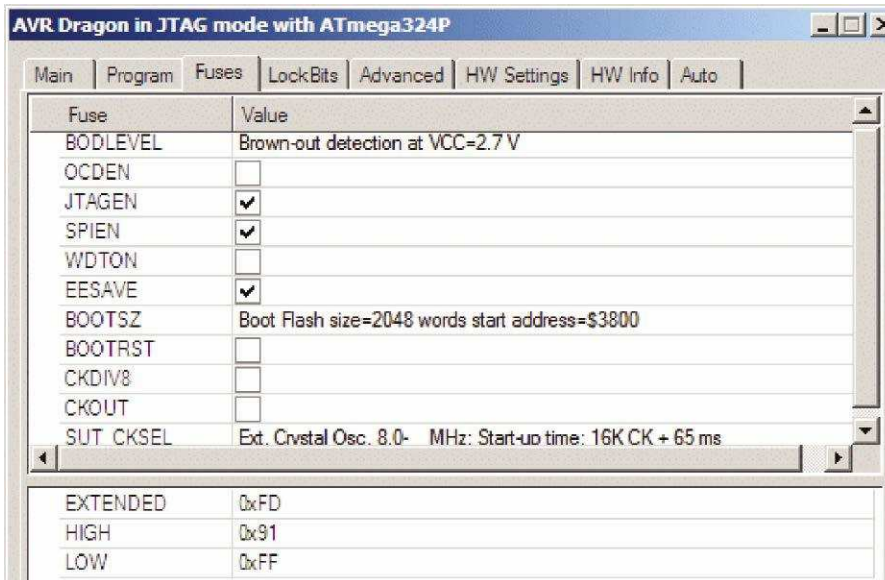
Rysunek 5. Schemat montażowy panelu czołowego

zasilaczem. Program można wgrać interfejsem JTAG lub SPI. Ustawienie bitów konfiguracyjnych pokazano na **rysunku 7**.

Jeśli część cyfrowa pracuje poprawnie (na LCD pojawia się MENU, mikrokontroler reaguje na klawiaturę) można uruchomić część analogową. Pod U5 warto zamontować podstawkę precyzyjną. Po wyłączeniu generatora przyciskiem „Start/Stop” ustawiamy potencjometrem offset 0 V na wyjściu LF. Następnie uruchamiamy generowanie przebiegu 1 kHz. Potencjometr amplitudy ustawiamy ma maksymalną wartość. R7 regulujemy, aby uzyskać amplitudę sygnału na wyjściu LF równą 10 V.



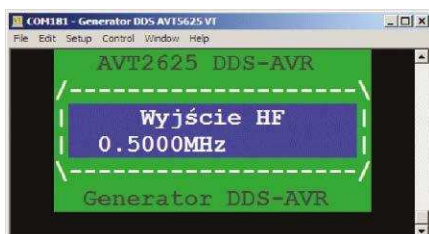
Rysunek 6. Schemat montażowy płyty głównej



Rysunek 7. Ustawienie bitów konfiguracyjnych



Rysunek 8. Menu „Amplituda HF”



Rysunek 9. Menu „Wyjście HF”

1-2 na J17) o amplitudzie 5 V – odpowiednie oscylogramy pokazano na rysunkach 14...16.

Po tych czynnościach generator można uznać za uruchomiony. Na płycie czołowej nie ma miejsca na trzy gniazda BNC, dlatego w prototypie sygnał TTL wyprowadzono na tylniej ścianie.

Obsługa:

Jest intuicyjna i prawie taka sama jak podobnych generatorów opartych o AtMega16, które są dostępne w handlu (np. ARD-8739

Tabela 1. Opcje menu generatora DDS

| | |
|-------------------|--|
| Sinusoida | Generowanie/zmiana parametrów przebiegu sinusoidalnego na wyjściu LF |
| Prostokąt | Jak wyżej dla przebiegu prostokątnego |
| Trójkąt | Trójkątnego |
| Piła | Piły |
| Odwrócona piła | Odwróconej piły |
| EKG | EKG |
| Użytkownika 1 | Przebieg 1 użytkownika |
| Użytkownika 2 | Przebieg 2 użytkownika |
| Użytkownika 3 | Przebieg 3 użytkownika |
| Szum | Generuje szum. Nie można zmienić jego parametrów. |
| Wyjście HF | Zmiana częstotliwości na wyjściu HF w zakresie 39,1 kHz...10 MHz Wyjście LF nieaktywne. |
| Napięcie TTL/CMOS | Regulacja napięcia na wyjściu HF (TTL/CMOS) w zakresie 0..15 V z krokiem 63mV. Wyjście LF nieaktywne. |

dostępny w AVT). Poszczególne opcje menu generatora opisano w tabeli 1. Przyciskami „W lewo”/„W prawo” wybieramy menu. Przyciski „W górę”/„W dół” lub obracanie enkodera zmieniają ustawienia. Edytowany parametr wskazuje migający kursor, gdy generator pracuje lub znak podkreślenia, gdy generator jest wyłączony. Przycisk „Start”/„Stop” włącza/wyłącza generowanie przebiegu na wyjściu LF. Wciskając przycisk enkodera zmieniamy położenie kursora (zmiana jednostek, dziesiątek, setek Hz oraz kHz, dziesiątek i setek kHz).

UWAGA! ZE WZGLĘDU NA PRZYJĘTY SPOŚÓB GENEROWANIA SYGNAŁU (W PROGRAMIE GŁÓWNYM), OPERACJE NA PRZYCIISKACH, ENKODERZE CZY PORCIE USB POWODUJĄ CHWILOWE ZNIEKSZTAŁCENIE PRZEBIEGU WYJŚCIOWEGO.

Warto zaznaczyć, że ustawiania są zapisywane są w EEPROM w chwili przejścia generatora z trybu „Stop” na „Start”. Wyjątek stanowi zmiana wersji językowej dokonywana z terminala, która jest zapisywana natychmiastowo. Generator może tworzyć przebiegi od 1 Hz do prawie 1 MHz (999999 Hz). Trzeba mieć



Rysunek 10. Przebieg wyjściowy przy częstotliwości 500 kHz



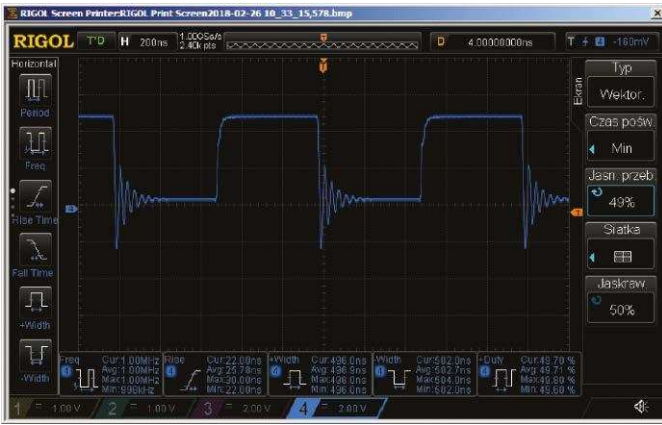
Rysunek 11. Przebieg wyjściowy przy częstotliwości 1 MHz



Rysunek 12. Przebieg wyjściowy przy częstotliwości 2 MHz



Rysunek 13. Przebieg wyjściowy przy częstotliwości 5 MHz



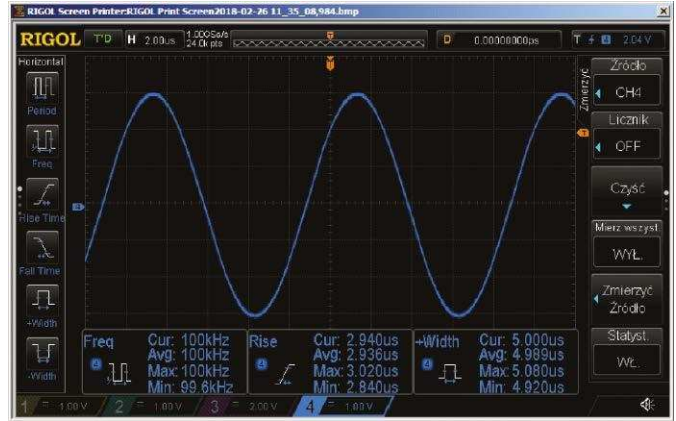
Rysunek 14. Prostokątny przebieg wyjściowy TTL przy częstotliwości 1 MHz



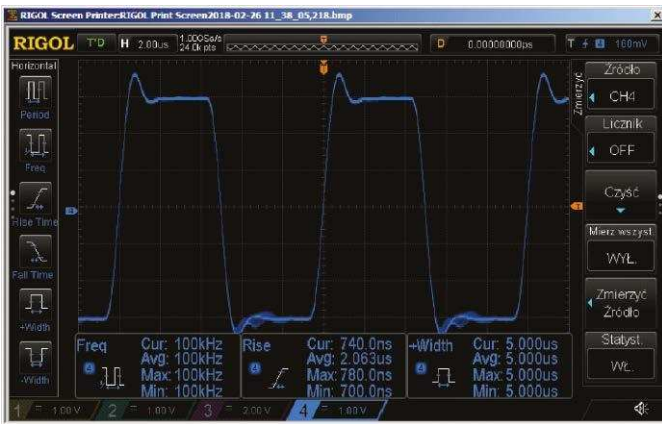
Rysunek 15. Prostokątny przebieg wyjściowy TTL przy częstotliwości 2 MHz



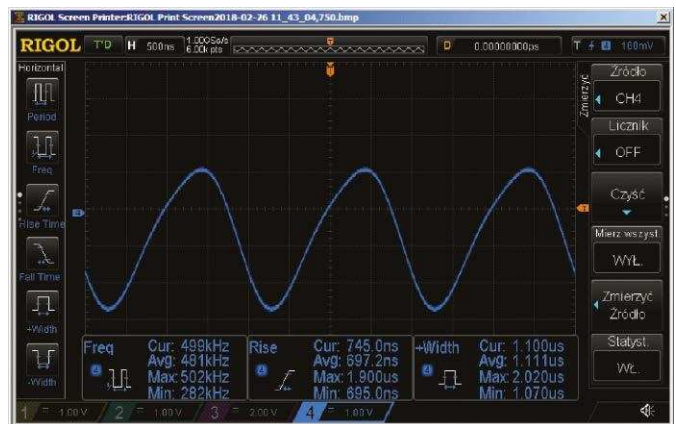
Rysunek 16. Prostokątny przebieg wyjściowy TTL przy częstotliwości 5 MHz



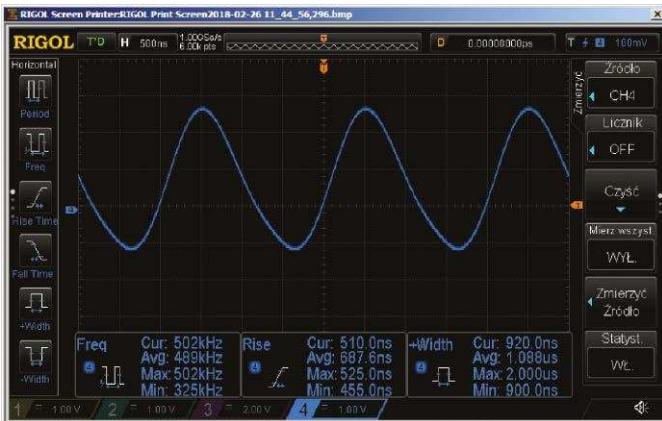
Rysunek 17. Zniekształcenia przebiegów o częstotliwości powyżej 100 kHz są zniekształcone



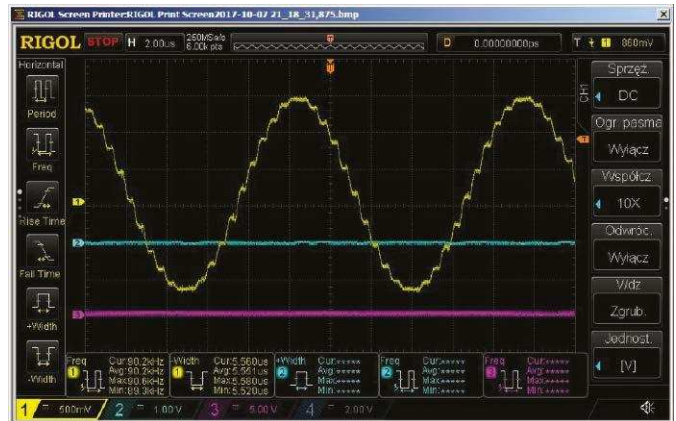
Rysunek 18. Przebieg prostokątny na wyjściu urządzenia prototypowego



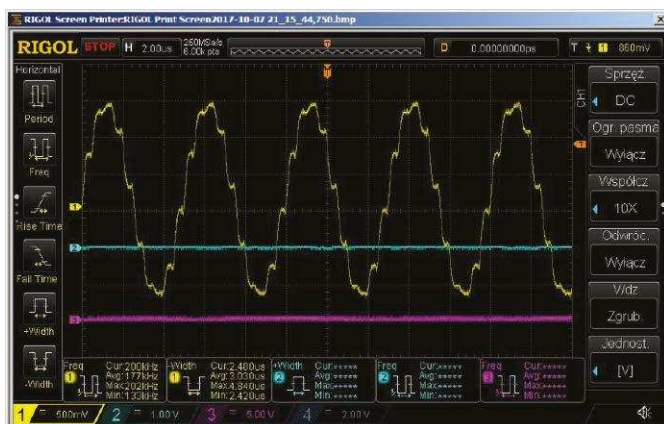
Rysunek 19. Oscylogram przebiegu piłkkształtnego o dużej częstotliwości



Rysunek 20. Oscylogram przebiegu piłkkształtnego - odwróconego o dużej częstotliwości



Rysunek 21. Oscylogram przebiegu sinusoidalnego o częstotliwości 100 kHz



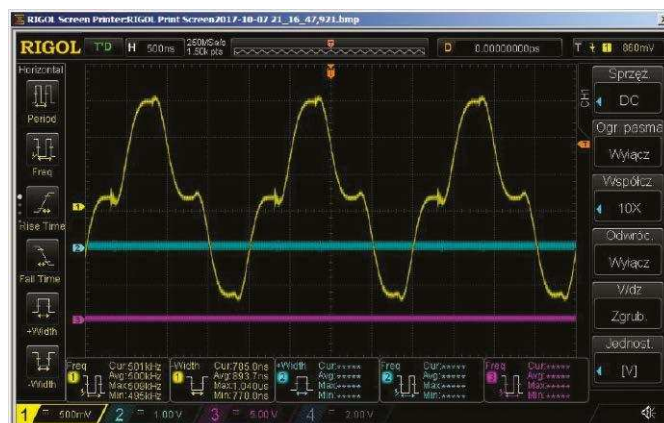
Rysunek 22. Oscylogram przebiegu sinusoidalnego o częstotliwości 200 kHz



Rysunek 23. Oscylogram przebiegu sinusoidalnego o częstotliwości 300 kHz



Rysunek 24. Oscylogram przebiegu sinusoidalnego o częstotliwości 400 kHz



Rysunek 25. Oscylogram przebiegu sinusoidalnego o częstotliwości 500 kHz

jednak świadomość, że ze względu na zasadę działania DDS i szybkość procesora, który bezpośrednio steruje przetwornikiem C/A, przebiegi o częstotliwości ponad 100 kHz są zniekształcone (rysunek 17). W wypadku przebiegu prostokątnego da o sobie znać szybkość wzmacniacza – przebieg wyjściowy w urządzeniu prototypowym pokazano na rysunku 18. Przy większej częstotliwości pojawiają się zniekształcenia związane z małą liczbą próbek i szybkością wzmacniacza. Wszystkie przebiegi (prostokąt, trójkąt, piła) zaczną przypominać sinusoidę. Dlatego trudno odgadnąć, że przebieg przedstawiony na rysunku 19 ma kształt piłokształtny, ale jak już to wiemy, to odgadniemy, że na rysunku 20 pokazano odwróconą piłę. Powyżej 300 kHz amplituda przebiegu zaczyna spadać.

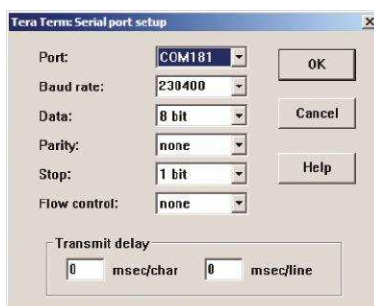
Na rysunkach 21...25 pokazano oscylogramy przebiegu sinusoidalnego o częstotliwości z zakresu 100...500 kHz zmierzone bezpośrednio za przetwornikiem C/A. Przebiegi te nie są zniekształcone przez wzmacniacz operacyjny, dzięki czemu można zobaczyć „schodkowy charakter” sygnału. Z oscylogramów można wnioskować, że przy częstotliwości 200 kHz przebieg zawiera 8 próbek, przy 500 kHz 5 próbek.

Obsługa programem terminala

Obsługa z komputera wymaga programu terminala VT100. Polecam TeraTerm. Parametry transmisji pokazano na rysunku 26. Jeśli są ustawione prawidłowo w terminalu, po restarcie generatora, zobaczymy obraz pokazany na rysunku 27. Warto zwiększyć czcionkę, na przykład z domyślnych 12 na 20. Dzięki temu wirtualny ekran LCD będzie lepiej widoczny, co ułatwi obsługę generatora. Czcionka musi być nieproporcjonalna (o stałej szerokości znaku).

Obsługa generatora z poziomu terminala jest prawie taka sama, jak z klawiatury lokalnej. Funkcje klawiszy opisano w tabeli 2.

UWAGA: W PROGRAMIE HYPERTERM NIE DZIAŁA SKRÓT Klawiszowy CTRL+V, CHOCIAŻ JEST ON UMIESZCZONY W MENU PROGRAMU.



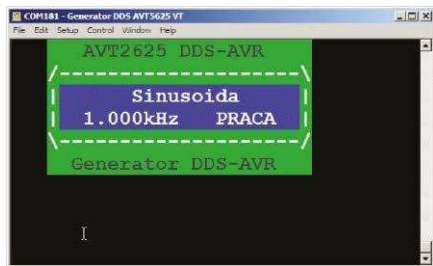
Rysunek 26. Parametry transmisji w programie TeraTerm

Do generatora można załadować 3 przebiegi użytkownika. Aby to zrobić, wybieramy numer przebiegu, jak pokazano na rysunku 28. W przykładzie wybrano przebieg numer 2. Wyboru można dokonać z terminala lub klawiatury lokalnej generatora. Aby wysłać plik należy wkleić go w okno terminala. W materiałach dodatkowych znajdują się przykładowe pliki (katalog „WzoryPrzebiegów IntelHex”). Plik taki należy otworzyć w edytorze tekstowym (TextPad, Notatnik) i cały zaznaczyć (np. CTRL+A) po czym skopiować (CTRL+C). Następnie plik wklejamy w oknie terminala z menu lub CTRL+V. Jeśli transmisja przebiegła poprawnie ujrzymy ekran pokazany na rysunku 29. Plik

REKLAMA

Specjalistyczne szkolenia dla elektroników i automatyków

techdays@techdays.pl | CERTYFIKOWANY PARTNER SZKOLENIOWY



Rysunek 27. Wygląd interfejsu generatora w terminalu TeraTerm



Rysunek 28. Wybór numeru przebiegu



Rysunek 29. Potwierdzenie poprawności transmisji danych

IntelHex musi zawierać 256 bajtów danych. Te dane, to 256 kolejnych próbek 8-bit przebiegu. Pliki można konwertować z danych BIN przy użyciu programu Hexplorer (dostępny w materiałach dodatkowych).

Na koniec

Na rysunku 30 pokazano propozycję wykonania panelu czołowego. Oczywiście, generator może być spersonalizowany zgodnie z własnym uznaniem.

Program jest oparty o popularny „silnik” dostępny w Internecie (listing 1). Ze względu na przyjęty sposób pracy (przerwanie EXTINT i USART ustawia bit w GPIO0) w czasie operacji na klawiaturze, enkodrze czy obsłudze USB, przebieg generowany na wyjściu LF będzie zniekształcony.

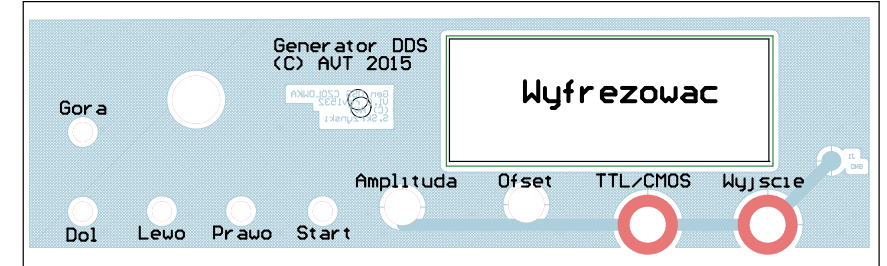
Tabela 2. Sterowanie generatorem za pomocą klawiatury PC

| Terminal | Klawisz generatora |
|--|---|
| Kursor lewo (ANSI+C) lub < | W lewo |
| Kursor prawo (ANSI+D) lub > | W prawo |
| Kursor góra (ANSI+B) lub + | W górę |
| Kursor dół (ANSI+A) lub - | W dół |
| SPACJA | Start/Stop |
| . (kropka) | Przycisk enkodera |
| Funkcje dostępne tylko z terminala: | |
| R | Restart |
| P | Wybór polskiej wersji językowej |
| E | Angielska wersja językowa |
| D | Niemiecka wersja językowa |
| C | Czeska wersja językowa |
| : | Ładowanie przebiegu użytkownika (w formacie IntelHex) |

```
Listing 1. „Silnik” generatora DDS
void static inline Signal_OUT(const uint8_t *signal, uint8_t ad2, uint8_t ad1, uint8_t ad0)
{
    asm volatile("eor r18, r18 ;r18<-0" "\n\t"
                "eor r19, r19 ;r19<-0" "\n\t"
                "1;" "\n\t"
                "add r18, %0 ;1 cycle" "\n\t"
                "adc r19, %1 ;1 cycle" "\n\t"
                "adc %A3, %2 ;1 cycle" "\n\t"
                "lpm ;3 cycles" "\n\t"
                "out %4, __tmp_reg__ ;1 cycle" "\n\t"
                "sbis %5, 2 ;1 cycle if no skip" "\n\t"
                "rjmp 1b ;2 cycles. Total 10 cycles" "\n\t"
                :
                : "r" (ad0), "r" (ad1), "r" (ad2), "e" (signal), "I" (_SFR_IO_ADDR(PORTB)), "I" (_SFR_IO_ADDR(GPIO0))
                : "r18", "r19"
    );
}
```

Jeśli będzie zainteresowanie, autor może zrobić kompilacje dla innych wersji rozwiązań sprzętowych, w tym dla „Generatora funkcyjnego DDS – HS (high speed) do 8 MHz” dostępnego w AVT (ARD-8739). Wymagana będzie wymiana procesora i kwarcu. Trzeba mieć świadomość, że nie w każdej wersji sprzętowej, da się wykorzystać komunikację przez USART (wyprowadzenia USART mogą być wykorzystane na inne cele).

Możliwe jest zwiększenie maksymalnej częstotliwości do 120 kHz przez wymianę kwarcu na 24 MHz i modyfikację oprogramowania. Trzeba jednak mieć świadomość, że procesor będzie pracował z częstotliwością



Rysunek 30. Propozycja wykonania panelu czołowego

o 20% większą od nominalnej. Stopień podziału można rozszerzyć do 65536, co umożliwi uzyskanie minimalnej częstotliwości 152 Hz. W tej sprawie proszę o e-maile.

Źródła oraz nowe wersje programu są <http://avt.4ra.pl/>. Programy wynikowe i materiały dodatkowe także na serwerach EP. ES2 & KK

www.elektronikapraktyczna.pl