

INSTYTUT ELEKTRONIKI I TELEKOMUNIKACJI
POLITECHNIKA POZNAŃSKA

INŻYNIERSKA PRACA DYPLOMOWA
ZEGAR KORYTARZOWY
PRZEMYSŁAW TOŚ

Promotor:
Dr inż. Krzysztof Lange

Poznań 2009



**Temat
pracy dyplomowej inżynierskiej
nr 3-2008/2009**

Politechnika Poznańska
Wydział Elektroniki i Telekomunikacji
Katedra Systemów Telekomunikacyjnych
i Optoelektroniki

Studia niestacjonarne
Kierunek: Elektronika i Telekomunikacja
Specjalność: Sieci transportu informacji

Przemysław TOŚ

Tytuł pracy:	Informacyjny panel zewnętrzny dla Wydziału Elektroniki i Telekomunikacji
Wersja angielska tytułu:	<i>Outdoor Information Display for the Building of Faculty of Electronics and Telecommunication</i>
Dane wyjściowe:	Pozycje literaturowe, wskazówki od prowadzącego
Zakres pracy:	Na tle tematyki pomiarów czasu zapoznać się z układami zegarów cyfrowych z dużym wyświetlaczem. Oracować i zbudować model zegara przeznaczony dla WEiT. Przewidzieć następujące układy pracy tego zegara: synchronizacja czasu sygnałem 1pps z zewnętrznego wzorca, łatwe i bezpośrednie wprowadzanie czasu po utracie zasilania, wykorzystanie opcjonalnie wyświetlacza do odczytu temperatury zewnętrznej.
Miejsce prowadzenia prac:	Politechnika Poznańska
Termin oddania pracy:	31.03.2009
Promotor:	Dr inż. Krzysztof Lange
Koreferent:	Prof. dr hab. inż. Andrzej Dobrogowski

Zobowiązuję się samodzielnie wykonać pracę w zakresie wyspecyfikowanym wyżej. Wszystkie elementy (m.in. rysunki, tabele, cytaty, programy komputerowe, urządzenia itp.), które zostaną wykorzystane w pracy, a nie będą mojego autorstwa będą w odpowiedni sposób zaznaczone i będzie podane źródło ich pochodzenia.

	Imię i nazwisko	Nr albumu	Data i podpis
Student:	Przemysław Toś	72960	

KIEROWNIK KATEDRY
Systemów Telekomunikacyjnych
i Optoelektroniki
R. Stasiński
Prof. dr hab. inż. Ryszard Stasiński

Kierownik Katedry

PRODZIEKAN
WYDZIAŁU ELEKTRONIKI I TELEKOMUNIKACJI
POLITECHNIKI POZNAŃSKIEJ
J. Lamperski
dr inż. Jan Lamperski

Dziekan

Poznań, 15-01-2009

Miejscowość, data

Spis treści:

Wstęp	4
Streszczenie	5
1. Czas.....	6
1.1. Sposoby pomiaru czasu	6
1.1.1. Gnomon	6
1.1.2. Zegar słoneczny	6
1.1.3. Zegar wodny	7
1.1.4. Zegar piaskowy(klepsydra).....	7
1.1.5. Zegar ogniowy	8
1.1.7. Zegary mechaniczne	9
1.1.8. Zegary kwarcowe i atomowe.....	10
1.2. Tryby czasu 24/12.....	11
1.3. UTC	11
1.4. Źródła sygnału czasu	12
1.4.1. DCF77.....	12
1.4.2 NTP	13
1.4.3 GPS	15
2. Budowa i działanie zegara	17
2.1. Obudowa.....	17
2.2. Wyświetlacz.....	19
2.3. Budowa płyty sterowniczej.....	24
2.3.1. Atmega 8535.....	27
2.3.2. Zegar czasu rzeczywistego PCF8583	30
2.3.4. Bascom AVR	31
2.4. Zasada działania płyty sterowniczej i jej poszczególnych bloków.....	31
2.4.1. Sterowanie wyświetlaczami LED	32
2.4.2. Obsługa magistrali I2C	36
2.4.3. Obsługa zewnętrznego sygnału 1PPS.....	38
2.4.4. Sposób przełączania między trybem 1PPS a RTC	40
2.4.5. Program główny zegara	42
2.4.6. Sposób ustawiania czasu.....	48
2.5. Płyta wykonawcza, budowa i jej działanie	52
2.6. Zasilacz	54
2.7. Zabezpieczenia.....	56
3. Podsumowanie:	57
4. Literatura:.....	58
5. Spis rysunków:.....	59

Wstęp

Człowiek od wieków próbuje uporać się z pojęciem czasu, obserwując sklepienie niebieskie, pory roku, zwierzęta. Dzięki tym zjawiskom odkryto następstwa zdarzeń występujące po sobie. Obserwując wysokość słońca można określić porę dnia, odlatujące ptaki oznaczają nadchodzącą zimę. W postępie mijających wieków wymyślano coraz nowsze formy odliczania czasu, a co za tym idzie stawały się one dokładniejsze i niezawodne. Rachuba czasu zaczęła nabierać coraz większego znaczenia, w piśmiennictwie, kartografii i wielu dziedzinach nauki. Dzisiaj pojęcie czasu ma ogromne zastosowanie w życiu codziennym i przemyśle. Głównym problemem w budowie pierwszych czasomierzy była dokładność, problem ten choć w mniejszej mierze obowiązuje do dzisiaj. Większość nowoczesnych zegarów opiera się o działanie generatora kwarcowego, którego niestałość wynosi: 10^{-6} sekundy na dobę, jest to dość dokładne i tanie rozwiązanie ale po upływie paru miesięcy mogą być zauważalne różnice pojedynczych minut. W pracy opracowano i wykonano synchronizowany impulsem 1PPS z systemu GPS zegar korytarzowy dla Wydziału Elektroniki i Telekomunikacji. Według wcześniejszych ustaleń zegar miał znajdować się na zewnątrz budynku i dodatkowo odczytywać temperaturę otoczenia. Zdecydowano jednak że urządzenie umieszczone zostanie na korytarzu uczelni, więc odczyt temperatury okazał się zbędny.

Streszczenie

Niniejsze opracowanie prezentuje konstrukcję zegara korytarzowego, pracującego z dokładnością zegara atomowego, dzięki wykorzystaniu informacji przesyłanej drogą radiową. Do tego celu może posłużyć sygnał DCF77 lub GPS. Urządzenia odbierające te sygnały mają możliwość generacji impulsu 1PPS, które po podaniu na wejście opisywanego dalej zegara idealnie nadaje się do jego synchronizacji. Rozwiązanie takie czyni opisywane urządzenie godnym uwagi ze względu na jego dokładność i czytelność wyświetlanych informacji. Urządzenie przystosowane jest do odliczania czasu nawet przy braku zasilania lub przy braku taktowania z zewnętrznego źródła sygnału.

Summary

This paper presents construction of the corridor clock working with a precision of a atomic clock thanks to using radio signal. Signal DCF77 or GPS may be used to achive such a precision. Devices recieving atomic signal could generate 1PPS signal which is given as an input to described clock and ideally suitable for its synchronization. The above solution makes the clock notable because of its accuracy and readability. The clock is designed to count even with the power cut off or with no timing from external signal source.

1. Czas

Czas w fizyce klasycznej jest samodzielną wielkością, niezależną od innych wielkości, biegnącą w takim samym rytmie w całym Wszechświecie.

Historia początków pomiaru czasu jest bardzo odległa i wiąże się ściśle z rozwojem badań astronomicznych. Powiązanie jej z astronomią wynika z faktu, iż jest ona oparta na pozornym ruchu Słońca po sklepieniu niebieskim.

1.1. Sposoby pomiaru czasu

1.1.1. Gnomon

Pierwszym przyrządem służącym do odmierzania czasu był gnomon [1], przypuszczalnie wynaleziony przez Chińczyków około 2500 r.p.n.e. Instrumenty te miały bardzo prostą budowę, wykonane były zazwyczaj z pręta lub słupa umieszczanego na kamiennym postumencie, mogły mieć też postać zwykłego patyka wbitego w ziemię. U podstawy zazwyczaj umieszczano oznaczenia o porze dnia. Pomiar czasu polegał na odczytywaniu długości padającego cienia, rzutowanego przez ustawiony słup czy pręt. Długość i kierunek cienia gnomonu wyznaczały wysokość i azymut słońca.

1.1.2. Zegar słoneczny



Rys.1.1. Zegar słoneczny [18]

Zegar słoneczny [2] (rys.1.1) różni się nieco od budowy gnomonu i jego wskazania są o wiele dokładniejsze. Różnica polega na kącie umieszczonego pręta względem tarczy,

kąt ten zależny jest od szerokości geograficznej i miejsca znajdowania się zegara. Wskazania czasu zależne były od długości i kąta padającego cienia. Na podziałce zegara umieszczano także hiperbole symbolizujące godzinę w danej porze roku. Budowano zegary księżycowe które swoje zadanie spełniały w nocy. Umieszczenie tarczy nie musiało być prostopadłe do płaszczyzny ziemi, dlatego umieszczano tego typu instrumenty na wieżach kościołów

1.1.3. Zegar wodny

Zegar wodny [3] pozwalał na odmierzenie czasu bez względu porę dnia czy roku, co pozwalało na korzystanie z niego o dowolnej chwili. Wykorzystywane często do pomiaru krótkich odcinków czasu narad, czy spotkań. Pierwszymi konstruktorami zegara wodnego byli Egipcjanie, budowa takiego urządzenia miała postać naczynia z nieszczelnym dnem. Wyciekająca woda miała być znacznikiem czasu, lecz nie dawało to pozytywnych efektów. Szybkość wyciekania zmieniała się nieliniowo ze względu na wysokość słupa wody, im mniej w naczyniu tym wolniejszy upływ. Dość duże zmiany w budowie zegara wodnego wnieśli Grecy, działanie takiego zegara przebiegało w ściśle określonym czasie, który wynosił zwykle od kilku do kilkunastu minut. Konstrukcja zegara wodnego przyjęła postać urządzenia, gdzie w pojemniku z upływającą wodą znajdował się pływak, który po przekroczeniu pewnego określonego czasu uruchamiał mechanizm wybijający mijającą godzinę. Ich konstrukcje były cały czas poprawiane, udoskonalane i wykorzystywane do początku XIV wieku.

1.1.4. Zegar piaskowy (klepsydra)

Zegar piaskowy [4] nazwany klepsydrą, prawdopodobnie powstał w tym samym okresie co zegar wodny. Jego budowa przypominała dwa naczynia o budowie stożkowej, które umieszczone były dokładnie jedna nad drugą, a szyjki połączone były ze sobą. We wnętrzu znajdował się sypki piasek, który przesypywał się z jednego naczynia do drugiego w ściśle określonym czasie przez dość wąski otwór. Dokładność tego czasomierza była o wiele większa niż w zegarze wodnym, gdyż szybkość wyciekającego piasku nie zależała od jego ilości w naczyniu. Czas zliczania takich urządzeń sięgał od kilku sekund do doby, często wykorzystywany na przemówieniach do ograniczania czasu mówiącego.

1.1.5. Zegar ogniowy

Zegar ogniowy [5] zapoczątkowany i często używany w Chinach. Do tego celu wykorzystywano świecę z zaznaczonymi podziałkami. Innym rodzajem zegara ogniowego były rowki wypełnione łatwopalnym proszkiem, a okres jego spalania wyznaczał upływ czasu. Zegary ogniowe tak samo jak wodne nie spełniały dobrze roli czasomierza ze względu na słabą dokładność.

1.1.6. Astrolabium



Rys.1.2. Astrolabium [19]

Astrolabium [6] (rys.1.2) wynalezione prawdopodobnie przez astronoma i matematyka Hipparcha żyjącego ok. 190-125 r.p.n.e. Jak na tamte czasy przyrząd ten był wspaniałym osiągnięciem naukowym i technicznym, pokazywał on model nieba na płaskiej powierzchni. Zbudowany był z kilku kręgów drewnianych, miedzianych czy też srebrnych. Dzięki temu przyrządowi odczytywano pozycję obiektów nieba w określonym czasie. Przyrząd ten miał ogromne zastosowanie w astronomii i miernictwie, służył do określania czasu w dzień z obserwacji słońca jak i w nocy z obserwacji gwiazd. Astrolabium udoskonalone zostało przez Arabów, a w IX wieku trafiło do Europy zachodniej.

1.1.7. Zegary mechaniczne



Rys.1.3. Zegar mechaniczny naścienny [20]

Zegary mechaniczne [7] (rys.1.3) mają za sobą długą drogę, pierwsze urządzenia tego typu powstały na początku XIV wieku i są wykorzystywane są aż do dziś. Zegary te napędzane były energią mechaniczną. Do tego celu używano sprężyny lub obciążnika zawieszzonego na łańcuszku. Pierwsze przyrządy tego typu nie wiele przypominały zegar, co godzinę uruchamiany był mechanizm uderzający w dzwon. Urządzenia te były dość dużych rozmiarów, umieszczano je na wieżach kościołów, pałaców i ratuszy. W biegu mijających lat zegary mechaniczne przechodziły różne zmiany, dodano tarczę i wskazówkę godzinową, lecz nadal ich wskazania pozostawiały dużo do życzenia. 100 lat po wynalezieniu zegara wieżowego do napędzania mechanizmu zastosowano sprężynę. Jednym z najstarszych urządzeń tego typu był zegar zbudowany dla księcia Filipa Dobrego. Cały czas dążono do miniaturyzacji tych urządzeń, dzięki temu możliwe było ich przenoszenie. Wadą tych urządzeń była mała dokładność i praca wyłącznie w pozycji pionowej, dlatego nie można było ich stosować na statkach gdyż dochodziło do zatrzymywania pracy zegara. Przełom w budowie czasomierzy nastąpił w drugiej połowie XVII wieku, dzięki profesorowi Christianowi Huyghensowi. Jest on uważany za wynalazcę zegara wahadłowego. Urządzenie te choć miało lepsze parametry, nadal nie spełniało zamierzonych oczekiwań. Huyghens poświęcił większość swojego życia na udoskonalaniu wynalazku, lecz nieznaną zjawiska rozszerzalności i kurczliwości materiałów stała się barierą nie do przejścia w budowie urządzeń. Kolejnym wynalazkiem Huyghensa stał się balans, który z powodzeniem

zastąpił wahadło i wykorzystywany jest do dzisiaj w naręcznych zegarkach. W 1735 roku Anglik John Harrison stworzył zegar sprężynowy z regulatorem dwubalansowym. Dzięki tej konstrukcji wyeliminowano wpływ kołysania statku na pracę urządzenia. W 1759 roku Harrison ukończył pracę nad urządzeniem, które cechowało się perfekcyjnym odmierzaniem czasu i posiadało bardzo małe wymiary. Dzięki tej konstrukcji problem pomiaru czasu został rozwiązany.

1.1.8. Zegary kwarcowe i atomowe

Ich nazwa wzięła się od materiału, z którego zostały wykonane czyli z kwarcu, a jego budowa cząsteczkowa ma charakter krystaliczny. Kryształ kwarcu pełni rolę oscylatora, okresowo zmienne napięcie przyłożone do jego ścianek powoduje drgania z określoną częstotliwością. W klasycznych zegarach kwarcowych częstotliwość drgań kwarcu wynosi 32768 Hz. Wytworzone impulsy przepuszczone są przez piętnaście dzielników częstotliwości. W każdym z nich częstotliwość dzielona jest o połowę, co w efekcie końcowym daje częstotliwość 1 Hz. Częstotliwość drgania kryształu cechuje się dużą dokładnością, bardzo małymi stratami energii i małą wrażliwością na wahania temperatury. W 1933 roku niemieccy fizycy Scheibe i Adelsberg zbudowali pierwszy zegar kwarcowy. Zegary kwarcowe[8] są stosowane jako urządzenia powszechnego użytku, mają swoje miejsce w zegarkach naręcznych, zegarach naściennych. Generatory kwarcowe spełniają bardzo dobrze swoją rolę w urządzeniach elektronicznych, które do prawidłowej pracy muszą mieć sygnał zegarowy. Dziś za najdokładniejsze wzorce czasu i częstotliwości uznaje się zegary atomowe budowane głównie z cezu. W zegarach atomowych wykorzystuje się zjawisko absorpcji lub emisji promieniowania elektromagnetycznego przez atomy podczas przejścia z jednego stanu energetycznego do drugiego. Częstotliwość promieniowania jest niezmienna w czasie i w bardzo małym stopniu zależy od warunków zewnętrznych. Dokładność zegarów atomowych dochodzi do 1/10 nanosekundy na dzień, lub inaczej jednej sekundy na 300 lat. Na razie tego typu urządzenia wykorzystywane są tylko w laboratoriach, choć zbudowano już prototyp generatora atomowego wielkości klasycznego generatora kwarcowego. Na podstawie wskazań zegarów atomowych podawane są informacje w radiu czy telewizji o aktualnym czasie. Dzięki temu każdy co jakiś czas może wyregulować swój zegar domowy.

1.2. Tryby czasu 24/12

Czas 12-godzinny [9] używany jest w szczególności w krajach anglosaskich. Sposób zapisywania czasu polegający podzieleniu doby na dwie pory:

- przedpołudnie od północy do godziny 12:00 oznaczone za pomocą skrótu AM z łac. *ante meridiem*
- południe po godzinie 12:00 do północy oznaczone za pomocą skrótu PM z łac. *post meridiem*

Czas 24-godzinny [9] używany jest w krajach europejskich, gdzie nie używa się określeń *przedpołudnie* czy *południe*. Już sam zapis godziny informuje jaka jest faktyczna pora dnia. Wskazania czasu o północy można zapisać na dwa sposoby, a mianowicie 24:00 tej samej doby lub 0:00 następnej doby.

1.3. UTC

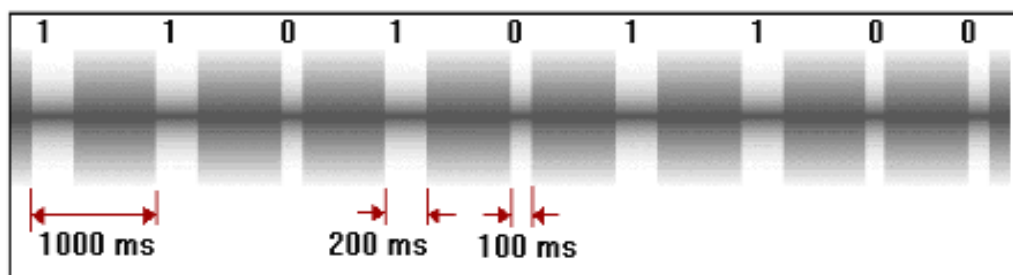
UTC (Universal Time Coordinated) [10] jest to międzynarodowy czas skoordynowany. Ma to na celu utrzymanie jednolitego czasu zliczanego przez wszystkie zegary na świecie. W ciągu ostatnich dziesięcioleci przestano korzystać ze zjawisk astronomicznych do wyznaczania czasu. Realizuje się to przez koordynację wielu najwyższej klasy zegarów atomowych, tak aby ustalić ich wskazania przesyłane są znaczniki każdego z nich do BIPM (*Bureau International des Poids et Mesures*). Skala czasu atomowego nazywana jest TAI (International Atomic Time). Do wyznaczania czasu TAI wykorzystywane są dane ze specjalistycznych laboratoriów utrzymania czasu i częstotliwości, które zawierają łącznie 240 wzorców atomowych. Czas UTC związany jest ze strefą czasową otaczającą zerowy południk ziemski. Czas atomowy stał się dokładniejszy od czasu astronomicznego, dlatego że Ziemia nie ma jednostajnego ruchu obrotowego. Można zauważyć że zwalnianie ruchu obrotowego Ziemi powoduje wydłużenie się roku, na skutek tego typu zjawiska po kilku latach nastąpiła dość duża różnica między czasem atomowym i astronomicznym, co jest to niedopuszczalne. Dla zapewnienia, że słońce w ciągu roku przechodzi nad południkiem zerowym o godzinie 12:00 z dokładnością nie mniejszą niż 0.9 sekundy, dodawana jest tzw. przestępna sekunda. Odpowiedzialny za tą czynność jest IERS (International Earth Rotation Service). Dokładność czasu UTC jest bardzo wysoka i sięga wartości ± 1 ns na rok

1.4. Źródła sygnału czasu

Wszystkie dzisiejsze wzorcowe źródła czasu opierają się o wskazania cezowych zegarów atomowych, które cechują się ogromną dokładnością wskazań. W większości przypadków sygnał czasu "rozsyłany" jest przez elektroniczne media transmisyjne.

1.4.1. DCF77

DCF77 [11] jest to sygnał radiowy nadawany w paśmie fal długich, na częstotliwości 77,5 kHz. Miejsce nadawania sygnału to Mainflingen, znajdujące się nad Menem w Niemczech, niedaleko Frankfurtu. Sygnał ten przenosi wartość czasu stabilizowaną za pomocą cezowego zegara atomowego. Miejsce znajdowania się tego zegara to laboratorium w Bruszwiku. Sygnał radiowy nadawany jest z mocą 50kW i obejmuje swoim zasięgiem promień 2000 km, dzięki temu jest odbierany w Zachodniej i Środkowej Europie. Energia wypromieniowana rozchodzi się jako fala przyziemna i jonosferyczna. Sygnał DCF77 jest dużym udogodnieniem i można go stosować tam, gdzie potrzebna jest dokładna wartość czasu, czyli w: stacjach radiowych, stacjach telewizyjnych, przemyśle. Można go wykorzystywać do synchronizacji zegarów domowych, a także zegarków naręcznych. Z sygnału DCF77 bez problemu można korzystać w Polsce, dlatego iż Niemcy mają tę samą strefę czasową. Dużym atutem tego sygnału jest także



Rys.1.4. Sposób kodowania danych DCF77 [21]

automatyczna zmiana czasu letniego na zimowy i odwrotnie. Informacje kodowane są w ramce danych o rozmiarze 59 bitów (rys.1.5), gdzie jeden bit odpowiada jednej sekundzie (rys.1.4.). Każda ramka zaczyna się od zerowej sekundy, a przesyłane dane zawsze dotyczą kolejnej minuty. Informacja kodowana jest chwilowym brakiem modulacji w sygnale DCF77. Każde zero kodowane jest zanikiem modulacji o czasie

trwania 100ms, a każda jedyńka to zanik modulacji o czasie trwania 200ms. Sygnał chroniony jest przed błędami dzięki dodanym bitom parzystości zawartymi w ramce.

Bit (sekunda)	Znaczenie
0	początek transmisji, zawsze 0
1-14	informacje pogodowe (od listopada 2006)
15	antena normalna - 0, antena pomocnicza - 1
16	normalnie - 0, zapowiedź zmiany czasu (przez godzinę przed zmianą) - 1
17-18	od najbardziej znaczącego bitu (18,17) - czas zimowy 10, czas letni 01
19	normalnie - 0, zapowiedź dodatkowej sekundy - 1
20	start informacji czasowej, zawsze 1
21-24	(w kolejności bity 24,23,22,21) jednostki minut w BCD
25-27	(w kolejności bity 27,26,25) dziesiątki minut w BCD
28	bit parzystości dla bitów 21-27
29-32	(w kolejności bity 32,31,30,29) jednostki godzin w BCD
33-34	(w kolejności bity 34,33) dziesiątki godzin w BCD
35	bit parzystości dla bitów 29-34
36-39	(w kolejności bity 39,38,37,36) jednostki dni miesiąca w BCD
40-41	(w kolejności bity 41,40) dziesiątki dni miesiąca w BCD
42-44	(w kolejności bity 44,43,42) dni tygodnia w BCD (1 = poniedziałek; 7 = niedziela)
45-48	(w kolejności bity 48,47,46,45) jednostki miesiąca w BCD
49	dziesiątki miesiąca w BCD
50-53	(w kolejności bity 53,52,51,50) jednostki lat w BCD
54-57	(w kolejności bity 57,56,55,54) dziesiątki lat w BCD
58	bit parzystości dla bitów 36-57
(59)	brak impulsu - zapowiedź następczej ramki

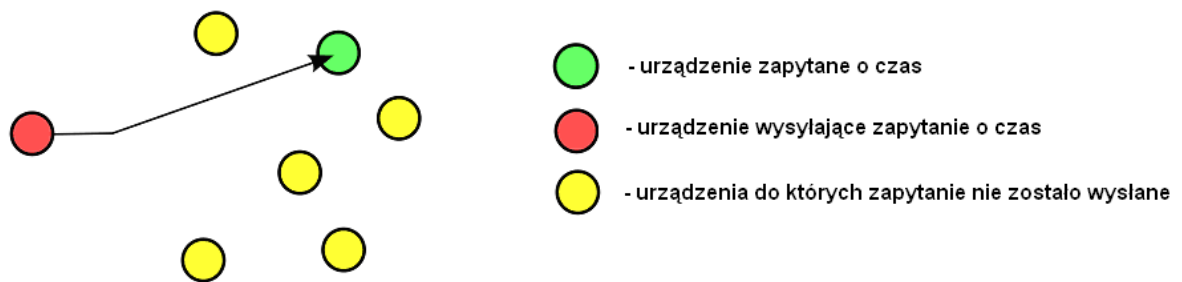
Rys.1.5: Ramka danych DCF77

1.4.2 NTP

Network Time Protocol [12] jest to sieciowy serwer czasu, który umożliwia precyzyjną synchronizację komputerów podłączonych do sieci Internet. Kalibracja czasu za pomocą NTP odbywa się automatycznie, wykorzystując technikę przyspieszania i spowalniania chodu zegara. Jeżeli jednak różnica wyniesie więcej niż 128ms wtedy czas zmieniany jest skokowo. Odmierzanie czasu jest bardzo stabilne z dokładnością do kilku milisekund przy zastosowaniu zwykłego komputera klasy PC. Protokół NTP jest zaimplementowany dla większości obecnych systemów operacyjnych a także urządzeń sieciowych i znacznie różni się od typowych protokołów komunikacyjnych. Przesyłane

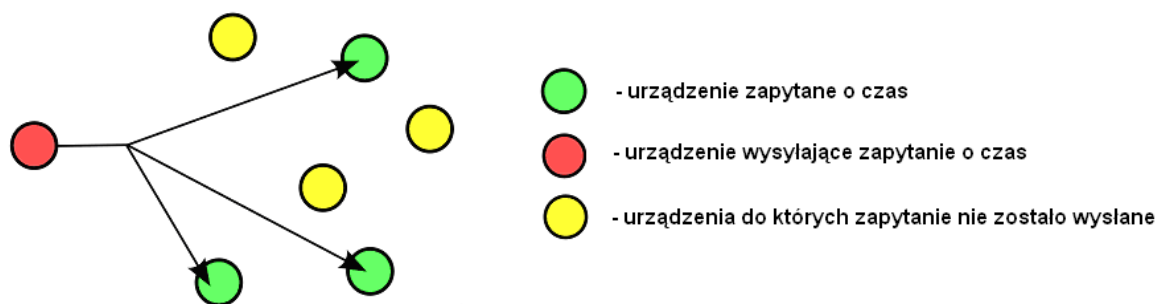
są tylko wartości opóźnień zachodzące w sieci TCP/IP, a nie całkowite wartości czasu. Do wymiany danych stosowane są pakiety UDP o długości 72 bajtów i używa się do tego celu portu 123. Dzięki tym danym komputer potrafi wyliczyć różnicę między czasem systemowym komputera PC a czasem UTC. Protokół NTP umożliwia synchronizację ogromnej liczby komputerów nie obciążając łączy. Do konfiguracji urządzeń korzystających z protokołu NTP używa się jednego z trzech trybów, a każdy z nich przystosowany jest do innych potrzeb.

Pierwszy z nich to (unicast mode) (rys.1.6). Urządzenie synchronizuje się z wybranym wzorcem i jednocześnie umożliwia synchronizację innych urządzeń z nim samym. Dzięki takiemu rozwiązaniu gwarantowana jest stała dostępność od innych urządzeń z możliwością ciągłej synchronizacji. Tryb ten ma zastosowanie w dużych sieciach, gdzie zagwarantowany musi być dokładny czas i pewność, że w danym momencie jest co najmniej jedno źródło czasu.



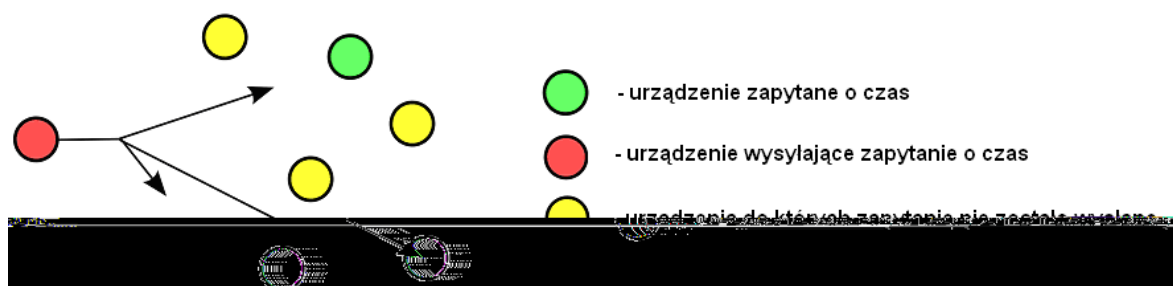
Rys.1.6. Unicast mode

Drugi tryb to (multicast mode) (rys.1.7) jest to konfiguracja najczęściej spotykana. Procedura odbywa się na zasadzie odpytywania serwera czasu przez klientów. Ten tryb posiada dość dużą wadę, a mianowicie powoduje generowanie ruchu w sieci i obciążanie serwerów, jest to za razem zaletą dlatego że komputer nie musi wyczekać na rozsyłane komunikaty. W tym trybie pracują sieci IŁ (Instytutu Łączności), których zadaniem jest badanie sprawności sieci na wszystkich poziomach i badają jakość świadczonych usług.



Rys.1.7. Multicast mode

Trzeci tryb to (anycast mode) (rys.1.8), zapytanie o czas wysyłane jest do większej grupy urządzeń, brana pod uwagę jest pierwsza otrzymana odpowiedź.

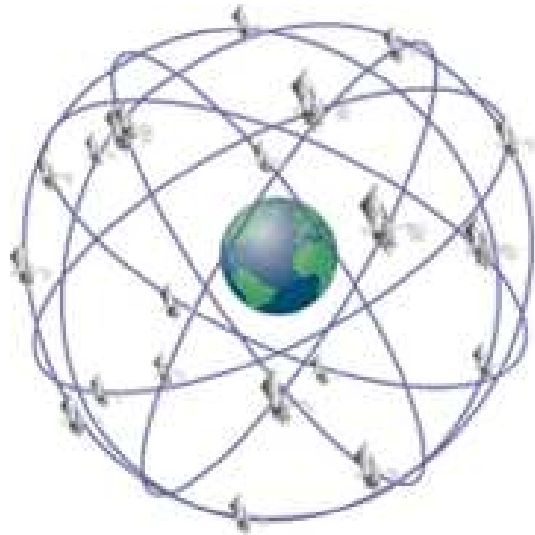


Rys.1.8. Anycast mode

1.4.3 GPS

Global Position System [13], do głównych celów tego systemu należy określenie położenia geograficznego dzięki przystosowanym do tego celu urządzeniom. Ustalanie położenia polega na pomiarze czasu dotarcia sygnałów wysyłanych przez satelity krążące wokół (rys.1.9) Ziemi do odbiornika. Każdy satelita na swoim pokładzie posiada zegar atomowy, który zsynchronizowany jest z zegarami innych satelitów wykorzystywanych do nawigacji GPS poprzez sterowanie ze stacji naziemnej. Położenie odbiornika wyliczane jest z pomiaru odległości każdego z satelitów względem niego, a dzieje się to przez pomiar czasu propagacji fal radiowych od satelity do odbiornika. Do prawidłowego przeprowadzenia obliczeń wykorzystuje się informacje zawarte w danych wysyłanych przez każdego satelitę. W urządzeniach cywilnych wykorzystywany jest kod C/A nadawany z częstotliwością L1-1575,42 MHz.

Kod C/A składa się z 1023 bitów transmitowanych z szybkością 1,023 MHz, co oznacza że cała sekwencja powtarza się co jedną milisekundę. Każdemu z satelitów przypisany jest inny kod C/A, są one tak dobrane, aby kody satelitów nie były skorelowane między sobą. Kod satelity porównany z tabelą kodów znajdującą się w odbiorniku w chwili korelacji może mieć tylko jedno maksimum.

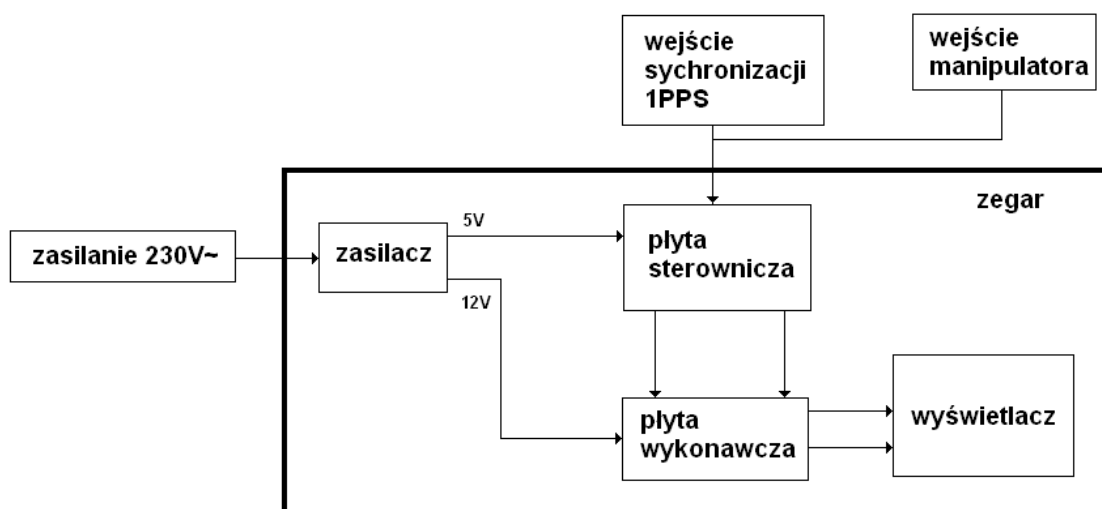


Rys.1.9. Satelity umieszczone na orbicie Ziemi [22]

Dzięki temu że kod C/A powtarza się co jedną milisekundę, można go wykorzystać do generacji impulsu 1PPS używając dzielnika częstotliwości z preskalacją 1/1000. Intensywność występowania impulsów odbywa się z bardzo dużą dokładnością, a błąd nie przekracza $\pm 30\text{ns}$. Większość odbiorników GPS wyposażona jest w port RS232 co umożliwia podłączenie go do komputera PC. System GPS został stworzony dla użytku armii Stanów Zjednoczonych, głównie dla celów militarnych, a jego dokładność jest znacznie większa niż dla użytkowników indywidualnych. Sygnał GPS w każdej chwili może być zablokowany w przypadku zagrożenia terrorystycznego lub konfliktów zbrojnych.

2. Budowa i działanie zegara

Konstrukcja zegara dzieli się na dwie zasadnicze grupy: wyświetlacza i modułów elektronicznych sterujących całą pracą zegara.



Rys.2.1. Schemat blokowy zegara.







2.1. Obudowa

Obudowa zegara zbudowana została ze szkła akrylowego, którego głównym składnikiem jest polimer. Szkło akrylowe cechuje się dużą odpornością na działanie ultrafioletu, deszczu, mrozu, dzięki czemu bez problemu może być wystawione na działanie warunków atmosferycznych. Tworzywo to jest materiałem plastycznym i łatwym w obróbce, co daje ogromne możliwości w procesie projektowania i montowania odpowiednich elementów tworzących spójną całość. Wymiary zegara to 654mm szerokości i 230mm wysokości, dzięki czemu jego wskazania widoczne będą z dużej odległości i zapewniając jego dobrą czytelność. Panel przedni zbudowany został z przezroczystego szkła akrylowego o bardzo dobrej przepuszczalności światła, mieszczącej się w granicach 90-99%. Za nim znajduje się maskownica z szkła akrylowego koloru czarnego, w której umieszczone są diody LED wyświetlacza, co zapewnia idealne ułożenie diod w zamierzonej konfiguracji i likwiduje wzajemne oświetlanie diod sąsiednich. Podczas tworzenia obudowy pierwszą czynnością było

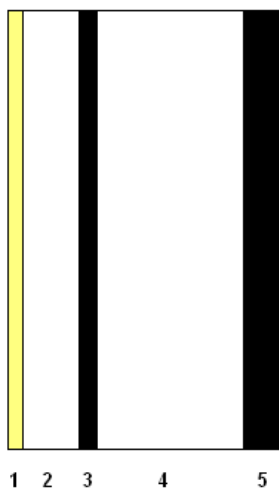
sklejenie przezroczystego tworzywa z wyciętymi czarnymi paskami o szerokości 53mm, tworząc prostopadłościan bez tylnej ściany stanowiący zewnętrzną część obudowy. W środku powstałej skrzyni, na ściankach bocznych przy płycie przezroczystej naklejone zostały milimetrowe paski z tworzywa o wysokości 7 mm dla zapewnienia odpowiedniego dystansu między panelem przednim a maskownicą. Następnie wywiercone zostały 352 otwory w płycie tworzącej maskownicę według wcześniej przygotowanych metalowych znaczników, które pozwoliły na równe i precyzyjne odwierty. W kolejnym kroku przygotowana maskownica również sklejona została z przygotowanymi paskami, tworząc prostopadłościan bez tylnej ściany. W otworach maskownicy umieszczono segmenty LED, następnie sklejoną maskownicę wsunięto we wnętrze wcześniej utworzonej skrzyni opierając się na paskach dystansowych. Na tylnej części obudowy stanowiącej pokrywę i jej finalną część umieszczone zostały: transformator toroidalny, zasilacz, płyta sterownicza i płyta wykonawcza. Na górnej części obudowy osadzono gniazdo RJ45 umożliwiające podłączenie manipulatora lub generatora sygnału 1PPS, oraz gniazdo zasilania 230V. Między tymi dwoma gniazdami znajdują się trzy diody LED (rys.2.2):

- dwukolorowa dioda po lewej stronie migając na czerwono sygnalizuje odbiór impulsu zewnętrznego 1PPS, w chwili gdy zapali się na zielono następuje synchronizacja układu PCF8583 względem odebranego impulsu.
- Czerwona dioda LED znajdująca się po środku sygnalizuje generację sekund przez układ PCF8583
- Zielona dioda LED znajdująca się po prawej stronie sygnalizuje generację dodatkowego impulsu przez mikrokontroler Atmega8. Zapala się lub gaśnie co minutę. Jest to przydatne w chwili gdy generacja impulsu 1PPS pochodzi z urządzenia DCF77. Ma też drugie znaczenie, w chwili gdy zabraknie zewnętrznego taktowania impulsem 1PPS dioda miga w sekundowych odstępach czasu.

Obserwując diody można stwierdzić czy zegar jest poddany zewnętrznej synchronizacji i czy ta synchronizacja jest prawidłowa.

		
		
1PPS	PCF8583	dodatkowy impuls

Rys.2.2. Sygnalizacja synchronizacji



1. Panel przedni z przezroczystego szkła akrylowego o grubości 3mm
2. Wolna przestrzeń pozostawiona dla diod led wystających z maskownicy o szerokości 7mm
3. Maskownica z czarnego szkła akrylowego o grubości 3mm
4. Wolna przestrzeń pozostawiona dla układów elektronicznych i zasilania o szerokości 34mm
5. Panel tylny z czarnego szkła akrylowego o grubości 6mm

Całkowita głębokość obudowy wynosi 53mm

Rys.2.3. Przekrój obudowy

2.2. Wyświetlacz

Wyświetlacz zbudowany jest z jasno świecących diod LED koloru czerwonego

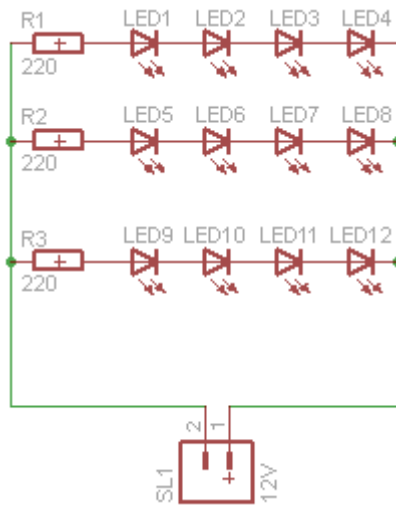
-długość fali 650nm

-natężenie źródła światła 50mcd

-maksymalne napięcie przewodzenia 2,2V

-maksymalny prąd przewodzenia 100mA

Jeden segment wyświetlacza zawiera 12 diod LED (rys.2.4)



Rys.2.4 Schemat ideowy jednego segmentu wyświetlacza

Napięcia zasilania jednego segmentu wynosi niecałe 12V (11,70V), a jego prąd według pomiarów 50,8mA. Rezystory R1,R2,R3 o wartości 220Ω zostały dobrane doświadczalnie, zachowując maksymalną jasność świecenia przy bardzo małym poborze mocy, co przedstawiają wyliczenia i pomiary.

$$U = 11,70V \quad (1)$$

$$I = 50,8mA \quad (2)$$

Korzystając z I prawa Kirchhoffa można wyliczyć prąd każdej z gałęzi układu, jest to za razem prąd każdej diody LED:

$$I_{1,2,3} = \frac{I}{3} \quad (3)$$

Czyli:

$$I_{1,2,3} = 16,9mA \quad (4)$$

I - całkowity prąd jednego segmentu wyświetlacza

$I_{1,2,3}$ - prąd każdej diody LED

Z prawa Ohma można wyliczyć napięcie pojawiające się na każdej z diod LED:

$$U = I * R \quad (5)$$

Po wstawieniu wartości prądu z równania (4) i rezystancji 220Ω uzyskany wynik przedstawia spadek napięcia na rezystorach połączonych szeregowo z diodami:

$$U_{r1,r2,r3} = I_{1,2,3} * 220\Omega \quad (6)$$

Wynoszący:

$$U_{r1,r2,r3} = 3,7V \quad (7)$$

Teraz gdy znane jest napięcie zasilania całego segmentu przedstawione w równaniu (1) i spadek napięcia na rezystorach z równania (7) można wyliczyć spadek napięcia na diodach LED tworząc równanie:

$$U_{d1+d2+d3+d4} = U - U_{r1,r2,r3} \quad (8)$$

czyli:

$$U_{d1+d2+d3+d4} = 8V \quad (9)$$

$U_{d1+d2+d3+d4}$ -wartość napięcia na czterech diodach połączonych szeregowo

Następną czynnością jaką należy wykonać to podzielenie wartości z równania (9) przez liczbę diod znajdujących się w jednym szeregu:

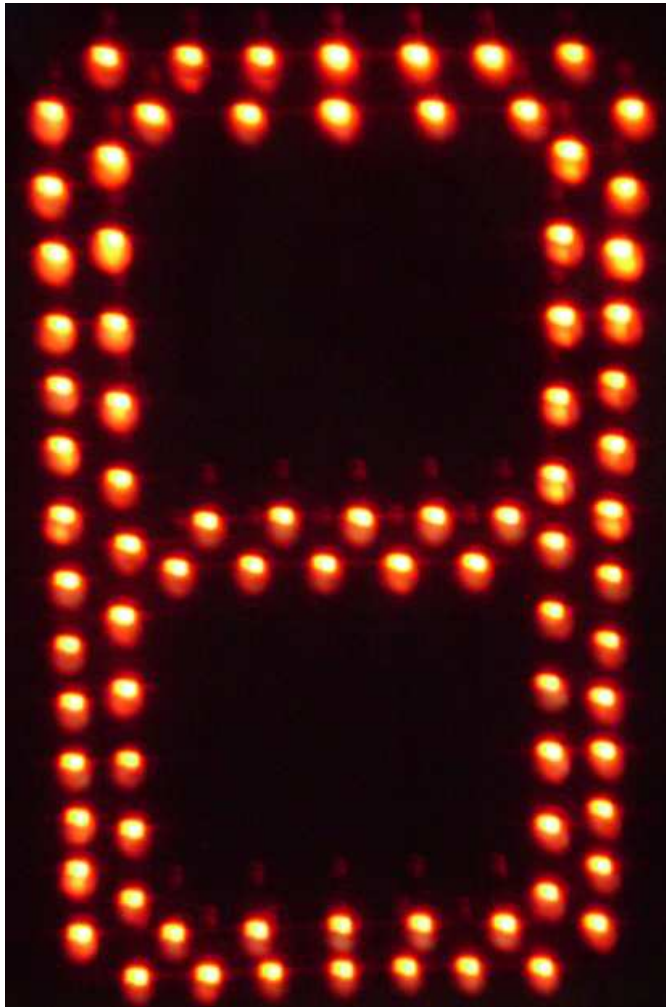
$$U_d = \frac{U_{d1+d2+d3+d4}}{4} \quad (10)$$

W ten sposób uzyskany wynik przedstawia spadek napięcia na jednej diodzie LED wynoszący:

$$U_d = 2V \quad (11)$$

U_d -wartość napięcia na każdej diodzie

Chcąc obliczyć moc pobieraną przez jeden segment wyświetlacza należy wartość prądu z równania (2) pomnożyć przez wartość napięcia znajdującą się w równaniu (1):



Rys.2.5 Zapalone wszystkie segmenty jednej cyfry

$$P_s = 11,70V * 50,8mA \quad (12)$$

Czyli:

$$P_s = 594mW \quad (13)$$

P_s -moc jednego segmentu wyświetlacza

Patrząc na sposób wyświetlania informacji, można zauważyć, że w danym momencie zapalona jest tylko jedna cyfra wyświetlacza, a jej czas świecenia wynosi $\frac{1}{4}$ pełnej sekwencji wyświetlania. Stwierdzenie to oznacza, że wyliczenia dla całego wyświetlacza można zastąpić wyliczeniami dla jednej cyfry. Chcąc wyliczyć moc jednej cyfry z zapalonymi wszystkimi segmentami (rys.2.5.) należy wartość z równania (13) pomnożyć przez liczbę segmentów wynoszącą 7:

$$P = P_s * 7 \quad (14)$$

$$P = 594mW * 7 \quad (15)$$

$$P = 4,158W \quad (16)$$

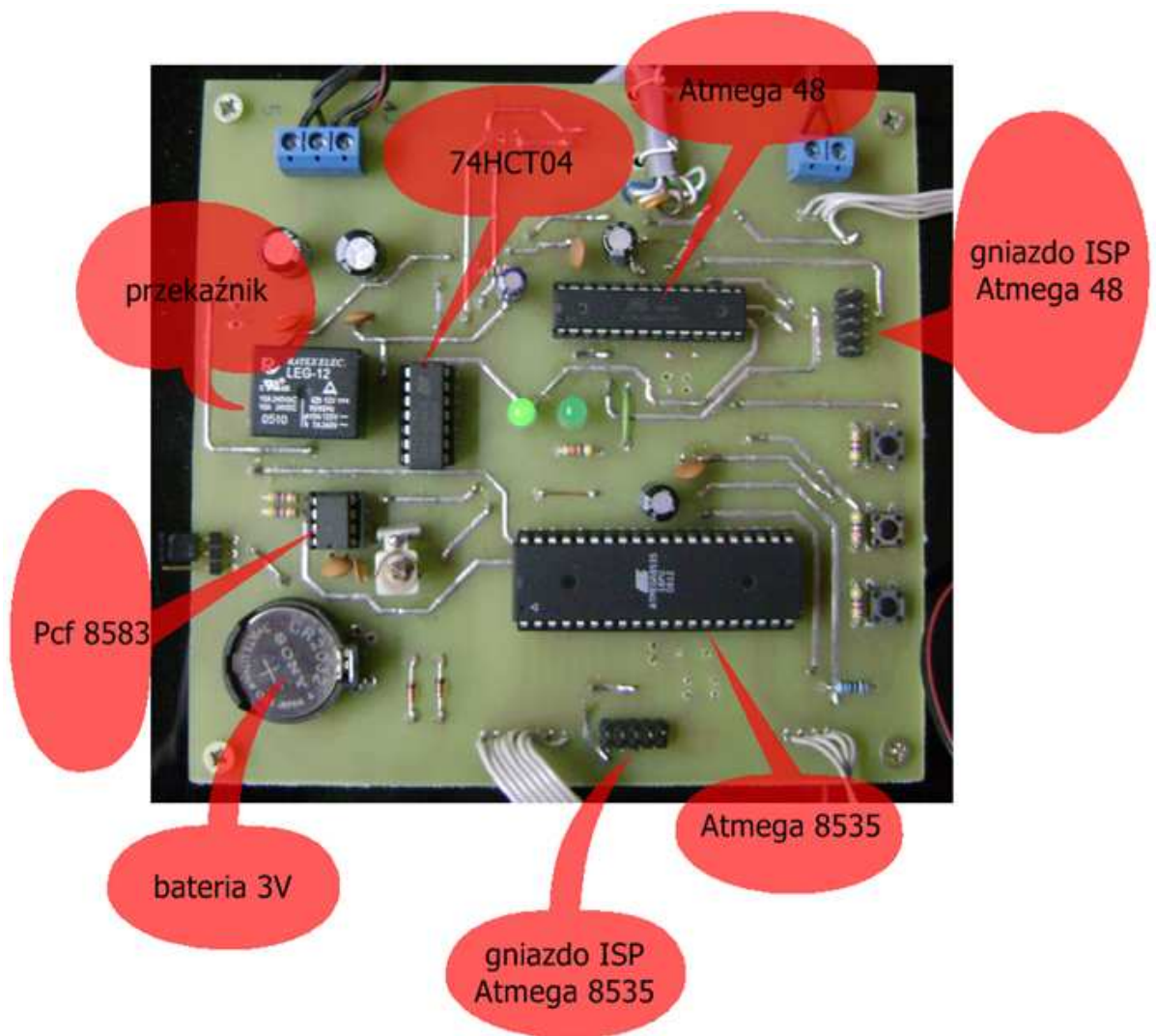
P -moc jednej cyfry przy zapalonych wszystkich segmentach

2.3. Budowa płyty sterowniczej

Płyta sterownicza (rys.2.6) wykonana została na laminacie dwustronnym, całość zaprojektowano dzięki programowi do tworzenia obwodów drukowanych Eagle, który doskonale spełnia swoje zadanie.

Najważniejsze elementy znajdujące się na płycie to:

- mikrokontroler Atmega 8535, który nadzoruje całą pracę zegara, steruje wyświetlaniem cyfr, odlicza wartości czasu
- mikrokontroler Atmega 8, który służy do nadawania impulsowi 1PPS odpowiedniej długości i generację tego impulsu w razie jego zaniku
- układ czasu rzeczywistego PCF8583, jest to element elektroniczny, który nieustannie odlicza wartości czasu
- układ TTL 74HCT04, który podnosi wartość sygnału do napięcia 5V, a jeśli zajdzie taka potrzeba może odwrócić polaryzację sygnału
- dwa wejścia SPI do programowania mikrokontrolerów
- bateria o wartości 3V do podtrzymywania pracy układu PCF 8583 w razie zaniku napięcia zasilania
- przekaźnik sterujący wyborem pobierania czasu



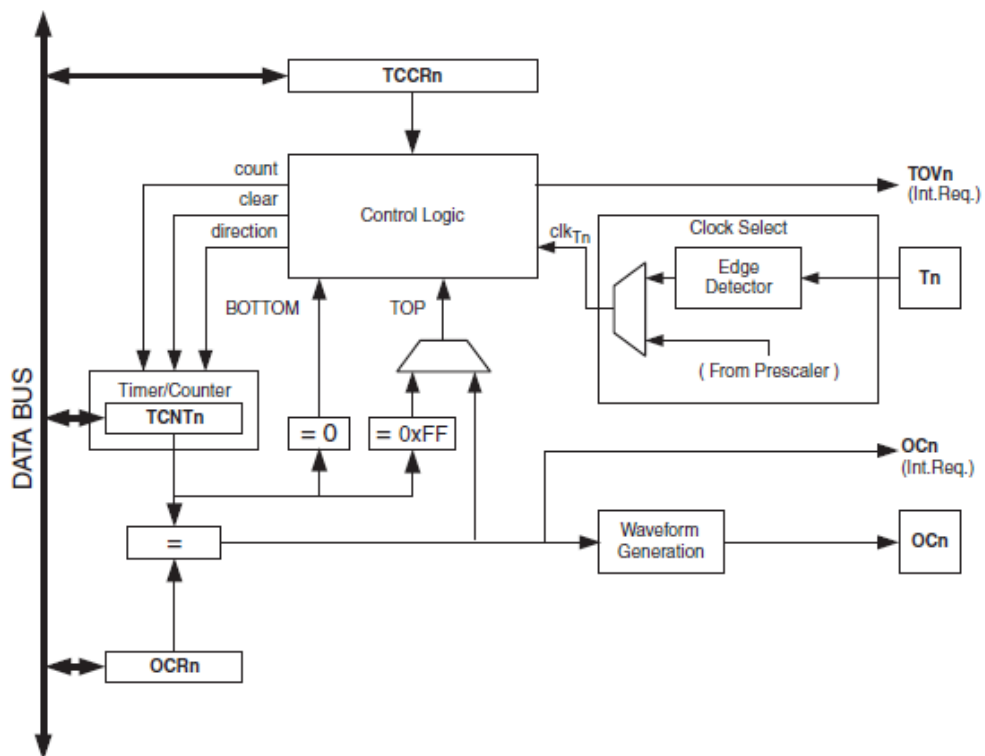
Rys.2.6. Fizyczny wygląd i opis płyty sterowniczej

Rys.2.7. Schemat ideowy płyty sterowniczej

2.3.1. Atmega 8535

Mikrokontroler ATMEGA8535 [14] w swojej strukturze zawiera bardzo wiele funkcji. Opisane zostały tylko te, które użyto w budowie zegara. Do taktowania tego mikrokontrolera użyto wewnętrznego rezonatora kwarcowego o wartości 1MHZ

- **Pamięć FLASH** o pojemności 8kB, jest to pamięć stała(nieulotna) – po odłączeniu zasilania nie traci swej zawartości, przeznaczona na oprogramowanie sterujące całą pracą mikrokontrolera. Do zaprogramowania mikrokontrolera wykorzystany został kompilator Bascom AVR stworzony właśnie do tego typu urządzeń
- **Pamięć SRAM**(ang. *Static Random Access Memory*)jest to statyczna pamięć o dostępie swobodnym zajmująca 544 B. W tej pamięci znajduje się każda zmienna i rejestr użyty w programie. Resztę pamięci SRAM zajmuje stos sprzętowy i programowy (używany do przechowywania adresów parametrów procedur i funkcji oraz ich zmiennych lokalnych). Wielkość tych obszarów zmienia się dynamicznie podczas działania programu
- **TIMER0**



Rys.2.8. Schemat blokowy Timera0

TIMER0 jest to 8-bitowy licznik. Licznik TIMER0 może generować sygnał przerwania tylko po jego przepełnieniu. Podczas przepełniania licznika jest ustawiana flaga TOV0 znajdująca się w rejestrze TIFR (Timer/Counter Interrupt Flag Register). Aby zablokować generowanie przerwania od licznika, należy ustawić odpowiedni bit w rejestrze TIMSK (Timer/Counter Interrupt Mask Register). Tryb pracy licznika ustala się ustawiając odpowiednie bity w rejestrze TCCR0 (Timer0/Counter0 Control Register) mikrokontrolera. Zliczanie impulsów zewnętrznych przez licznik jest zsynchronizowane z zegarem taktującym mikrokontrolera. Aby te impulsy nie były gubione, to czas pomiędzy kolejnymi musi być dłuższy niż dwa pełne takty sygnału zegarowego mikrokontrolera. Zadaniem tego właśnie Timera0 jest cykliczne pobieranie określonych wartości znajdujących się pod wywoływanyymi zmiennymi i późniejsze ich wyświetlenie. Im czas przepełnienia licznika jest krótszy tym częstotliwość odświeżania wyświetlanych wartości jest większa co daje złudzenie statyczności obrazu.

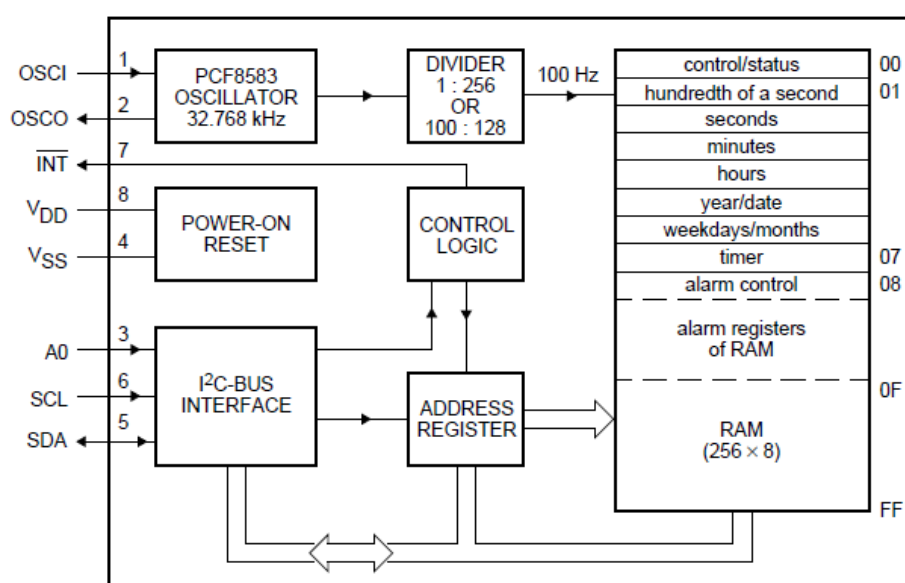
- **Przerwanie INT1** Wygenerowanie sygnału przerwania wewnętrznego lub zewnętrznego w mikrokontrolerze spowoduje wstrzymanie działania programu głównego, gdyż mikrokontroler przechodzi do wykonywania podprogramu obsługi tego przerwania. Po zakończeniu podprogramu obsługi przerwania mikrokontroler wraca do „miejsca”, w którym zatrzymał program główny. Gdy mikrokontroler jest w trakcie wykonywania podprogramu obsługi przerwania, następne przerwanie nie będzie przyjęte, gdyż mikrokontroler zeruje flagę globalnego zezwolenia na przerwania (przerwania na ten czas zostają zablokowane). Tak samo flaga bieżącego przerwania, które jest obsługiwane zostaje automatycznie wyzerowana. Po zakończeniu obsługi przerwania flaga globalnego zezwolenia na przerwania jest z powrotem ustawiana i mikrokontroler może przyjąć następne przerwanie. Aby używać przerw, należy uaktywnić globalny system przerw i odpowiednie źródło przerwania. Do wywołania przerw na wejściu INT1 użyto cyklicznych impulsów występujących dokładnie co sekundę, ma to na celu zmuszenie mikrokontrolera do podjęcia odpowiednich działań jakimi jest zwiększanie wartości sekund o pojedynczą wartość.

- **I²C** w magistrali I²C, zaprojektowanej i promowanej przez firmę Philips[15], używa się do transmisji dwóch linii sygnałowych: danych – SDA i zegarowej – SCL, oraz linię: zasilającą i masy. Magistralę I²C zaprojektowano do przesyłania danych pomiędzy układami scalonymi urządzeniach audio-video, lecz jej prostota i funkcjonalność spowodowały, że zastosowano ją do komunikacji między różnymi układami w danym urządzeniu, np. z pamięcią, układem zegara RTC, przetwornikiem A/C. Bardzo ważną zaletą tej magistrali jest możliwość dołączenia do niej wielu układów, które rozpoznawane są poprzez adresy. Obydwie linie sygnałowe (SDA i SCL) są dwukierunkowe i muszą być dołączone (podciągnięte) do plusa zasilania przez rezystory o wartości typowo 3,3k ...4,7k. Gdy dane nie są przesyłane, w tzw. stanie spoczynkowym, na obydwu liniach jest poziom wysoki. Wymiana informacji w I²C przebiega między układami Master i Slave, Master jest układem inicjującym i synchronizującym transmisję. Każdy układ Slave jest adresowany poprzez wysyłanie do niego unikalnego 7-bitowego adresu wraz z bitem wskazującym kierunek przepływu danych. Konflikty na magistrali są usuwane poprzez procedury arbitrażowe. W budowanej pracy magistrala I²C służy do komunikacji między mikrokontrolerem Atmega 8535 ustawionego jako master i układem czasu rzeczywistego PCF8583, który ustawiony jest jako slave. Po szynie I²C przesyłane są wartości sekund, minut i godzin, które nieustannie odlicza PCF8583.
- **Porty**, każdy mikrokontroler wyposażony jest w porty służące do komunikowania się mikrokontrolera z otoczeniem. Port w mikrokontrolerach AVR składa się z kilku linii ale nie więcej niż 8. Porty są dwukierunkowe, tzn. mogą być wejściowe albo wyjściowe. Określenie kierunku przekazywania danych przez linie portu (wejście, wyjście) może być przeprowadzone oddzielnie dla każdej linii (selektywnie) tak, że może być wejściową, a inna wyjściowego. W przestrzeni adresowej rejestrów specjalnych są trzy rejestry do obsługi portów. Pierwszy to rejestr danych o nazwie PORTx, wartość wpisana do tego rejestru jest dostępna na zewnętrznych liniach portu. Drugim jest rejestr DDRx , który służy do określenia kierunku transmisji poszczególnych linii portu. Trzeci to rejestr wejściowy PINx, który odwzorowuje bezpośrednio stan

logiczny wyprowadzeń danego portu. Rejestr PINx jest przeznaczony tylko do odczytu, zatem nie można do niego wpisać żadnej wartości.

SPI (In System Programming) jest to układ zawarty wewnątrz mikrokontrolera, służy do szybkiej, szeregowej transmisji danych pomiędzy procesorami lub też procesorami i urządzeniami zewnętrznymi. Pracuje on na zasadzie wymiany danych, tj. nadaje i jednocześnie odbiera jeden bajt. Jest on także używany do programowania wewnętrznej pamięci Flash oraz EEPROM w trybie ISP.

2.3.2. Zegar czasu rzeczywistego PCF8583



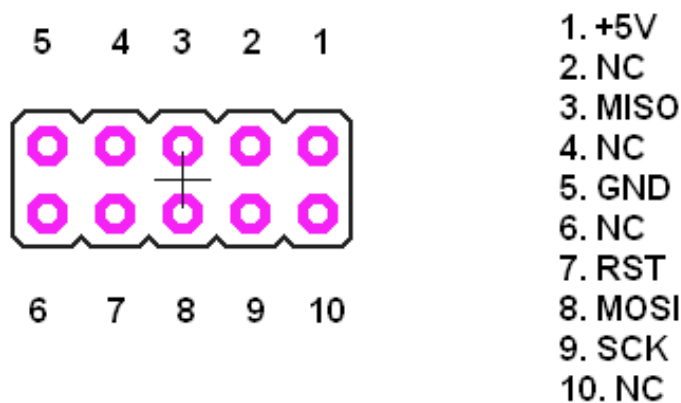
Rys.2.9. Schemat blokowy układu PCF8583

Układ PCF8583 [16] jest szeregowo programowany za pośrednictwem szyny I²C, co sprawia, że mieści się w zaledwie ośmio - nóżkowej obudowie. Zawiera w sobie zegar, interfejs szyny wraz z układami logiki sterującej i pamięć RAM 256 bajtów. Oprócz końcówek zasilania kostka ma wyprowadzenia do dołączenia kwarcu lub zewnętrznych impulsów taktujących, przełączany adres A0, szynę I²C oraz wyjście przerywania INT. Układ może działać nie tylko jako zegar z alarmem, może także odmierzać zaprogramowane odcinki czasu lub zliczać impulsy doprowadzone do wejścia OSC1. Pracą układu steruje 16 rejestrów, które umieszczone są w bloku pamięci RAM począwszy od adresu 00H. Wszystkie rejestry mogą być zapisywane i odczytywane. Przyjęto założenie, że rejestry mają postać bajtową, a funkcjami układu sterują poszczególne bity w rejestrze. Cyfry zapisuje się w postaci BCD. W przypadku rejestru

daty oznacza to, że cztery najmłodsze bity rejestru będą oznaczały liczbę jednostek, a cztery starsze liczbę dziesiątek ustawianej daty.

2.3.4. Bascom AVR

Program do obsługi mikrokontrolerów Atmega 8535 i Atmega 8 napisano w środowisku Bascom AVR, który stworzony został specjalnie do tego typu mikrokontrolerów. Jest to bardzo wygodne i intuicyjne środowisko, posiadające edytor tekstu, kompilator i procedury umożliwiające zaprogramowanie wybranego mikrokontrolera AVR. Do komunikacji między komputerem PC a płytą sterującą użyto programatora STK300. Programator posiada dwa wyprowadzenia: LPT do połączenia z komputerem oraz ISP (rys.2.10) do prawidłowego podłączenia mikrokontrolera.

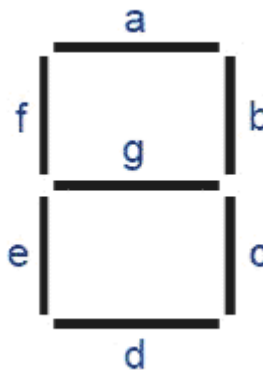


Rys.2.10. Wtyk ISP programatora

2.4. Zasada działania płyty sterowniczej i jej poszczególnych bloków

Głównym elementem sterującym zawartym na płycie sterowniczej jest 8-bitowy mikrokontroler Atmega 8535, zaprogramowany został za pomocą programu Bascom AVR. Jego zewnętrzne wyprowadzenia w większości zostały wykorzystane do połączenia urządzeń peryferyjnych.

2.4.1. Sterowanie wyświetlaczami LED



Rys.2.11. Budowa i oznaczenia cyfry

Do budowy zegara użyte zostały wyświetlacz LED ze wspólną anodą, cały PORTB mikrokontrolera został przypisany odpowiednim segmentom wyświetlacza (rys.2.9). Piny portu-B ustawione w kolejności od 7-0 są przypisane segmentom pd-g-f-e-d-c-b-a ,konfiguracja ta ma swoje odzwierciedlenie w zapisie bitowym. Dzięki takiemu zabiegowi można w łatwy sposób wyświetlać cyfry na wyświetlaczu. Przykładem może być cyfra „5” (rys.2.12), która zapisana bitowo wygląda tak: 01101101, binarne „1” oznacza stan wysoki na wyjściu konkretnego pinu a „0” stan niski. Stan wysoki wystawiony na konkretnym segmencie powoduje jego świecenie, a stan niski wygaszenie segmentu. W projekcie użyte zostały cztery wyświetlacze LED, ich anody zostały podłączone odpowiednio: W1-portd.4, W2-portd.5, W3-portc.6, W4-portc.7. Wyświetlanie cyfr odbywa się multipleksowo, co oznacza że w danym momencie świeci się tylko jedna cyfra. Cała procedura odbywa się dostatecznie szybko, tak że ludzkie oko nie jest w stanie dostrzec sposobu wyświetlania, co daje złudzenie świecenia się wszystkich cyfr na raz. Do naprzemiennego wyświetlania cyfr użyty został TIMER0 mikrokontrolera, za pomocą którego co pewien określony odcinek czasu uruchomiona zostaje procedura przerwania. Powoduje ona zatrzymanie pracy programu głównego mikrokontrolera, po zapisaniu adresów powrotnych na stosie programowym następuje skok do podprogramu o etykiecie „*Mult_wysw*” (Lisitng 1).



Rys.2.12 Wyświetlana cyfra „5”

Lisitng 1:

Mult_wysw:

Reset W1

Reset W2

Reset W3

Reset W4

Select Case Nr_wyswietlacza

Case 0:

Call Pobr_znaku(a)

Set W1

Reset W2

Reset W3

Reset W4

Case 1:

Call Pobr_znaku(b)

Set W2

Reset W1

Reset W3

Reset W4

Case 2:

Call Pobr_znaku(c)

Set W3

Reset W2

Reset W1

Reset W4

Case 3:

Call Pobr_znaku(d)

Set W4

Reset W2

Reset W3

Reset W1

End Select

Incr Nr_wyswietlacza

If Nr_wyswietlacza = 4 Then

Nr_wyswietlacza = 0

End If

Return

W pierwszym kroku odczytywany jest numer wyświetlacza, który występuje w zmiennej „*Select Case*”. Następnie przeglądane są klauzule „*case*”, gdy numer wyświetlacza dopasowany jest z którąś z nich, wykonywane są wszystkie instrukcje związane z tą klauzulą „*case*”. W każdej klauzuli „*case*” znajduje się podprogram „*Pobr_znaku*” (Lisitng 2).

Listing 2:

```
Sub Pobr_znaku(cyfra As Byte)
  If Cyfra < 11 Then

    Portb = Lookup(cyfra , Kody7seg)

  Else

    Portb = 0
  End If
End Sub
```

Posiada on zmienną „cyfra” w której zawarty jest numer pozycyjny elementu mającego znaleźć się na konkretnym wyświetlaczu. Procedura „Lookup” zwraca wartość wybranego elementu, ustawiając PORTB według schematu binarnego zawartego w „kody7seg” (Listing 3).

Listing 3:

```
Kody7seg:

Data &B00111111 , &B00000110 , &B01011011 , &B01001111 , &B01100110,
Data &B01101101 , &B01111101 , &B00000111 , &B01111111 , &B01101111 , &B01000000
```

Następnie zapalany jest uprzednio wybrany wyświetlacz na czas 16ms, po czym następuje inkrementacja numeru wyświetlacza, który zostanie obsłużony podczas kolejnego przerwania. Program obsługi przerwania zostaje zakończony napotykać na instrukcję „Return”, dzięki czemu program główny kontynuuje swoją pracę od chwili w której nastąpiło przerwanie. Częstotliwość wyświetlania można wyliczyć znając: taktowanie mikrokontrolera wynoszące 1MHz, ustawianie preskalera na 64 i ilość impulsów potrzebnych do przepelnienia licznika TIMER0 wynoszącą 65. $1\text{MHz}/64/65=240\text{Hz}$, z taką właśnie częstotliwością działa cztero cyfrowy wyświetlacz, co za tym idzie dzieląc daną częstotliwość przez ilość wyświetlaczy $2500/4=60\text{Hz}$ otrzymana zostanie częstotliwość jednego wyświetlacza. Czas świecenia jednej cyfry to $1/60=16\text{ms}$.

2.4.2. Obsługa magistrali I²C

Drugim rodzajem wyprowadzeń mikrokontrolera są porty SDA i SCL, gdzie SDA to szyna danych, a SCL to szyna zegara taktującego. Umożliwiają one komunikację między mikrokontrolerem Atmega 8535,a układem czasu rzeczywistego PCF8583. Układ ten realizuje nieustanne odliczanie czasu, taktowany jest z zewnętrznego rezonatora kwarcowego o wartości 32.768kHz. Procedura odczytu realizowana jest po to aby mikrokontroler mógł pobrać dane o czasie z powyższego układu, dzieje się to za pośrednictwem podprogramu „Czytaj” (Listing 4).

Listing 4:

Sub Czytaj

I2cstart

I2cwbyte 162

I2cwbyte 2

I2cstart

I2cwbyte 163

I2crbyte S , Ack

I2crbyte M , Ack

I2crbyte H , Nack

I2cstop

S = Makedec(s)

M = Makedec(m)

H = Makedec(h)

End Sub

Po wywołaniu tego podprogramu następuje inicjalizacja magistrali I²C, następnie wybierany jest adres układu RTC o wartości 162 dla zapisu danych, po czym następuje wybranie rejestru drugiego czyli sekund. Ponownie inicjalizowana jest magistrala I²C i odczytywane są wartości wysłane przez układ RTC, kolejno: sekundy, minuty i godziny. Po transmisji magistrala jest zwalniana, wartości sekund, minut i godzin odczytane w formacie BCD przetransformowane są na kod dziesiętny, co uprości ich obróbkę i późniejszą wizualizację. Procedura zapisu ma swoje znaczenie w trakcie

uaktualniania czasu w układzie RTC i podczas ręcznego ustawiania zegara za pomocą przycisków. Po ustawieniu czasu wywoływany jest podprogram zapisu i dane o czasie zostają zmienione. Po wywołaniu podprogramu „Zapis” (Listing 4) wartości sekund, minut i godzin zmienione zostają z formatu dziesiętnego na format BCD, ma to za zadanie wpisanie poprawnych wartości do pamięci układu RTC. Zanim wartości zostaną zapisane inicjalizowana jest magistrala I²C, następnie podawany jest adres PCF8583 do zapisu widoczny w listingu 5, wiersz 2 i 7. W kolejnym kroku wybierany jest rejestr kontrolny i ustalany rejestr zapisu godzin, po czym transmisja jest zatrzymywana. W następnej czynności znów inicjalizowana jest magistrala, wybrany zostaje rejestr sekund po czym wpisywane są kolejno wartości sekund, minut i godzin.

Listing 5:

Sub Zapis

S = Makebcd(s)

M = Makebcd(m)

H = Makebcd(h)

I2cstart

I2cwbyte 162

I2cwbyte 0

I2cwbyte 8

I2cstop

I2cstart

I2cwbyte 162

I2cwbyte 2

I2cwbyte S

I2cwbyte M

I2cwbyte H

I2cstop

S = Makedec(s)

M = Makedec(m)

H = Makedec(h)

End Sub

Po zakończeniu transmisji magistrala zostaje zwolniona, a wartości czasu z powrotem zostają zmienione na format dziesiętny do utrzymania prawidłowej pracy innych segmentów programów.

2.4.3. Obsługa zewnętrznego sygnału 1PPS

Sygnał 1PPS (1 pulse per second) jest to jeden impuls na sekundę. Na wejście zegara podawany ma być sygnał, który może pochodzić z zewnętrznego generatora czasu lub odbiornika czasu rzeczywistego jakim może być DCF77 lub GPS. W projekcie zegara zastosowano kilka przekształceń sygnału 1PPS zanim dotrze on do zamierzonego celu. Pierwszym elementem napotkanym przez ten sygnał jest układ TTL o nazwie 74HCT04, który spełnia dwa zasadnicze zadania, a mianowicie podnosi amplitudę sygnału podanego na jego wejście do wartości 5V. Drugim z jego zadań jest odwrócenie sygnału lub też pozostawienie go w dotychczasowej formie, umożliwiając to inwertery zawarte w jego obudowie.

Listing 6:

Do

Incr Impuls

If Impuls = 19700 Then

Reset Portb.1

Waitms 10

Set Portb.1

Toggle Portd.3

End If

If Impuls > 40000 Then

Set Portb.1

set Portd.3

Waitms 10

Reset Portd.3

Impuls = 19702

End If

```
If Sekundy <> X Then  
X = Sekundy  
Reset Portb.1  
Waitms 10  
Set Portb.1  
Impuls = 0  
End If
```

Loop

```
Synchro:  
Disable Int0
```

```
If Sekundy > 59 Then  
Sekundy = 0  
End If
```

```
Incr Sekundy  
Set Portb.0  
Impuls = 0  
Waitms 10  
Enable Int0  
Enable Interrupts  
Return
```

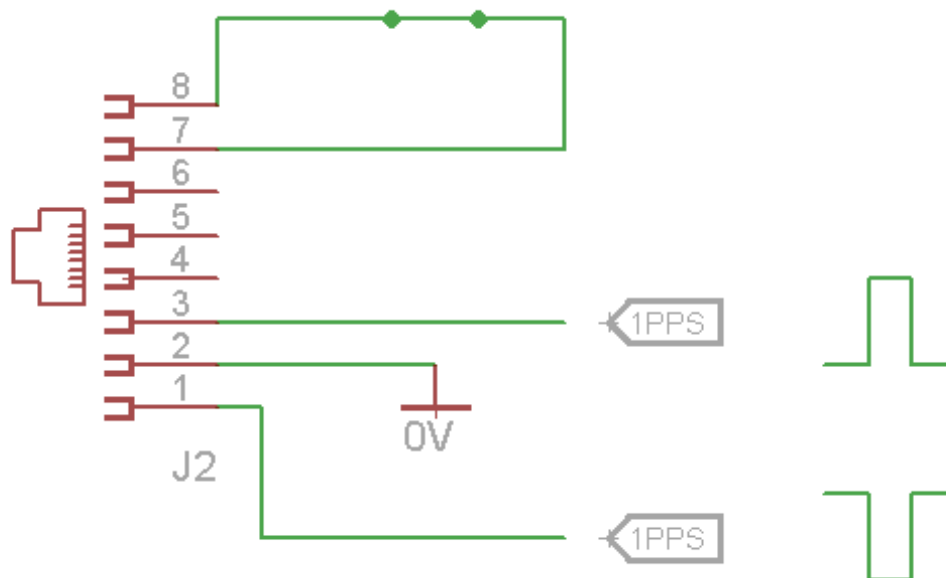
Kiedy pierwszy etap formowania sygnału zostanie osiągnięty następuje kolejne jego przetwarzanie za pomocą mikrokontrolera Atmega 8. Funkcją tego mikrokontrolera jest nadawanie odpowiedniej długości sygnałowi wejściowemu wynoszącej 10ms dlatego że sygnał wejściowy może zajmować przedział od paru mikrosekund do 200 milisekund. Drugim atutem Atmega 8 jest generowanie impulsu, gdy ten nie pojawi się w ciągu następnej sekundy na jego wejściu. To rozwiązanie jest bardzo przydatne, gdy do generowania sygnału 1PPS użyty zostanie DCF77, w którym cyklicznie co jedną minutę brakują jednego impulsu, a związane jest to z ze sposobem kodowania czasu (Listing 6). Zabieg formowania impulsu do wartości 10ms ma ogromne znaczenie podczas pojawienia się na wejściu INT1 mikrokontrolera Atmega 8535, jest to optymalna wartość. W chwili gdy na wejściu mikrokontrolera Atmega8 impulsy nie pojawią się w czasie większym niż 2 sekundy, jego wyjście automatycznie zostanie

podciągnięte do plusa zasilania, w efekcie czego mikrokontroler Atmega8535 przełączy się w tryb RTC aby zapewnić prawidłowe działanie zegara. W danym momencie wykonana może być tylko jedna procedura przerwania, w działaniu zegara wykorzystywane są dwa od TIMER0 i przerwanie zewnętrzne INT1. Sygnał 1PPS nie może być za krótki bo podczas wykonywania procedury przerwania od TIMER0 może być pominięty zanim globalny system przerwań stanie się aktywny i mikrokontroler nie będzie gotowy na przyjęcie tego przerwania. Sygnał 1PPS nie może być też za długi bo grozi to kilkukrotnym odczytaniem tego impulsu, co może spowodować szybszą zmianę wyświetlanych wartości i oczywiście błędny odczyt.

2.4.4. Sposób przełączania między trybem 1PPS a RTC

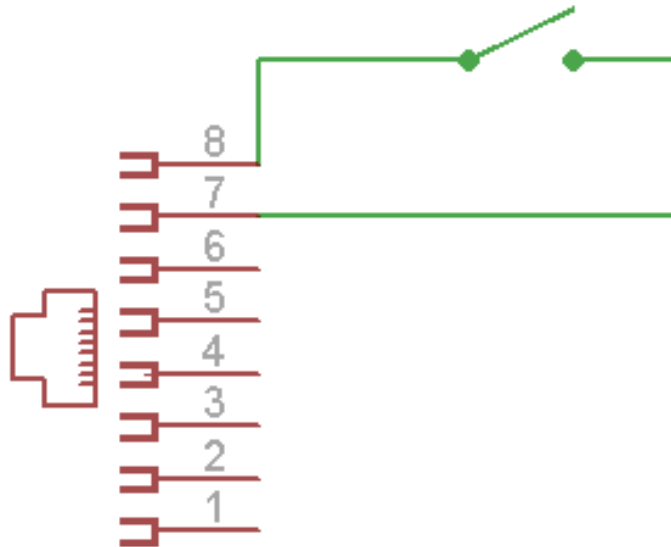
Opracowany zegar może pracować w dwóch trybach 1PPS i RTC, czyni go to uniwersalnym miernikiem czasu. Tryb RTC wykorzystywany jest do zliczania czasu przez generator wewnętrzny zegara. Ma to na celu zachowanie właściwego chodu zegara w chwili gdy zabraknie zewnętrznej synchronizacji. Do przełączania między tymi dwoma trybami zastosowano gniazdo RJ45, które posiada wystarczającą ilość pinów do prawidłowej pracy i zamierzonych działań.

Pierwszy zostanie omówiony tryb 1PPS, gdzie do zliczania czasu używane są zewnętrzne impulsy powtarzające się co jedną sekundę, aby zapewnić prawidłową pracę należy podłączyć odpowiednio przyrządzony wtyk do gniazda RJ45 (rys.2.13). Podczas gdy wtyk znajduje się w swoim miejscu, piny 7 i 8 muszą być z sobą zwarte co powoduje załączenie przełącznika znajdującego się na płycie sterującej, ten natomiast połączy linię sygnałową do wejścia INT1 mikrokontrolera Atmega 8535. Sygnał inicjujący przerwanie musi mieć potencjał równy 0V, do zapewnienia takich właściwości przygotowane zostały dwa piny gniazda RJ45. Zadaniem pinu 1 jest przesłanie sygnału w niezmięnionej formie na wejście INT1, pin 3 natomiast powoduje odwrócenie sygnału wejściowego w przypadku gdy impulsy mają wartości dodatnie. Pin 2 służy do połączenia masy zegara z masą zastosowanego generatora czasu 1PPS. Zliczanie czasu odbywa się w programie głównym, gdzie sygnały podawane na wejście INT1 korygują co 10 sekund czas przesłany z układu PCF8583.



Rys.2.13. Schemat podłączenia zewnętrznego sygnału 1PPS

Korzystając z trybu RTC wtyk RJ45 nie jest połączony z jakimkolwiek układem zewnętrznym, a więc piny 7,8 są rozwarne i przełącznik jest rozłączony (rys.2.14). W efekcie na wejście INT1 podane jest stałe napięcie o wartości 5V. Program główny mikrokontrolera Atmega 8535 na podstawie tej informacji rozpoczyna pobieranie wartości czasu z układu PCF 8583 poprzez magistralę I²C. Układ PCF 8583 taktowany jest z generatora kwarcowego o wartości 32768 Hz. Ten sposób obliczania czasu należy do dokładnych ale w żadnym wypadku nie dorównuje dokładności zegarów atomowych. Dużym atutem układu PCF8583 jest ciągłe zliczanie czasu, nawet podczas zaniku energii elektrycznej dzięki baterii o napięciu 3V umieszczonej na płycie sterowniczej. Bez względu na zastosowany tryb, przy powrocie zasilania wartości z PCF8583 przepisywane są do programu głównego i proces wskazywania odmierzanym wartości odbywa się dalej.



Rys.2.14. Praca na PCF858

2.4.5. Program główny zegara

Działanie programu głównego odbywa się w nieskończonej pętli programowej, najpierw zwiększana jest wartość „X”, która powiązana jest z bitem decyzyjnym o nazwie „Zezwolenie”, może on przyjmować wartości binarne „0” lub „1” (Listing 7).

Listing 7:

```

If X = 2000 Then
  X = 0
  Zezwolenie = 1
End If

```

W chwili gdy zmienna „X” przekroczy ustaloną wartość bit „Zezwolenie” ustawiany jest na wartość „1”, ma to na celu włączenie trybu RTC aby zapewnić prawidłową pracę zegara gdy sygnał 1PPS nie jest podawany na wejście zegara. Następnie sprawdzany jest „pinc.5” (Listing 8) czy czasami jego wartość nie ma potencjału zerowego co oznaczałoby wejście do trybu ustawiania czasu, jeśli jednak jego stan posiada binarne „1” funkcja ta jest pomijana.

Listing 8:

```
Set Portc.2
Reset Portd.7
If Pinc.5 = 0 Then
    Waitms 500
    Call Ust_godziny
    A = 10
    B = 10
    C = 10
    D = 10
    Wait 1
End If
```

Kolejną funkcją jaką napotyka program główny jest odczytanie wartości z układu czasu rzeczywistego PCF8583 i załączenie lub wyłączenie separatora między cyframi wyświetlacza (Listing 9). Aby jednak zjawisko to miało miejsce bit decyzyjny „Zezwolenie” musi mieć logiczne „1” w przeciwnym wypadku instrukcja ta jest pomijana.

Listing 9:

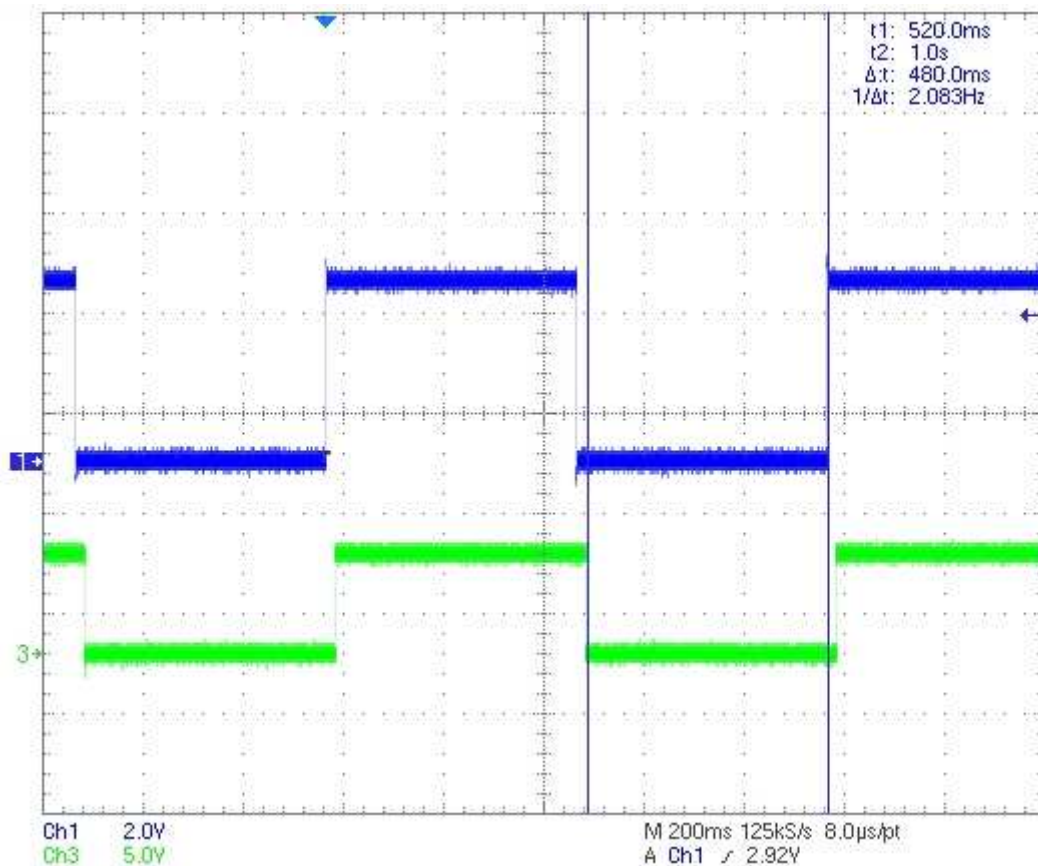
```
If Zezwolenie = 1 Then
    Call Czytaj
    If Q <> S Then
        Toggle Portd.6
        Q = S
        Sek = S
    End If
End If
```

Do programu głównego można także zaliczyć sygnał 1PPS który na samym początku ustawia bit decyzyjny „Zezwolenie” w logiczne „0” (Listing 10).

Listing 10:

```
Incr_sek:  
Disable Int1  
Enable Interrupts  
Toggle Portd.6  
Zezwolenie = 0  
X = 0  
If Zn = 1 Then  
Set_sek=70  
Call Zapis_sek  
Zn = 0  
Set Portd.7  
End If  
Call 1pps  
Waitms 800  
Enable Int1  
Return
```

Procedura obsługi tego sygnału dzieli się na dwa etapy, które przebiegają w przeciągu dwóch sekund. W pierwszym etapie gdy nastąpi przerwanie uruchamiany jest podprogram „1pps” (Listing11), w którym odczytywany jest czas z układu PCF8583 za pomocą instrukcji „czytaj”, następnie sprawdzanych jest 6 instrukcji o wartościach: 1,11,21,31,41,51. W chwili gdy jedna z podanych wartości równa jest odczytanej sekundzie, wartość sekundy zostanie zwiększona o jeden a znacznik „zn” ustawiany będzie na wartość logiczną „1”. Jednak gdy żadna z wymienionych wartości nie pasuje do odczytanej sekundy procesor nie podejmuje żadnej akcji a znacznik „zn” pozostaje na wartości „0”. W drugim etapie, gdy wystąpi kolejne przerwanie, a znacznik „zn” ma wartość „1” nastąpi wpisanie uprzednio zwiększonej sekundy do układu PCF8583, za pomocą instrukcji „zapis_sek” (Listing 12). Jednak gdy znacznik „zn” ma wartość „0” nie zostanie podjęte żadne działanie zapisu sekund. Takie rozwiązanie pozwala w łatwy sposób zsynchronizować układ PCF8583 według sygnału 1PPS.



Rys.2.15. Układ PCF8583 synchronizowany impulsem 1PPS

Proces synchronizacji zaobserwowano na oscyloskopie cyfrowym. Do jego wejść podłączone zostały dwa sygnały:

- taktowania z układu PCF8583 widoczne w kolorze niebieskim, początek impulsu o zboku narastającym
- 1PPS pochodzący z modułu GPS widoczny w kolorze zielonym, początek impulsu o zboku opadającym

Przebiegi tych sygnałów przedstawiono na rysunku 2.15. Są one przesunięte względem siebie o 480ms. Jest to celowe działanie mające uchronić zegar przed zafałszowaniem odczytu sekund. W trakcie obserwacji dwa wyżej opisane przebiegi były względem siebie statyczne, co oznacza że synchronizacja przebiegała prawidłowo.

Listing 11:

Sub Ipps

Reset Portc.2

Call Czytaj

If S = 1 Then

V = S + 1

S = V

Zn = 1

Reset Portc.2

End If

If S = 11 Then

V = S + 1

S = V

Zn = 1

Reset Portc.2

End If

If S = 21 Then

V = S + 1

S = V

Zn = 1

Reset Portc.2

End If

If S = 31 Then

V = S + 1

S = V

Zn = 1

Reset Portc.2

End If

If S = 41 Then

V = S + 1

S = V

Zn = 1

Reset Portc.2

End If

```

If S = 51 Then
    V = S + 1
    S = V
    Zn = 1
    Reset Portc.2
End If
End Sub

```

Listing 12:

```

Sub Zapis_sek
S = Makebcd(s)
Set_sek = Makebcd(set_sek)
    I2cstart
    I2cwrite 162
    I2cwrite 1
    I2cwrite set_sek
    I2cstop
    I2cstart
    I2cwrite 162
    I2cwrite 0
    I2cwrite 8
    I2cstop
    I2cstart
    I2cwrite 162
    I2cwrite 2
    I2cwrite S
    I2cstop
S = Makedec(s)
End Sub

```

Na samym końcu pętli programu głównego wartości sekund, minut i godzin są odpowiednio formowane bez względu na używany w danym momencie tryb RTC czy też 1PPS (Listing 13). Procedura formowania omówiona została na przykładzie minut „M”, gdzie odczytana wartość dzielona jest przez 10 w efekcie czego otrzymany wynik stanowi wartość dziesiątek formowanej cyfry „M1”, po czym cyfra ta wpisywana jest do zmiennej „A” obsługującej wyświetlacz numer trzy. W kolejnym kroku wartość

„M1” mnożona jest razy 10 i odjęta od pierwotnej wartości minut „M” w efekcie czego otrzymany wynik to wartość jedności „M2” wpisywany do zmiennej „B” obsługującej wyświetlacz numer cztery.

Listing 13:

$$S1 = S / 10$$

$$S2 = S1 * 10$$

$$S2 = S - S2$$

$$M1 = M / 10$$

$$M2 = M1 * 10$$

$$M2 = M - M2$$

$$H1 = H / 10$$

$$H2 = H1 * 10$$

$$H2 = H - H2$$

$$A = M1$$

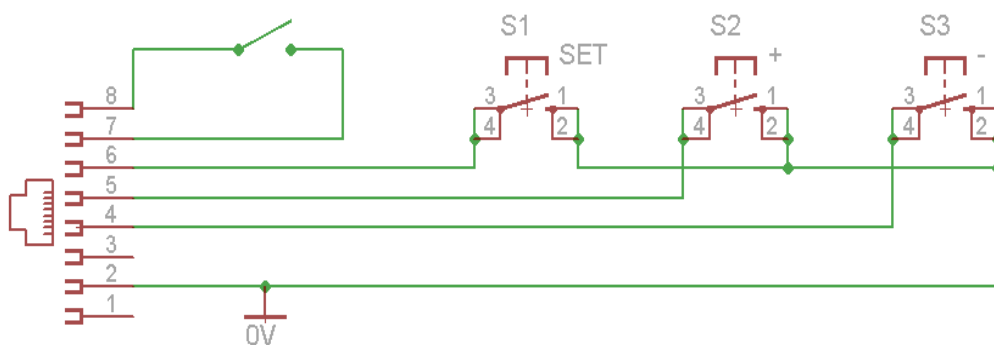
$$B = M2$$

$$C = H1$$

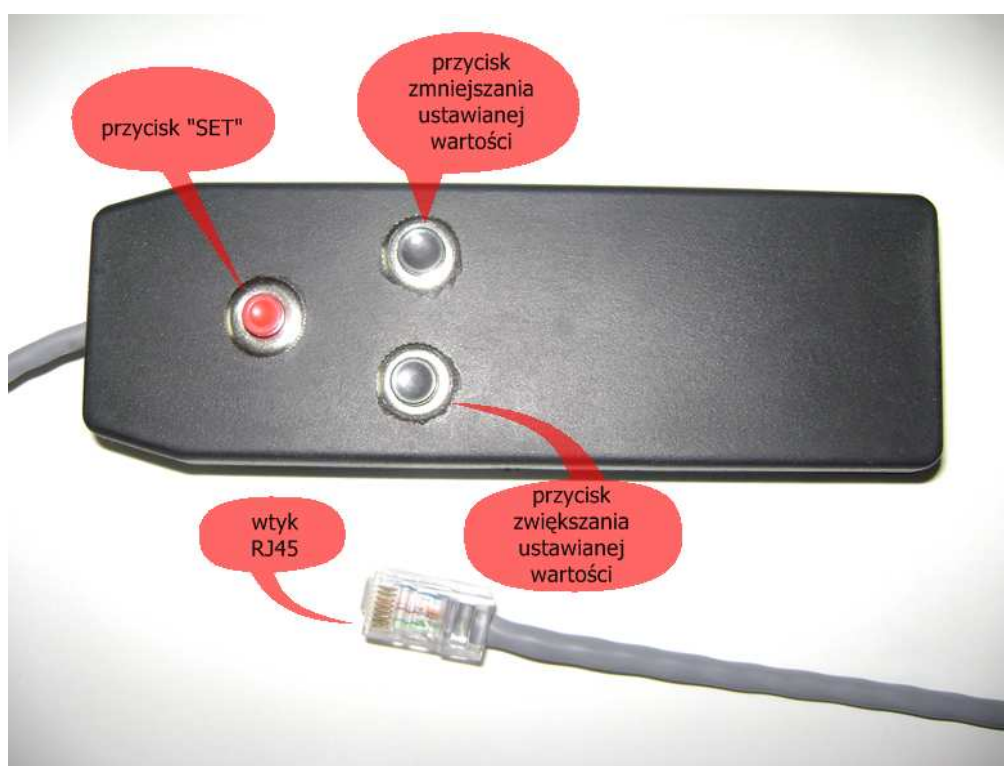
$$D = H2$$

2.4.6. Sposób ustawiania czasu

Ustawianie czasu odbywa się za pomocą manipulatora podłączonego do zegara za pomocą przewodu zakończony wtykiem RJ45 (rys.2.13), aby ustawienie czasu było możliwe zegar musi pracować w trybie RTC. Manipulator składa się z 3 przycisków (rys.2.16), przycisk „set” służy do inicjalizacji ustawiania czasu, wędrowania między nastawami minut i godzin, a także wychodzenie z trybu ustawiania czasu. Pozostałe dwa przyciski pozwalają na zwiększanie lub zmniejszanie ustawianych wartości minut lub godzin z przeskokiem o jedną wartość. Połączenie manipulatora z zegarem stanowią piny 6,5 i 4, na których utrzymuje się stan wysoki dzięki zastosowanym rezystorom podciągającym o wartości 4,7kohm, oraz pin 2, którego potencjał wynosi 0V. W chwili przyciśnięcia któregoś z wybranych przycisków, na odpowiednim wejściu mikrokontrolera ukaże się stan niski i spowoduje to jego odpowiednią reakcję.



Rys.2.16. Schemat połączeń manipulatora



Rys.2.17. Fizyczny wygląd manipulatora i jego opis

Chcąc ustawić czas należy przycisnąć i przytrzymać przycisk „set” po czym na wyświetlaczu ukażą się wartości godzin. Przyciskami oznaczonymi +/- można zwiększać lub zmniejszać te wartości (Listing 14).

Listing 14:

```
Sub Ust_godziny
Do
  Waitms 150
  If Pinc.4 = 0 Then
    Incr H
    If H > 23 Then
      H = 0
    End If
  End If

  If Pinc.3 = 0 Then
    Decr H
    If H < 0 Then
      H = 23
    End If
  End If

  H1 = H / 10
  H2 = H1 * 10
  H2 = H - H2

  A = 10
  B = 10

  C = H1
  D = H2

  If Pinc.5 = 0 Then
    Waitms 500
    If Pinc.5 = 0 Then
      Call Ust_minuty
    Exit Sub
  End If
End If

Loop
End Sub
```

```

Sub Ust_minuty
Do
  Waitms 150
  If Pinc.4 = 0 Then
    Incr M

    If M > 59 Then
      M = 0
    End If
  End If

  If Pinc.3 = 0 Then
    Decr M
    If M < 0 Then
      M = 59
    End If
  End If

  M1 = M / 10
  M2 = M1 * 10
  M2 = M - M2

  A = M1
  B = M2

  C = 10
  D = 10

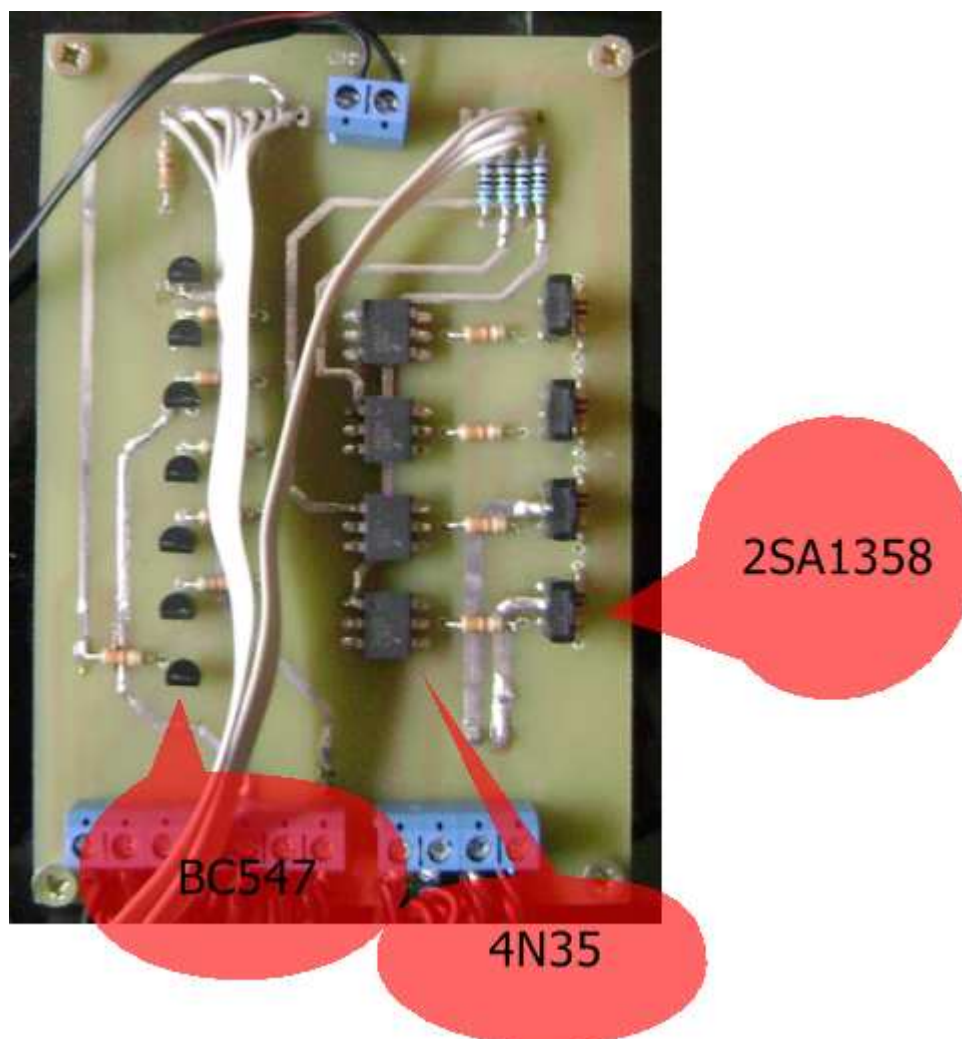
  If Pinc.5 = 0 Then
    Waitms 500
    If Pinc.5 = 0 Then
      S = 0
      Call Zapis
      Exit Sub
    End If
  End If

Loop
End Sub

```

W kolejnej czynności ponownie należy przycisnąć i przytrzymać przycisk „set” do chwili ukazania się wartości minut, które również należy przestawić za pomocą przycisków +/- . Kiedy przycisk „set” zostanie naciśnięty po raz trzeci nastąpi wyjście z menu ustawiania czasu i na 2 sekundy zapalą się poziome środkowe linie wyświetlacza, w tym samym momencie wartości czasu zostaną zapisane do pamięci układu PCF8583.

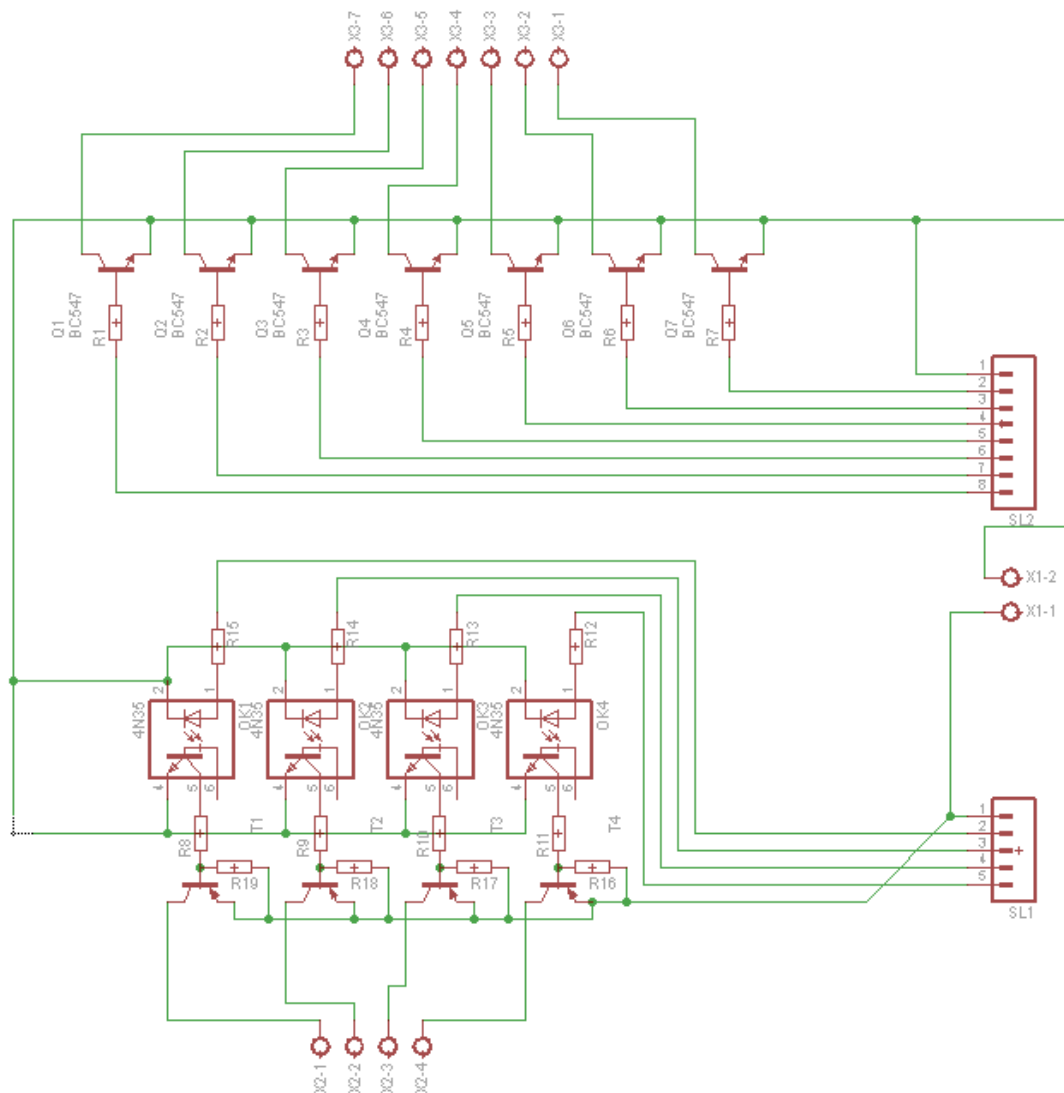
2.5. Płyta wykonawcza, budowa i jej działanie



Rys.2.18. Fizyczny wygląd płyty sterującej i jej opis

Płyta wykonawcza (rys.2.19) została zaprojektowana w programie do tworzenia obwodów drukowanych Eagle, obwody wykonano na laminacie dwustronnym. Budowa tego układu dzieli się na dwie grupy:

- sterowanie segmentami wyświetlaczy
- całymi wyświetlaczami



Rys.2.19. Schemat elektryczny płyty wykonawczej

Do sterowania segmentami zastosowano tranzystory typu npn o symbolu BC547, na których bazę podawane są sygnały sterujące z mikrokontrolera Atmega 8535. Emitery tych tranzystorów posiadają potencjał zerowy, w chwili podania na bazę któregoś z tranzystorów potencjału wysokiego tranzystor zaczyna przewodzić, czego powodem jest pojawienie się potencjału zerowego na kolektorze tranzystora. W danym

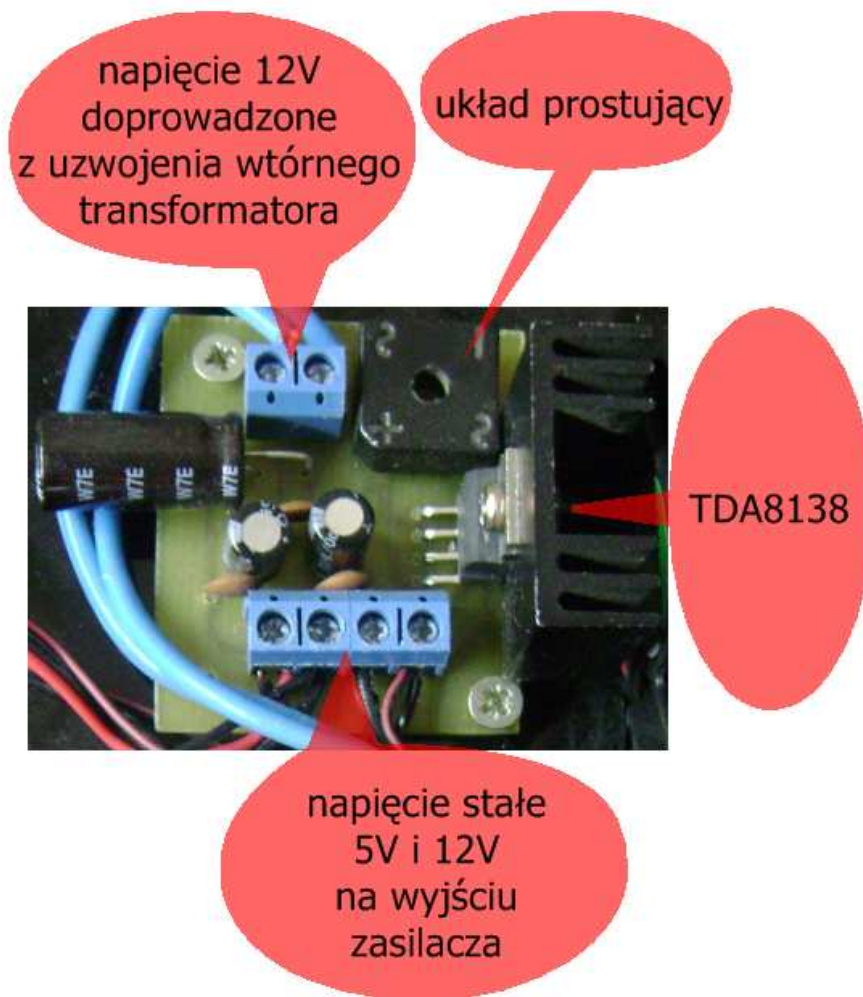
momencie obsługiwany jest tylko jeden segment wyświetlacza dlatego tranzystory BC547 bez problemu go obsłużą, ze względu na wartość prądu pobieraną przez segment nie większą niż 100mA.

Do sterowania wyświetlania całej cyfry zastosowano tranzystory mocy typu pnp o symbolu 2SA1358 i transoptora 4N35. W chwili podania sygnału wysokiego pochodzącego z mikrokontrolera Atmega 8535 na wejście transoptora, dioda zawarta w jego strukturze oświetla fototranzystor. W efekcie czego na kolektorze fototranzystora ukazuje się potencjał zerowy który podawany jest na bazę tranzystora mocy 2SA1358, ten z kolei uzyskuje napięcie 12V na kolektorze.

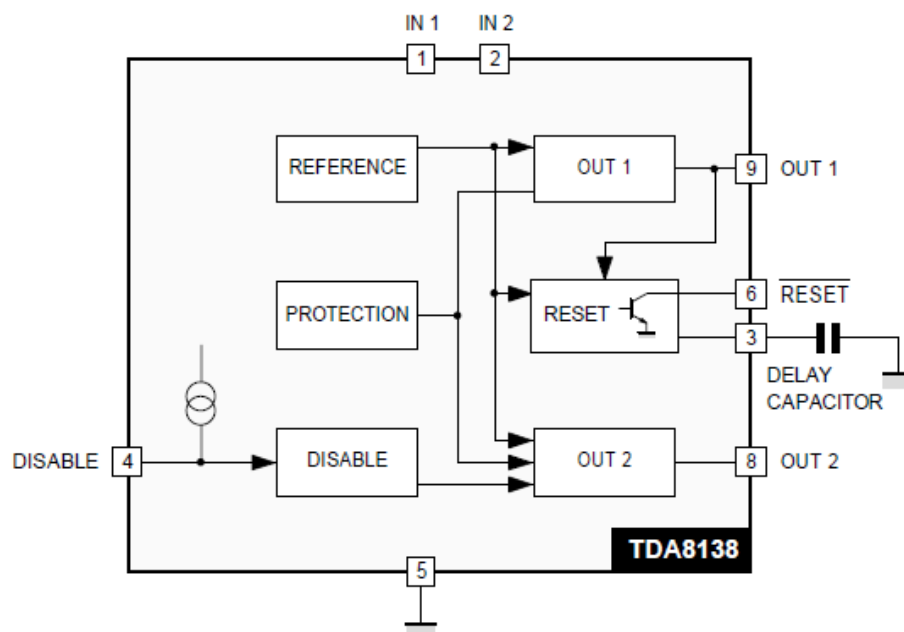
Do wyświetlenia odpowiedniej cyfry w danym momencie wysterowane muszą być tranzystory segmentów i tranzystor mocy odpowiedniej cyfry, która w danym momencie ma być wyświetlona. Napięcie sterujące blokami segmentów i wyświetlaczy to wartość 5V, a do prawidłowej pracy wyświetlaczy użyto napięcia 12V.

2.6. Zasilacz

Do zasilania zegara potrzebne jest napięcie 5V zasilające płytę sterowniczą i 12V, które poprzez układ wykonawczy wykorzystane jest do zasilania wyświetlaczy. Do budowy zasilacza zastosowano projekt AVT-1461 [17] Jest to uniwersalny układ do zasilania urządzeń elektronicznych wszelkiego typu. Głównym elementem zasilacza jest układ TDA8138 (rys.2.22), który posiada dwa wyjścia zasilające o wartości 5V, 12V i wydajności prądowej każdego z nich równej 1A. Układ TDA8138 posiada w swojej strukturze zabezpieczenia zwarciove i termiczne umożliwiające jego prawidłową pracę, oraz chroniące go przed uszkodzeniem. Na wejście TDA8138 musi być podane napięcie stałe 12V-15V, które przechodzi uprzednio przez mostek prostowniczy zawarty na płycie zasilacza. Do wejścia zasilacza podłączony został transformator toroidalny o mocy 20W, który odpowiedzialny jest za transformację napięcia sieciowego 230V na napięcie 12V. Ze względu na budowę całego zegara i izolacyjny charakter szkła akrylowego użyty przewód zasilający ma drugą klasę ochronności, czyli doprowadzone są tylko przewody L-fazowy i N-zerowy.



Rys.2.20. Fizyczny wygląd zasilacza i jego opis



Rys.2.21. Schemat blokowy układu TDA8138

2.7. Zabezpieczenia

Zegar zasilany jest napięciem przemiennym o wartości 230V, a wartość zmierzonego prądu to 35,2mA. Iloczyn tych dwóch wartości daje moc pobieraną przez urządzenie o wartości około 8 W.

$$P = U * I \quad (17)$$

$$P = 230V * 35,2mA \quad (18)$$

$$P = 8,086W \quad (20)$$

Dla zabezpieczenia zegara użyto bezpiecznik topikowy po stronie pierwotnej transformatora o wartości rząd wyższej niż płynący tam prąd znamionowy, a jego wartość wynosi 40mA. Bezpiecznik umieszczony został na zewnątrz zegara z prawej strony, umożliwiając jego łatwą wymianę.

2. Podsumowanie:

Wszelkie założenia do pracy zostały spełnione. Fotografia zegara przedstawiona została na rysunku 2.23. Zapewniono synchronizację zegara sygnałem 1PPS podanym z systemu GPS. Sygnał z urządzenia DCF77 nie spełnił wymaganych oczekiwań ze względu na wpływ warunków atmosferycznych i otaczających go urządzeń. Jeśli zegar jest pozbawiony synchronizacji to jego czas opóźnia się jedną sekundę na dobę. Po synchronizacji ten błąd znika.



Rys 2.22. Finalny wygląd zegara

4. Literatura:

- [1] <http://pl.wikipedia.org/wiki/Gnomon>
- [2] http://pl.wikipedia.org/wiki/Zegar_s%C5%82oneczny
- [3] http://edu.i-lo.tarnow.pl/inf/hist/001_komp/1434ad.php
- [4] <http://www.aopla.org/artykuly/zegar-piaskowy,1.html>
- [5] http://www.eszkola.pl/czytaj/RACHUBA_cZASU/9065
- [6] http://www.wynalazki.mt.com.pl/joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=880&Itemid=51
- [7] http://www.sciaga.pl/tekst/35148-36-pomiar_czasu_na_przestrzeni_dziejow
- [8] http://pl.wikipedia.org/wiki/Zegar_kwarcowy
http://pl.wikipedia.org/wiki/Zegar_atomowy
- [9] http://pl.wikipedia.org/wiki/Zegar_12-godzinny
- [10] http://pl.wikipedia.org/wiki/Uniwersalny_czas_koordynowany
- [11] <http://www.dcf77.elektroda.net/kodow.html>
- [12] [http://itpedia.pl/index.php/NTP_\(Network_Time_Protocol\)](http://itpedia.pl/index.php/NTP_(Network_Time_Protocol))
- [13] http://pl.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
- [14] http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2502.pdf
- [15] Marcin Wiązania (2004): Programowanie mikrokontrolerów AVR w języku Bascom. Wydawnictwo BTC
- [16] http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/philips/PCF8583_5.pdf
- [17] Elektronika praktyczna- styczeń 2008
„AVT1461 Uniwersalny zasilacz laboratoryjny 5 i 12VDC/1A”
- [18] http://marketeo.com/photoOffer/p/248086_p.jpg
- [19] <http://mijnalbum.nl/Foto=TWUXUW4M>
- [20] http://pl.wikipedia.org/wiki/Zegar_mechaniczny
- [21] <http://www.dcf77.elektroda.net/kodow.html>
- [22] http://pl.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System

5. Spis rysunków:

- Rys.1.1. Zegar słoneczny [18]
- Rys.1.2. Astrolabium [19]
- Rys.1.3. Zegar mechaniczny naścienny [20]
- Rys.1.4. Sposób kodowania danych DCF77 [21]
- Rys.1.5: Ramka danych DCF77
- Rys.1.6. Unicast mode
- Rys.1.7. Multicast mode
- Rys.1.8. Anycast mode
- Rys.1.9. Satelity umieszczone na orbicie Ziemi [22]
- Rys.2.1. Schemat blokowy zegara.
- Rys.2.2. Sygnalizacja synchronizacji
- Rys.2.3. Przekrój obudowy
- Rys.2.4. Schemat ideowy jednego segmentu wyświetlacza
- Rys.2.5. Zapalone wszystkie segmenty jednej cyfry
- Rys.2.6. Fizyczny wygląd i opis płyty wykonawczej
- Rys.2.7. Schemat ideowy płyty sterowniczej
- Rys.2.8. Schemat blokowy Timera0
- Rys.2.9. Schemat blokowy układu PCF8583
- Rys.2.10. Wtyk ISP programatora
- Rys.2.11. Budowa i oznaczenia cyfry
- Rys.2.12 Wyświetlana cyfra „5”
- Rys.2.13. Schemat podłączenia zewnętrznego sygnału 1PPS
- Rys.2.14. Praca na PCF8583
- Rys.2.15. Układ PCF8583 synchronizowany impulsem 1PPS
- Rys.2.16. Schemat połączeń manipulatora
- Rys.2.17. Fizyczny wygląd manipulatora i jego opis
- Rys.2.18. Fizyczny wygląd płyty sterującej i jej opis
- Rys.2.19. Schemat elektryczny płyty wykonawczej
- Rys.2.20. Fizyczny wygląd zasilacza i jego opis
- Rys.2.21. Schemat blokowy układu TDA8138
- Rys.2.22. Finalny wygląd zegara