

074

OSRODEK POMIARÓW RUCHU I CZASU

A

Nazwa ONB/ZNB

Główny wykonawca

mgr inż. Rafał Więcko

Wykonawcy:

mgr inż. Ignacy Bojanek

Perspektywy wykorzystania nowoczesnych rozwiązań
układów mikroprocesorowych w technice samochodowej.

Praca jednoetapowa.

(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca

PIAP - działalności statutowa
finansowana przez KBN

Gł. Wykonawca

mgr inż. R. Więcko

Z-ca Dyr. B/S
Badawczo Rozwojowych

dr inż. J. Jabłkowski

Kierownik ORC

mgr inż. A. Cybulski

Pracę zakończono dnia 20.10.95r

7240
Nr arch.S1535
Nr zlecenia

Analiza deskryptorowa

[Empty rectangular box for descriptor analysis]

Abstrakt

[Empty rectangular box for abstract]

Tytuły poprzednich sprawozdań

[Empty rectangular box for previous reports titles]

Rozdzielnik

- Egz. 1. OIN
- Egz. 2. ORC
- Egz. 3. DW

S1535

SPRAWOZDANIE

z pracy pt.

**Perspektywy wykorzystania nowoczesnych rozwiązań
układów mikroprocesorowych w technice samochodowej**

("marwak-05")

PIAP - ORC

1. Pracę wykonano w ramach zlecenia statutowego S1535. Jej zakres obejmował opracowanie konstrukcji zmodernizowanego urządzenia do zabezpieczenia pojazdów przed kradzieżą, wykorzystującego jako element zabezpieczenia, według początkowych założeń klawiaturę umożliwiającą wprowadzanie zapisanego w pamięci mikrokontrolera kodu użytkownika, a ostatecznie półprzewodnikowy klucz kodowy DS1990A firmy Dallas, USA.
2. Po wstępnym sformułowaniu założeń przez pracowników DW, przedstawiona została im analiza możliwych rozwiązań konstrukcyjnych, wraz ze wstępnymi schematami ideowymi, umożliwiającymi ocenę złożoności opracowywanego urządzenia (Załącznik nr 1). W wyniku ustaleń przyjęto do realizacji wariant z 6-przyciskową klawiaturą funkcyjną, obsługiwaną przez wbudowany mikrokontroler, modułem jednostki centralnej, obsługującym sygnały wejściowe i wyjściowe, oraz zaworem, odcinającym dopływ paliwa. Komunikacja między mikrokontrolerem klawiatury i mikrokontrolerem jednostki centralnej miała być realizowana poprzez programowo implementowane łącze szeregowo. Założenia przedstawione są w Załączniku nr 2. W tej części pracy wykonano projekty płytek drukowanych modułu klawiatury z mikrokontrolerem HC705K1 (kb-k1-10), programatora mikrokontrolerów HC705K1 i modułu jednostki centralnej z mikrokontrolerem HC705C5/C8 (jc-c5-10).
3. Na życzenie pracowników DW, którzy zwrócili się z prośbą o wykorzystanie handlowego modułu 12-przyciskowej, podświetlanej klawiatury, dokonano zasadniczej zmiany założeń opracowywanego urządzenia. W wyniku ustaleń przyjęto do realizacji wariant urządzenia opisany w Załączniku nr 3. Zmianie uległa architektura systemu i liczba obsługiwanych linii wejścia/wyjścia - jednostka centralna została przeniesiona w miejsce modułu klawiatury, a układ sterowania zaworem został uproszczony do funkcji rejestru szeregowego. W tej części pracy wykonano projekty płytek drukowanych nowej jednostki centralnej z mikrokontrolerem HC705C5/C8 (jc-c5-21) i modułu sterowania zaworem z mikrokontrolerem HC705K1 (vl-k1-11).
4. W wyniku sprawdzenia połączeń wewnętrznych modułu 12-przyciskowej klawiatury, dostarczonej przez DW, Wykonawca stwierdził, że 6 przycisków tej klawiatury jest ze sobą zwartych, co umożliwia odblokowanie zabezpieczenia kilkoma przypadkowymi kombinacjami kodu, a nie jedną, zaprogramowaną przez użytkownika. Jednocześnie, na podstawie szczegółowych oględzin konstrukcji produkowanego przez DW zaworu, wykluczono możliwość zintegrowania układu sterowania w jednej obudowie z zaworem. Wobec powyższego, w wyniku dalszych konsultacji z pracownikami DW, mającymi na celu ostateczne rozstrzygnięcie parametrów sygnałów wejściowych i wyjściowych,

ustalono nowe założenia konstrukcyjne opracowywanego urządzenia, przedstawione w Załączniku nr 4. Zmodyfikowane urządzenie miało składać się z czterech części - modułu 12-przyciskowej klawiatury, modułu centralnego, obsługującego klawiaturę i sygnały sterujące, modułu sterowania zaworem i zaworu. Kod użytkownika zapisywany był w module sterowania zaworem, umieszczanym w bezpośredniej bliskości zaworu. Jednostka centralna wysyłała wprowadzony z klawiatury kod do mikrokontrolera modułu sterowania zaworem przez łącze szeregowo, zgodnie z opracowanym do potrzeb zadania protokołem transmisji. W celu wyeliminowania niejednoznaczności kodu, spowodowanej zwartymi przyciskami klawiatury, przyjęto opracowanie nowej płytki drukowanej dostosowanej do wskazanej przez DW klawiatury.

5. Wobec zamknięcia etapu założeń, opracowano projekt płytki drukowanej kolejnej jednostki centralnej z mikrokontrolerem HC705C5/C8 (mrw05c31) i oprogramowanie wg założeń mrw05-31.doc (Załącznik nr 5). Jednocześnie kontynuowano poszukiwanie modułu klawiatury, spełniającego wymagania urządzenia, a nie wymagającego tak kosztownych przeróbek, jak klawiatura zaproponowana przez DW. Wynikiem było przedstawienie koncepcji zastąpienia modułu klawiatury układem półprzewodnikowego klucza kodowego (tzw. "touch memory"), charakteryzującego się unikalnym, 48-bitowym numerem identyfikacyjnym i prostotą obsługi.
6. W wyniku zaakceptowania przez DW koncepcji zastąpienia klawiatury kluczem kodowym, opracowano nowe założenia systemu (mrw05-50.doc). Tę część pracy, wraz z modernizacją konstrukcji urządzenia, wykonano w ramach umowy nr 179-95 (Załącznik nr 6).
7. Po dodatkowej zwłoce, spowodowanej opóźnieniami w dostawie elementów, opracowane urządzenie (mrw05v57) zostało zmontowane i uruchomione. Szczegółowy opis wykonanego modelu przedstawiono w Załączniku nr 7, a konstrukcję gniazd kluczy kodowych w Załączniku nr 9. Oprogramowanie modułu zamieszczono w załączniku nr 8. W stosunku do założeń, wprowadzono następującą zmianę - po uaktywnieniu sygnałów alarmowych (ALRM i LOCK), dołączenie właściwego klucza kodowego powoduje wyłączenie sygnalizacji alarmowej, ale nie powoduje wyłączenia zabezpieczenia. Pozostaje ono nadal włączone. Przyjęto również następującą reakcję systemu na zewnętrzne żądanie zamknięcia zaworu - jeżeli alarm jest wyłączony (zawór otwarty), a w stanie aktywnym linii IGN (włączony zapłon), wykryte zostanie żądanie zamknięcia zaworu, generowane przez zewnętrzny alarm (aktywna zmiana stanu linii HILO), to po wyłączeniu zapłonu, zawór zostanie zamknięty i system przejdzie w stan czuwania (włączony). Urządzenie wyposażono w dodatkowe wejście sterujące (AUX), z uwagi na to, że w układzie scalonym LM239 znajduje się dodatkowy komparator.

8. Wyniki wstępnych badań laboratoryjnych

8.1. Sprawdzenie poprawności działania modelu urządzenia marwak-05 z uwzględnieniem zmian wymienionych w p.7.

8.1.1. Sprawdzenie poprawności funkcjonowania modułu sterującego po włączeniu zasilania:

- w momencie załączenia zasilania następuje załączenie diody LED, sygnalizującej reset i inicjalizację mikrokontrolera (odczyt stanu linii HILO_pol, położenia zaworu),

- po zakończeniu inicjalizacji zabezpieczenie przyjmuje stan wynikający z położenia zaworu, tzn. jeżeli zawór jest zamknięty, zabezpieczenie zostaje włączone (dioda LED migocze), jeżeli zawór był otwarty, zabezpieczenie zostaje wyłączone (dioda LED wygaszona),

- poprawne zakończenie inicjalizacji sygnalizowane jest pojedynczym sygnałem akustycznym (1 s) wbudowanego beepera,

- w przypadku niemożności określenia stabilnego stanu linii HILO_pol, określającego aktywne zbocze sygnału HILO, generowane są trzy krótkie sygnały dźwiękowe.

8.1.2. Sprawdzenie poprawności działania funkcji sygnalizacyjnych:

- jeżeli zabezpieczenie jest włączone (zawór zamknięty), dioda LED migocze,

- jeżeli zabezpieczenie jest wyłączone (zawór otwarty), dioda LED jest wygaszona,

- jeżeli zabezpieczenie jest włączone i uaktywniona zostaje linia zapłonu IGN (+12V), dioda LED zostaje załączona i świeci, aż do chwili wyłączenia zapłonu,

- dioda LED zostaje załączona w momencie wykrycia obecności klucza kodowego w gnieździe i świeci do momentu zakończenia operacji otwierania, albo zamykania zaworu,

- poprawność operacji zamykania i otwierania zaworu potwierdzana jest pojedynczym sygnałem akustycznym (1s) wbudowanego beepera,

- w przypadku wykrycia błędów operacji zamykania lub otwierania zaworu, generowane są trzy krótkie sygnały akustyczne.

8.1.3. Sprawdzenie poprawości odczytu klucza kodowego:

- po włożeniu klucza z poprawnym kodem (tzn. wpisanym do pamięci mikrokontrolera) następuje zamknięcie, albo otwarcie zaworu, odpowiednio dla wyłączonego, albo włączonego zabezpieczenia,
- pozostawienie klucza w gnieździe po wykonaniu operacji (zamknięcia lub otwarcia zaworu) nie powoduje kolejnych zmian stanu zabezpieczenia (zamknięcie/otwarcie zaworu),
- od chwili włożenia klucza z poprawnym kodem, do momentu zakończenia operacji zmiany stanu zabezpieczenia dioda LED jest podświetlona,
- jeżeli linia zapłonu IGN jest w stanie aktywnym (+12V), włożenie klucza kodowego do gniazda nie powoduje zmiany stanu zabezpieczenia, ani nie wyłącza uaktywnionych funkcji alarmowych (ALRM, LOCK),
- jeżeli zabezpieczenie jest wyłączone (zawór otwarty), włożenie klucza z kodem nie wpisanym do pamięci mikrokontrolera nie powoduje zmiany stanu zabezpieczenia (zamknięcie lub otwarcie zaworu) i nie uaktywnia funkcji alarmowych,
- jeżeli zabezpieczenie jest włączone (zawór zamknięty), włożenie klucza z kodem nie wpisanym do pamięci mikrokontrolera nie powoduje zmiany stanu zabezpieczenia (zamknięcie lub otwarcie zaworu), ale następuje uaktywnienie funkcji alarmowych,
- jeżeli zostały uaktywnione funkcje alarmowe (ALRM, LOCK) i stan linii zapłonu IGN jest bierny (0V), włożenie klucza kodowego wyłącza funkcje alarmowe, ale nie zmienia stanu zabezpieczenia,
- w przypadku wykrycia błędów odczytu klucza kodowego, wymuszonego równoczesnym przyłożeniem dwóch kluczy kodowych, następuje sygnalizacja błędnego odczytu klucza za pomocą trzech krótkich sygnałów dźwiękowych wbudowanego beepera, ale stan zabezpieczenia nie ulega zmianie.

8.1.4. Sprawdzenie poprawności obsługi linii zapłonu IGN:

- zmiany stanu linii krótsze niż 0.4 s (tzn. impulsy dodatnie lub ujemne o szerokości mniejszej od 200 ms) są ignorowane,
- jeżeli zabezpieczenie jest włączone (zawór zamknięty), zmiana stanu linii zapłonu z biernego (0V) na aktywny (+12V) powoduje uaktywnienie funkcji alarmowych (ALRM, LOCK),

- włożenie klucza kodowego do gniazda jest ignorowane, jeżeli stan linii zapłonu IGN jest aktywny (zapłon włączony),

- zmiany stanu linii zamykania zaworu przez urządzenie zewnętrzne HILO są ignorowane, jeżeli stan linii zapłonu IGN jest aktywny.

8.1.5. Sprawdzenie poprawności obsługi linii zamykania zaworu przez urządzenie zewnętrzne HILO:

- jeżeli w momencie załączenia zasilania pętla HILO_pol była zwarta, moduł sterujący reaguje wyłącznie na opadające zbocze sygnału HILO (aktywna zmiana stanu linii HILO), zbocze narastające jest ignorowane,

- jeżeli po załączeniu zasilania pętla HILO_pol była rozwarta, moduł sterujący reaguje wyłącznie na narastające zbocze sygnału HILO, zbocze opadające jest ignorowane,

- zmiany stanu linii krótsze niż 0.4 s (tzn. impulsy dodatnie lub ujemne o szerokości mniejszej od 200 ms) są ignorowane,

- jeżeli zabezpieczenie jest wyłączone (zawór otwarty) i stan linii zapłonu jest bierny (0V), aktywna zmiana stanu linii HILO powoduje zamknięcie zaworu i włączenie zabezpieczenia,

- jeżeli zabezpieczenie jest włączone (zawór zamknięty) aktywna zmiana stanu linii HILO nie powoduje zmiany stanu zaworu,

- jeżeli zabezpieczenie jest wyłączone (zawór otwarty) i stan linii zapłonu IGN jest aktywny (+12V), aktywna zmiana stanu linii HILO nie powoduje zmiany stanu zabezpieczenia,

- jeżeli przy aktywnym stanie linii zapłonu IGN i otwartym zaworze wystąpiła aktywna zmiana stanu linii HILO, to w momencie zmiany stanu linii zapłonu IGN z aktywnego na bierny następuje zamknięcie zaworu i włączenie zabezpieczenia.

8.1.6. Sprawdzenie poprawności obsługi linii AUX:

- w chwili obecnej linia AUX symuluje programowo funkcje klucza kodowego, umożliwiając sterowanie stanem zabezpieczenia (włączone/wyłączone) i zaworu (zamknięty/ otwarty),

- zmiany stanu linii krótsze niż 0.4 s (tzn. impulsy dodatnie lub ujemne o szerokości mniejszej od 200 ms) są ignorowane,

- jeżeli zabezpieczenie jest włączone, zmiana stanu linii AUX z wysokiego (otwartego, albo +12V) na niski (0V) powoduje wyłączenie zabezpieczenia i otwarcie zaworu,
- jeżeli zabezpieczenie jest wyłączone, zmiana stanu linii AUX z wysokiego (otwartego, albo +12V) na niski (0V) powoduje włączenie zabezpieczenia i zamknięcie zaworu,
- jeżeli stan linii zapłonu IGN jest aktywny, zmiany stanu linii AUX są ignorowane,
- jeżeli uaktywnione zostały funkcje alarmowe (ALRM, LOCK) i stan linii zapłonu jest bierny (0V), zmiana stanu linii AUX z wysokiego na niski, powoduje wyłączenie funkcji alarmowych, ale nie zmienia stanu zabezpieczenia.

8.1.7. Sprawdzenie poprawności obsługi wyjść alarmowych ALRM i LOCK:

- uaktywnienie funkcji alarmowych polega na załączeniu wyjść ALRM i LOCK, z tym, że wyjście ALRM jest sterowane impulsowo (1s ON / 1s OFF), a wyjście LOCK załączone na stałe (0V),
- po upływie 20 s od chwili uaktywnienia funkcji alarmowych, wyjścia ALRM i LOCK są automatycznie wyłączone,
- jeżeli zabezpieczenie jest włączone (zawór zamknięty), dołączenie klucza z kodem nie wpisanym do pamięci mikrokontrolera powoduje uaktywnienie funkcji alarmowych (ALRM i LOCK),
- jeżeli zabezpieczenie jest włączone (zawór zamknięty) zmiana stanu linii zapłonu IGN z biernego (0V) na aktywny (+12V) powoduje uaktywnienie funkcji alarmowych (ALRM, LOCK),
- w momencie wykrycia sygnału ALRM_fit, albo LOCK_fit przeciążenia wyjścia odpowiednio ALRM, albo LOCK, właściwe wyjście zostaje wyłączone na czas ok. 160 ms, po czym zostaje ponownie włączone (o ile funkcje alarmowe są nadal aktywne).

8.1.8. Sprawdzenie poprawności obsługi wejścia stanu zaworu K i wyjścia sygnalizacji stanu zaworu VLV:

- w momencie zamknięcia zaworu następuje rozwarcie styków kontaktronu K i uaktywnienie wyjścia stanu zaworu VLV (stan niski, 0V),
- w momencie otwarcia zaworu następuje zwarcie styków kontaktronu K i wyłączenie wyjścia stanu zaworu VLV (rozwarcie, wyjście typu OD),

- w momencie wykrycia sygnału VLV_flt przeciążenia wyjścia VLV wyjście zostaje wyłączone na czas ok. 160 ms, po czym zostaje ponownie włączone (o ile nie nastąpiła zmiana stanu linii K, wymuszająca wyłączenie linii VLV).

8.1.9. Sprawdzenie poprawności sterowania zaworem odcinającym dopływ paliwa (wyjścia CLSE_out, OPEN_out, wejście K):

- przy dołączonym zaworze, w warunkach laboratoryjnych, operacje zamykania i otwierania zaworu wykonywane są pojedynczym impulsem o szerokości 300 ms,

- po zastąpieniu kontaktronu przełącznikiem bistabilnym, w celu sprawdzenia zachowania modułu sterującego w przypadku gdy nie może wykonać operacji zamknięcia lub otwarcia zaworu, generowane są trzy kolejne impulsy zamykające, albo otwierające o szerokości 300 ms, w odstępach 160 ms, po czym zabezpieczenie sygnalizuje błąd operacji za pomocą trzech krótkich sygnałów akustycznych, przyjmując stan taki, jak w przypadku poprawnego wykonania operacji zamykania, albo otwierania zaworu,

- w przypadku wykrycia aktywnego sygnału przeciążenia CLSE_flt, albo OPEN_flt, wyjść odpowiednio CLSE, albo OPEN, aktywne wyjście zostaje wyłączone na czas 160 ms, po czym zostaje ponownie włączone (o ile nie upłynął interwał impulsu - 300 ms).

8.2. Sprawdzenie prądu przeciążenia wyjść ALRM, LOCK, VLV:

- prąd zadziałania wewnętrznych zabezpieczeń układów wyjść ALRM, LOCK, VLV (MC3392T) wynosi ok. 1.5A i jest określony parametrami elementów,

- przy obciążeniu wyjść rezystancją 12 om (prąd 1A, przy zasilaniu 12V), wyjścia funkcjonują normalnie,

- obciążenie wyjść rezystancją 6 om (prąd 2A, przy zasilaniu 12V), następuje uaktywnienie zabezpieczeń przeciwprzeciążeniowych, zgodnie z opisem w kartach katalogowych,

- w momencie zaniku warunków przeciążenia, wyjścia funkcjonują normalnie.

8.3. Sprawdzenie prądu przeciążenia wyjść sterowania zaworem CLSE i OPEN:

- prąd zadziałania zabezpieczenia wyjść sterujących zaworem CLSE, i OPEN (MC33091/MTD9N10) ustawiono na wartość ok. 5A, (do wystawienia zaworu potrzeba ok. 4A).
- przy obciążeniu znamionowym (zawór, albo rezystor 3 om), wyjścia funkcjonują normalnie,
- po dołączeniu obciążenia 2 om, uaktywnione zostają funkcje przeciwprzeciążeniowe układu sterującego MC33091, wyjścia pracują impulsowo, zgodnie z opisem w karcie katalogowej,
- po zaniku warunków przeciążenia, wyjścia funkcjonują normalnie.

8.4. Sprawdzenie poprawności wykrywania stanów na wejściach sterujących IGN, HILO, AUX:

- wobec braku odpowiednich norm, precyzujących rozróżnianie stanu wysokiego ("12V") i niskiego ("0V") wejściowych napięć sterujących, przyjęto, że sygnały wejściowe generowane są przez przełączniki, albo styki przekaźników samochodowych, ustawiając napięcie progowe dyskryminacji stanów wysoki/niski w połowie zakresu napięcia zasilania $V_{bat+} = 12V$ (nom.), z histerezą $\pm 10\%$. Wytyczne PIMOT narzucają jedynie wymaganie wykrywania zwarcia przełącznika do masy, jako rezystancji nie większej niż 2k om.

8.5. Sprawdzenie poprawności funkcjonowania w warunkach obniżonego napięcia zasilania:

- zabezpieczenie działa poprawnie przy napięciu zasilania obniżonym do 6.5V, wykonując poprawnie wszystkie operacje,
- przy napięciu obniżonym do 6V następuje uaktywnienie układu kontroli poprawności napięć zasilania (MAX698) i reset mikrokontrolera, zabezpieczenie nie zmienia swojego stanu, zgodnie z wytycznymi PIMOT.

9. Wnioski końcowe

Wykonawca uważa obecny etap prac za zakończony.

Kontynuacja prac ma sens wyłącznie po potwierdzeniu przez DW potrzeby wyposażenia zabezpieczenia "Marwak" w opracowany przez ORC moduł sterujący, określeniu wielkości produkcji i producenta tego zespołu - pion DB, albo DW. W przypadku zadeklarowania uruchomienia produkcji przez DW, potwierdzonego propozycją umowy wdrożeniowej, konieczne jest również ustalenie zakresu prac nad oprzyrządowaniem produkcyjnym (programator, tester technologiczny itp.).

Przekazanie modelu do badań eksploatacyjnych w DW musi być poprzedzone ostatecznym rozstrzygnięciem niesprecyzowanych dotychczas wymagań:

- zachowanie, albo usunięcie sygnalizacji resetu mikrokontrolera (załączenie diody LED w czasie inicjalizacji i potwierdzenie poprawności odczytu stanu linii HILO_pol sygnałem beepera),
- określenie stanu systemu po resecie (włączony/wyłączony) na podstawie położenia zaworu (stan kontaktronu w zaworze), albo na podstawie stanu zmiennych wewnętrznych zabezpieczonych odpowiednio w pamięci RAM mikrokontrolera, z jednoznacznym określeniem pierwszeństwa w przypadku niezgodności (kontaktron/zmienne wewnętrzne),
- określenie sposobu wykorzystania dodatkowego wejścia AUX,
- wybór rozwiązania konstrukcyjnego, zapewniającego poprawność funkcjonowania zabezpieczenia w warunkach obniżenia napięcia zasilania do 50% wartości nominalnej (6V), pomiędzy rozwiązaniem hardware'owym (zwykły stabilizator 7805, zamiast LM2931-5, typu "low drop"), albo software'owym, wykorzystującym wejście AUX do wykrywania zbyt niskiego poziomu napięcia zasilania i programowym blokowaniu wysterowania wyjść sterujących zaworem i sygnalizacyjnych. Jest to konieczne, gdyż urządzenie pracuje poprawnie przy napięciu zasilania 6.5V. Przy napięciu zasilania 6V, poprawnie rozpoznawane są sygnały wejściowe, poprawnie odczytywany jest klucz kodowy i wysterowywane dioda LED i beeper, ale wysterowanie silnie obciążonych wyjść zaworu powoduje dalszy chwilowy spadek napięcia zasilania i reset mikrokontrolera. Urządzenie w obecnym kształcie spełnia wprawdzie wymagania PIMOT-u, stanowiące, że w warunkach obniżonego zasilania zabezpieczenie nie może zmienić stanu, tym nie mniej, Wykonawca uważa za właściwe jednoznaczne rozstrzygnięcie sposobu funkcjonowania urządzenia w warunkach niskiego napięcia zasilania, sugerując jako lepsze rozwiązanie software'owe. Ponadto, Wykonawca

uważa za celowe wprowadzenie podtrzymania bateryjnego zawartości pamięci RAM mikrokontrolera, jako dodatkowego zabezpieczenia systemu przed odłączaniem zasilania, np. uaktywnienie funkcji alarmowych (ALRM, LOCK) po ponownym podłączeniu zasilania, jeżeli zostało odłączone w stanie czuwania zabezpieczenia.

10. Wykaz załączników

- Załącznik nr 1. Wstępne założenia DW.
Analiza rozwiązań konstrukcyjnych.
- Załącznik nr 2. Założenia funkcjonalne mrw05-10.doc.
- Załącznik nr 3. Założenia funkcjonalne mrw05-20.doc.
- Załącznik nr 4. Założenia funkcjonalne mrw05-30.doc.
- Załącznik nr 5. Założenia funkcjonalne mrw05-31.doc.
Oprogramowanie jednostki centralnej.
- Załącznik nr 6. Założenia funkcjonalne mrw05-50.doc.
- Załącznik nr 7. Dokumentacja modułu sterowania zaworem
mrw05v57.doc.
- Załącznik nr 8. Oprogramowanie modułu sterowania zaworem
mrw05v57.src.
- Załącznik nr 9. Dokumentacja konstrukcyjna gniazd kluczy
kodowych systemu mrw05v57.
- Załącznik nr 10. Notatki służbowe.
Notatki wewnętrzne ORC z przebiegu pracy.