

Poufne

PRZEMYSŁOWY⁶⁷⁴⁹ INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Zespół Urządzeń i Systemów
Sterowania

442

A

Główny wykonawca

dr inż. Andrzej Syryczyński

Wykonawcy

Konsultant

Nr zlecenia S1344

Wprowadzenie układu kontrolera
MOTOROLA MC 68332 do robotów
URP w ramach współpracy z CMRC

Etap 2 Dokonanie ustaleń z CMRC
o zakresie i formie donacji oraz
pomocy technicznej przy wykorzysta-
niu układu MC 68332 w układzie ste-
rowania robotów. Opracowanie wstępnej
koncepcji rozwiązania.

Zleceniodawca

Pracę rozpoczęto dnia 04.01.93

zakończono dnia 31.03.93

Kierownik Zespołu

Z-ca Dyrektora d/s.
Badawczo-Rozwojowych

dr inż. Andrzej Syryczyński

dr inż. Jan Jabikowski

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz: 4

stron 14

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 POS

fotografii

Egz. 3 ZSS

tabel

Egz. 4 ZSS

tablic

Egz. 5

załączników¹⁰

Egz. 6

Nr rejestr. 6947

Analiza deskryptorowa

URZADZENIA AUTOMATYKI REGULACJI
I STEROWANIA : STEROWNIK + ROBOT
+ MIKROPROCESOR

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie podaje przebieg współpracy z firmą MOTOROLA w I kwartale 1993 roku i treść ustaleń, propozycje organizacji prac nad wprowadzeniem układu MC 68332 firmy MOTOROLA do układu sterowania robotów oraz zawiera wstępną koncepcję rozwiązania technicznego.

Tytuły poprzednich sprawozdań

1. Badania i promocja sieci MAP.
Etap 5. Współpraca z CMRC MOTOROLA.
Nr rejestr. 6911

Spis treści

1. Przebieg ustaleń z firmą MOTOROLA
2. Propozycja zakresu i toku opracowania
3. Wstępna koncepcja rozwiązania
4. Wnioski
5. Wykaz wykorzystanych dokumentacji

Uwaga: w opracowaniu uwzględniono sugestie i uwagi, które zechcieli zgłosić mgr inż. J. Dunaj, doc. dr inż. P. Jabłoński, mgr inż. M. Pachuta, mgr inż. Z. Pilat i dr inż. W. Stańczak.

1. Przebieg ustaleń z firmą MOTOROLA

Przebieg współpracy do połowy grudnia 1992 r. został obszernie omówiony w sprawozdaniu nr rejestr. 6911 z 5 etapu zlecenia S 1303 "Badania i promocja sieci MAF". W bieżącym roku współpraca i wzajemne ustalenia były kontynuowane na podstawie poprzednio formułowanych propozycji i przebiegały następująco:

1. W związku z otrzymaniem pierwszego zestawu oprogramowania mikroprocesorów MOTOROLA wysłano 23.12.92 podziękowanie, wraz z informacją na temat Instytutu, o którą prosiła firma - Załącznik nr 1. Otrzymane oprogramowanie zostało zaimplementowane w ramach wykonanej już pracy S 1340 "Opracowanie pakietu oprogramowania wspomagającego korzystanie z mikroprocesorów firmy MOTOROLA w laboratoriach Instytutu". Sprawozdanie z pracy i pakiet oprogramowania zostały udostępnione zainteresowanemu ośrodkom.

2. Nawiązując do obietnicy udostępnienia dokumentacji technicznej układów MOTOROLA w dniu 28.01.93 wysłano specyfikację wybranych w PIAP pozycji / literaturowych - Załącznik nr 2. Całość zamówionej dokumentacji nadeszła do Instytutu 10 marca i jest już wykorzystywana w ZSS. W najbliższym czasie zostanie udostępniona w BOINTE.

3. Pan Uwe v. Ammon z Marketing East Europe MOTOROLA GmbH nadesłał 2.02.93 fax - Załącznik nr 3, precyzujący propozycje firmy dalszej współpracy z PIAP. Potwierdził, że wkrótce zostanie przekazana Instytutowi całość wyspecyfikowanej literatury. W formie donacji zostaną przekazane zestawy uruchomieniowe do mikrokontrolera MC68332, który to element PIAP ma wykorzystać w układzie sterowania robotów. Również jako donacja ma być przekazany zestaw oprogramowania do aplikacji logiki zbiorów

rozmytych. W liście zawarte były również sugestie dot. organizacji prac w PIAP, wykorzystujących produkty firmy MOTOROLA.

4. Odpowiedź Instytutu została wysłana 24.02.92. - Załącznik 4. Wyrażono akceptację propozycji p. Ammona, w szczególności gotowość wprowadzenia kontrolera MC68332 do układu sterowania robotów, zainteresowanie podjęciem tematyki zbiorów rozmytych, zamiar poszukiwania nowych zastosowań produktów firmy MOTOROLA. Zgłoszono gotowość promocji mikroelektroniki MOTOROLA na polskich wyższych uczelniach, jak również utworzenia w Instytucie szeroko dostępnego laboratorium promocyjnego. Ponownie zwrócono się o uzupełniające dokumentacje scalonego kontrolera sieci MAP, typu MC68824, produkowanego przez firmę MOTOROLA i stosowanego w Instytucie. Te bardzo potrzebne informacje wkrótce otrzymaliśmy i są już wykorzystywane przy rozszerzaniu oprogramowania kontrolerów komunikacyjnych w zleceniu S 1368 "Implementacja oprogramowania MAP 3.0 i MMS".

5. W faxie z dnia 4.03.93 r. - Załącznik 5 p. Ammon zapowiedział swoją wizytę w Instytucie 18 marca i seminarium firmowe w W-wie 17 marca. Uznał pismo PIAP z 25.02.93 za decyzję o podjęciu współpracy, potwierdził jeszcze raz zakres donacji (literatura, zestawy uruchomieniowe) i powtórzył oczekiwania w stosunku do PIAP.

6. Fax Instytutu do p. Ammona z 11.03.93 - Załącznik nr 6 potwierdzał udział specjalistów PIAP w seminarium 17 marca, gotowość do rozmów w dniu 18 marca, jak również wyrażał podziękowanie za właśnie otrzymaną literaturę.

7. W rozmowach Dyrekcji Instytutu z p. Ammonem w dniu 18 marca autor nie brał udziału z powodu choroby. Jak mu

Jednak wiadomo rozmowy dały dalsze wyjaśnienia stanowisk obu stron, ale nie przyniosły ostatecznych ustaleń w zakresie głównego tematu niniejszego sprawozdania, czyli wykorzystania przez PIAP mikrokontrolera MOTOROLA do układu sterowania robotów. Zdecydowano, że stanowisko PIAP w tej sprawie zostanie wysłane do końca marca br.

2. Propozycja zakresu i toku opracowania

Po rozmowach odbytych w dniu 18 marca 93 r. z przedstawicielami firmy MOTOROLA, przy udziale Dyrektora Instytutu, dr inż. W. Stańczaka i wykonawcy zlecenia została opracowana koncepcja zakresu i toku opracowania. Przedstawiono ją w faxie do firmy MOTOROLA z dnia 02.04.93 - Załącznik nr 7.

Ze względu na ujawnione w rozmowach 18 marca istotne różnice w ocenie czasu potrzebnego na dokonanie zmiany układów INTEL na MOTOROLA w jednostce centralnej układu sterowania robotów URP i nacisk firmy na bardzo szybkie efekty, przede wszystkim w formie publikacji, przygotowana koncepcja przewiduje dwa etapy pracy do wykonania w bieżącym roku.

W pierwszym etapie zostałyby wykonana praca badawcza - porównanie czasów realizacji wybranych procedur oprogramowania robota przez istniejący pakiet MV52 (z mikroprocesorem 80186 i koprocesorem 8087-1 firmy INTEL) i przez zestaw uruchomieniowy firmy MOTOROLA (z mikrokontrolerem MC68332 i koprocesorem MC68882). Równocześnie realizatorzy opanowaliby nowy sprzęt - zestawy uruchomieniowe M68332EVK i M68ICD32. Wyniki badań stałyby się przedmiotem publikacji i raportu dla firmy MOTOROLA. W materiałach tych zostałyby uwzględnione także inne, poza czasem obliczeń, cechy porównywanych układów istotne w zastosowaniu do sterowania robotów. Czas wykonania pierwszego etapu szacuje się na trzy miesiące, tzn. od przewidywanego w połowie maja b.r. otrzymania

zestawów uruchomieniowych, do sierpnia b.r.

W drugim etapie zostałyby opracowany i wykonany nowy pakiet jednostki centralnej z układami firmy MOTOROLA, a także zostałyby opracowane następna publikacja i raport dla firmy MOTOROLA. Czas trwania drugiego etapu szacuje się na cztery miesiące, tzn. do listopada b.r. Zakłada się, że założenia techniczne i schematy ideowe pakietu będą wykonane w czasie pierwszego etapu.

W propozycji wysłanej do firmy uzależniono podjęcie drugiego etapu od uzyskania w badaniach wyraźnego, co najmniej dwukrotnego skrócenia czasu obliczeń przy zastosowaniu układów MOTOROLA.

Ponadto sformułowano warunek dołączenia do zestawu uruchomieniowego koprocatora, gdyż bez niego obliczenia trajektorii robota nie mogą być przeprowadzane z wymaganą prędkością i dokładnością.

3. Wstępna koncepcja rozwiązania

3.1. Założenia ogólne pakietu

Przyjmuje się następujące ogólne założenia pakietu:

1. Przedmiotem opracowania jest tylko jeden pakiet w układzie sterowania robotów URP - nowy pakiet jednostki centralnej, stosujący układy firmy MOTOROLA, oznaczany dalej jako pakiet jednostki centralnej MV332. Pakiet MV332 zastąpiłby dotychczasowy pakiet jednostki centralnej MV52 stosujący układy firmy INTEL. Pozostałe urządzenia wchodzące w skład układu sterowania nie będą podlegały żadnym zmianom w związku ze zmianą pakietu jednostki centralnej.

2. Dotychczasowe funkcje pakietu jednostki centralnej MV52 muszą być wykonywane przez pakiet MV332. Dalsze nowe

funkcje i rozszerzenia dotychczasowych funkcji będą w zakresie sprzętowym wprowadzone przy realizacji projektu, zgodnie z właściwościami mikrokontrolera MC68332. Natomiast wykorzystanie możliwości programowych będzie wprowadzane sukcesywnie, w miarę rozpoznawania dodatkowych właściwości mikrokontrolera MC68332.

3. Pakiet MV332 musi być skonstruowany w standardach mechanicznych i elektrycznych magistrali AMS firmy SIEMENS stosowanej w układzie sterowania robotów URP.

3.2. Procesor

W pakiecie MV332 będzie zastosowany najnowszy mikrokontroler typu MC68332, co było postulowane przez firmę MOTOROLA w sposób bezdyskusyjny przez cały czas kontaktów.

Mikrokontroler MC68332 jest wewnętrznie procesorem 32-bitowym, przeznaczonym do zastosowań w automatyce. Jego główne dane techniczne są następujące:

- częstotliwość zegara 16,78 MHz, może być programowo zadawana,
- technologia HCMOS, statyczna,
- liczba tranzystorów 422 000,
- CPU 32-bitowa, w pełni kompatybilna z MC68010, częściowo z MC68020,
- szyna danych 16-bitowa, szyna adresowa 24-bitowa,
- do 32 bitów wejść/wyjść (piny alternatywne z innymi sygnałami), mogą być wykorzystane jako I/O raczej w małych układach,
- wewnętrzna pamięć 2 KB RAM zasilana bateryjnie,
- do 12 sygnałów wyboru pamięci lub peryferii (wyprowadzone na piny alternatywne z innymi sygnałami),
- 16 niezależnych kanałów w bloku programowanych timerów, nazwanym procesorem czasowym, każdy kanał może wykonywać funkcje rejestracji zdarzeń na wejściu lub generować

- przebiegi na wyjściu, a procesor bloku może wiązać ze sobą działania poszczególnych kanałów,
- dwa programowane bloki transmisji szeregowej, z czego jeden z kolejkowaniem i buforowaniem przesyłek,
 - rozbudowany system wewnętrznej kontroli i testowania,
 - sprzętowe i programowe wspomaganie trybu emulacyjnego.

Listę instrukcji mikrokontrolera podaje się w Załączniku nr 8, natomiast listę instrukcji trybu emulacyjnego w Załączniku nr 9.

3.3. Koprocesor MC68882

Do zastosowania w jednostce centralnej układu sterowania robotów URP moc obliczeniowa układu MC68332 jest niewystarczająca, gdyż mikrokontroler nie zawiera wewnętrznie koprocesora, a jego lista instrukcji nie obejmuje obliczania funkcji trygonometrycznych.

Konieczne jest dodanie układu koprocesora typu MC68882, najnowszego spośród oferowanych przez MOTOROLA. Na podstawie szczegółowych danych katalogowych i opisów w podręcznikach użytkownika sprawdzono kompatybilność sprzętową koprocesora z procesorem MC68332. Układy te należą do rodziny M68000 i mają wszystkie układy systemowe zapewniające wzajemną współpracę, chociaż w podręcznikach użytkownika nie ma informacji o wzajemnej współpracy konkretnie tych dwóch typów układów. Konieczność doświadczonego sprawdzenia współpracy jest jednym z powodów skierowanej do firmy MOTOROLA propozycji dwóch etapów pracy.

Główne dane techniczne układu MC68882 są następujące:

- 8 rejestrów danych, każdy o pojemności 80 bitów
- 67-bitowa jednostka arytmetyczna
- 46 instrukcji, w tym 35 obliczeniowych
- pełna zgodność ze standardem ANSI-IEEE 754-1985

- 7 formatów danych
 - całkowite o długości 8, 16, 32 bitów
 - zmiennoprzecinkowe pojedynczej precyzji 1+8+23 bitów
 - " podwójnej " 1+11+52 bitów
 - " rozszerzonej " 1+15+63 bitów
 - " dziesiętne 3+17 cyfr
- 22 stałe w wewnętrznej pamięci ROM
- w pełni równoczesne wykonywanie instrukcji z procesorem
- może współpracować z procesorami o 8, 16, 32 bitowej szynie danych.

Powyższe dane są zbliżone do danych koprocatora INTEL 8087. Listę instrukcji układu MC68882 podaje się w Załączniku nr 10.

Warto zauważyć pewne różnice systemowe w organizacji powiązania mikroprocesora z koprocetorem, zachodzące między rozwiązaniami INTEL a MOTOROLA.

Koprocetor MOTOROLA jest urządzeniem peryferyjnym, nie tworzy i nie wydaje adresów na magistralę, jak koprocetor INTEL typu 8087, obsługa instrukcji jest prowadzona w procesorze, a następnie odbywają się przekazy danych w obu kierunkach, o przebiegu ustalonym protokołem współpracy, które przygotowują koprocetor do działania.

Koprocetor MOTOROLA jest wewnętrznie 32-bitowy, a więc szybszy od układu INTEL. Zewnętrznie ma mechanizm adaptujący do długości szyny danych procesora: 8, 16 lub 32 bitów, a więc przy współpracy z układem MC68332 będzie korzystał z 16-bitowej szyny danych magistrali wewnętrznej pakietu.

Wszystkie instrukcje odnoszące się do koprocatora MC68882 mają wspólny pierwszy bajt równy F, co jest rozpoznawane w CPU mikrokontrolera MC68332 jako rozszerzenie listy instrukcji, za pomocą odrębnego wektora przerwania wewnętrznego (o numerze 11). Uruchamia on oprogramowanie obsługujące współpracę z koprocetorem. To oprogramowanie musi być dostarczone wraz z

zapowiedzianym zestawem uruchomieniowym.

3.4. Pamięci

W układzie scalonym mikrokontrolera MC68332 jest zawarta pamięć danych RAM, z zasilaniem bateryjnym, lecz o bardzo małej pojemności 2 KB, nie wystarczającej do rozpatrywanego zastosowania. W związku z tym proponuje się obecnie, w koncepcji wstępnej, pozostawić zasoby pamięci jak w pakiecie MV52, to jest:

- pamięć danych RAM alternatywnie od 64 KB do 256 KB, lecz ze zwiększeniem obszaru zasilanego z baterii, z 64 KB na 128 KB,
 - pamięć programu EPROM alternatywnie od 128 KB do 512 KB,
 - pamięć parametrów lub programu użytkownika EEPROM 64 KB.
- Jeżeli na etapie opracowania konstrukcyjnego zaistnieje możliwość powiększenia pamięci, to należy taką możliwość wykorzystać, dając dalsze podstawki pod układy pamięci do alternatywnej obsady przez układy RAM lub EPROM.

3.5. Interfejsy szeregowe

Mikrokontroler MC68332 posiada dwa wewnętrzne układy transmisji szeregowej, w związku z czym nie będzie instalowany oddzielny układ obsługi interfejsów szeregowych (w pakiecie MV52 rolę tą odgrywał układ Z8530). Będą natomiast przewidziane odpowiednie układy nadajników i odbiorników transmisji szeregowej, dla kanału RS 232 (do komputera) i dla kanału transmisji prądowej z oddzieleniem galwanicznym (do panelu programowania).

Interfejsy szeregowe układu MC68332 dopuszczają bardzo duże prędkości transmisji, w kanale kolejkowanym QSPI do 4,19 Mb/s, w kanale prostym SCI do 524 kb/s. Pozwoli to na szybsze niż w obecnym rozwiązaniu przekazywanie danych w relacjach między komputerem a układem sterowania robota, jednakże przy wstępnym dopracowaniu częstotliwości

11

nadawania i odbioru realizowanych przez układy transmisyjne mikrokontrolera MC68332.

Kanał kolejkowy QSPI ma bufory nadawczy i odbiorczy o długości po 256 bitów, co zmniejsza częstość ingerencji mikroprocesora i będzie pożyteczne przy współpracy z komputerem, a w perspektywie przy komunikacji ze stacją sieci MAP o strukturze koncentratora.

3.7. Układy przerwań

Mikrokontroler MC68332 posiada 7 wejść do obsługi sygnałów przerwań zewnętrznych, z czego 6 maskowanych programowo. Ponieważ układy transmisji szeregowej, timery, układy kontroli (w tym typu watchdog i odpowiednik typu BTMO) są wewnątrz mikrokontrolera i korzystają z przerwań wewnętrznych, to wszystkie 6 maskowanych wejść przerwań może być wyprowadzone na magistralę kasyety, co z nadmiarem zaspokaja wymagania układu sterowania robotów. Przerwanie niemaskowane będzie (jak w MV52) wykorzystane do zgłoszenia zaniku zasilania sieciowego PFIN.

W związku z powyższym w pakiecie MV332 nie będzie potrzeby instalowania układów obsługi przerwań (w pakiecie MV 52 są dwa 8-wejściowe układy typu 8259-A, z czego jeden dla przerwań z pakietu j.c., drugi dla przerwań z magistrali kasyety).

3.8. Obsługa magistrali kasyety

Magistrala kasyety typu AMS zdecydowanie różni się od magistrali MOTOROLA, co do nazw i definicji sygnałów, protokołu przekazu danych i czasów przebiegów. Spowoduje to rozbudowę tej części pakietu, w celu obukierunkowego tworzenia sygnałów niewystępujących na danej magistrali i w celu dopasowania czasowego. Podobną pracę wykonano w ZSS w 1991 r przy konstruowaniu pakietu kontrolera komunikacyjnego MV44, gdzie powiązano do bezpośrednio

współpracy mikroprocesor INTEL 80186 z kontrolerem magistrali MAP typu MC68824 firmy MOTOROLA. Doświadczenia nabyte podczas realizacji wspomnianej pracy zostaną wykorzystane w trakcie opracowywania nowego rozwiązania.

Ponieważ wszystkie pakiety dotąd opracowane do układu sterowania URP (poza oczywiście pakietem jednostki centralnej) są pakietami biernymi SLAVE, proponuje się pominąć sygnały arbitracji dostępu do magistrali. Są one stosowane tylko przy więcej niż jednym pakiecie MASTER, co nie występuje w układzie URP, nawet gdyby zainstalować w nim kontroler sieci MAP (gdyż jest on też pakietem SLAVE).

Alternatywnie mikrokontroler MC68332 może wydawać najwyższe bity adresu A19...A23 lub zamiast nich 5 sygnałów z grupy CS adresowania zasobów np. pamięci. Wydaje się, że perspektywicznie lepiej będzie wydawać na magistralę pełny 24-bitowy adres, dający 16 MB pojemności, gdyż do przyszłych robotów, np. z układami wizyjnymi, może być potrzebna duża pojemność pamięci.

3.9. Aspekty konstrukcyjne

Mikrokontroler MC68332 jest produkowany w obudowach plastikowych lub ceramicznych o 132 wyprowadzeniach, wyłącznie do montażu powierzchniowego. Odległość wyprowadzeń wynosi 1/4 rastra, czyli 0,63 mm. Technologie lutowania powierzchniowego, jak również wykonywania płyt drukowanych o tak wielkiej precyzji są trudno dostępne. Szybkim rozwiązaniem problemu może być obietnica p. Ammona przysłania podstawki przejściowej.

Koprocesor MC68882 jest produkowany w obudowie PGA 68-stykowej, z odległością wyprowadzeń 1 rastr i jego zastosowanie nie napotka trudności konstrukcyjnych.

Do rezerwowego zasilania pamięci RAM będą zastosowane akumulatory, z układem ładowania, zamiast baterii, wymagających okresowej wymiany. Dzięki temu zostanie też wyeliminowany niedogodny pojemnik baterii.

3. Zastosowanie w pakiecie najnowszych produktów firmy MOTOROLA sprzyjać będzie promocji robotów. Zarówno przedstawiciele firmy, jak i otrzymana literatura wyraźnie preferują wskazany mikrokontroler do zaawansowanych technicznie aplikacji w robotyce.

4. Pomyślne i szybkie zrealizowanie omawianego opracowania będzie stanowiło konkretny wyraz współpracy z firmą MOTOROLA i obok aplikacji wyrobów tej firmy w ORC powinno dać w przyszłości różnorodne korzyści dla Instytutu, związane z kontynuacją współpracy.

5. W toku opracowania koncepcji dokonano przeglądu możliwości objęcia nowym pakietem j.c. MV332 funkcji innych pakietów w układzie sterowania URP, tak by zmniejszyć ich łączną liczbę w kasecie. Wynik analizy jest negatywny. W szczególności:

- pakiet zasilacza rezolwerów nie jest związany żadnymi sygnałami z procesorem, zawiera syntezytor przebiegów sinusoidalnych i układy wejść z rezolwerów,
- pakiet pamięci programów użytkowych zawiera bardzo dużą liczbę (16) układów pamięci EEPROM, a powierzchnia płyty zajmowana przez te układy uniemożliwia ich umieszczenie w pakiecie j.c.,
- pakiet wejść i wyjść dwustanowych również zawiera układy o bardzo dużej powierzchni - oddzielenia galwaniczne, filtracje wejść; tranzystory mocy na wyjściach.

6. Po wykonaniu etapu 1 należy przeprowadzić analizę możliwości wykorzystania mikrokontrolera MC68332 w pakiecie sterownika osi. Duża moc obliczeniowa tego układu, wykorzystanie wystarczającej w tym przypadku wewnętrznej pamięci RAM oraz użycie wewnętrznego bloku timerów (procesora czasowego) być może pozwoliłyby na skonstruowanie sterownika kilkuosiowego na jednym pakiecie.

4. Wnioski

Z dotychczasowych kontaktów z firmą MOTOROLA, analizy dokumentacji firmowych i z opracowanej wstępnej koncepcji rozwiązania wynikają, zdaniem autora, następujące wnioski dotyczące celowości opracowania pakietu jednostki centralnej z układami firmy MOTOROLA do układu sterowania robotów URF oraz korzyści z tego opracowania..

1. Z przeprowadzonej analizy literatury firmowej wynika, że konfiguracja MC68332 - MC68882 będzie się cechowała następującymi korzystnymi właściwościami:

- należy oczekiwać kilkukrotnego skrócenia czasu realizacji programów w stosunku do konfiguracji w pakiecie MV52, gdyż dwukrotnie /wyższa będzie częstotliwość zegara procesora, układy MOTOROLA stosują 32-bitową architekturę wewnętrzną, listy rozkazowe obu układów procesorowych MOTOROLA są bogatsze i bardziej dostosowane do aplikacji w automatyce,
- znacznie wyższy stopień integracji mikrokontrolera MC68332 w stosunku do układu 80186 zmniejszy ilość układów scalonych na pakiecie, co ma oczywiste walory niezawodnościowe,
- mechanizmy kontrolne i diagnostyczne w układach MOTOROLA w istotny sposób zwiększą bezbłądność pracy, a zarazem wzbogacą możliwości serwisowe,
- znacznie szybsze w działaniu i o znacznie szerszych możliwościach interfejsy szeregowo polepszą współpracę z szeroko rozumianym otoczeniem robotów.

2. Opracowanie i wprowadzenie nowego pakietu j.c. MV332 stanie się kolejnym dużym krokiem w rozwoju konstrukcji i możliwości zastosowań robotów oferowanych przez FIAP. Większa moc obliczeniowa pozwoli na rozwój oprogramowania, zapewni dalszy wzrost dokładności ruchów robotów, otworzy nowe pola aplikacji.

5. Wykaz wykorzystanych dokumentacji

Przy opracowaniu sprawozdania wykorzystano następujące dokumentacje firmy MOTOROLA:

1. MC68332 User's Manual, MC68332UM/AD
2. M68300 Family, CPU 32 Central Processor Unit Reference Manual, CPU32RM/AD REV 1
3. M68300 Family, TPU Time Processor Unit Reference Manual, TPURM/AD
4. Modular Microcontroller Family, QSM Queued Serial Module Reference Manual, QSMRM/AD
5. MC68881/882 Floating-Point Coprocessor User's Manual. Second Edition, MC68881UM/AD REV 2
6. M68332EVK Evaluation Kit Exercise Manual, M68332EVKEM/AD1
7. M68000 Family Surface-mount Packaging Update, BR742/D
8. M68000 vs. iAPX86 Benchmark Performance, BRE150

Fax 92.12.23

ZACHŁAZNIK 1



INDUSTRIAL RESEARCH INSTITUTE
FOR AUTOMATION AND MEASUREMENTS

02-222 Warszawa, Al. Jerozolimskie 202
POLAND

Uwe v. Ammon
Marketing East Europe MOTOROLA GmbH
GB Halbleiter
Schatzbogen 7
W-8000 Munchen 82
Fax 0049/89/92103-101

cc Tom Tirpak, Motorola Schaumburg, Illinois, U.S.A., fax
7085762111

Dear Mr. Uwe v. Ammon,

Thank you for as well the SG410/D brochures as the set of freeware for the Motorola devices. My staff is studying the former and in the nearest future we will ask you about the selected items. The latter is at this moment after a checking made by my programmers and it seems to be a good tool for introductory level efforts oriented to gain our knowledge in the Motorola microcontrollers, however for a professional use we will need a more sophisticated programming packages.

Merry Christmas and A Happy New Year to you.

Yours faithfully

Stanisław Kaczanowski, D.Sc.
Managing Director

P.S. Enclosed please find some details about my Institute.

02-222 Warszawa
Al. Jerozolimskie 202
POLAND

Telefon: (48)(22) 237-081
Director: (48)(22) 238-369
Telefax: (48)(22) 238-864; 238-176
Telex: 813-726 PL

Bank: 
PBK SA VIII oddz. W-wa
account 370028-1876

MODUS	TEL.NR.GEGENSTELLE	KENNUNG GEGENST.	ANFANGSZEIT	DAUER	SEIT.
SE	49 89 92103 101	G-3	28/01 10:09	03'58	03(00)

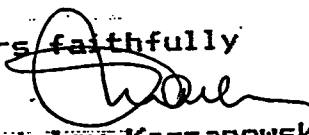
Uwe v. Ammon
 Marketing East Europe MOTOROLA GmbH
 GB Halbleiter
 Schatzbogen 7
 W-8000 Munchen 82
 Fax 0049/89/92103-101

Dear Mr. Uwe v. Ammon,
 Referring to the promise contained in your fax dated Dec. 2,
 1992 we feel to be entitled to send you the order numbers
 list of items selected from your technical literature.

We are now starting the substitution the Intel
 microprocessors by the Motorola products in our designs, and
 thus we need to spread the knowledge about the latter as
 widely as possible in my Institute. Therefore, we express our
 thanks for your proposal, since it makes our goals more
 easily to attain. Moreover we ask you to send some items
 (i.e. those marked with an asterisk) in two copies which
 makes them more accessible, and thus it will be a better
 promotion of your products amongst my research workers and
 designers.

Enclosed please find the list of selected order numbers.

Yours faithfully


 Stanisław Kaczanowski, D.Sc.

Managing Director

18



FAX

FAX

FAX

FAX

FAX

From Uwe v. Ammon
Marketing East Europe
MOTOROLA GmbH
GB Halbleiter
Schatzbogen 7
W-8000 München 82

February 2nd, 1993

Tel 0049/89/92103-516
Fax 0049/89/92103-101

To Mr. Dr. Stanislaw Kaczanowski
Managing Director
Industrial Research Institute for Automation and Measurements
PIAP
Al. Jerozolimskie 202
PI-02-222 Warszawa

Fax 0048/22/238-864

2 pages

cc	Tom Tirpak	Motorola Schaumburg	Fax 001/708/576-2111 ✓
	Rick Lada	Motorola Warsaw	Fax 0048/2/637 24 79 ✓
	Bill Matthews	Motorola East Kilbride	Fax 0044/3552/652 01 ✓
	Klaus Schröder	Motorola Munich ✓	

Dear Dr. Kaczanowski,

We like to thank you very much for your faxes of December 11th and 23rd, 1992 and of January 28th, 1993 which we received in good condition.

We are very pleased with your quite positive reaction. The description of the kind and direction of the activities of your institute does help us very much to understand your requirements in more detail. In addition it clearly proves that Mr. Tirpak was right with his understanding that the Institute is the leading Polish institution in the field of manufacturing automation and robotics. Since many members of our families of microcontrollers in general and our 32-bit microcontroller MC68332 specifically is aimed at industrial applications in this field we would appreciate to intensify our co-operation in order to achieve two objectives

- your institute may use state-of-the-art semiconductors very well suited for such applications from the worldwide leading manufacturer in that area at low cost in order to serve best the related industry
- our products will become well known at Polish manufacturers of automation equipment and robotics

our products will become well known at Polish

19

February 2nd, 1993

As a first step you will soon receive the technical literature as requested. The set of freeware already received will allow your researchers to immediately start developing programs for selected microcontrollers and microprocessors.

As a second step we would be willing to donate the institute a complete development system "M68332EVK plus M681CD32" in order to effectively develop very complex control systems for up to 6 axes robots. This is to cover the very high end of robotics.

As an alternative to the Bitbus concept of Intel for the local interconnection to the cells our MC68HC05 family of microcontrollers could be used.

In addition we feel that in the field of manufacturing automation the implementation of algorithms and development of applications incorporating fuzzy logic concepts is becoming increasingly important. Thus we would be willing to donate as well a "FIDE" development kit which would enable you to make the first steps in this direction. Probably this would further contribute to the reputation of your institute as being well informed on the recent trends in manufacturing automation.

We do not expect either any specific task to be done for us as a condition for the donation or specific people being dedicated to a "Motorola-project". Your researchers are completely free to decide for which purposes they want use our products. However we would appreciate if the researchers working with our products would share the results of their efforts with us and would publish articles dealing with their findings. And, of course, we would like to avoid a situation where our products will not be used for any purpose.

Please let us know your respective comments and recommendations in this matter.

Regarding the co-operation with Elbatex we recommend you and your researchers to first try to get the information required from them. In case this is not sufficient please let me know. I will then try to fix the problem. If products are to be bought for your applications please order them anyway at Elbatex, since we currently do not ship directly to Polish customers.

Looking forward to an exciting co-operation with your institute for our mutual benefit we remain

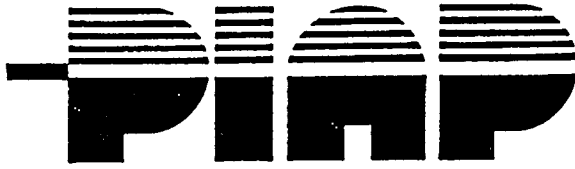
Yours faithfully

MOTOROLA GmbH
GB Halbleiter



i.V. U. v. Ammon

20



**INDUSTRIAL RESEARCH INSTITUTE
FOR AUTOMATION AND MEASUREMENTS**

**02-222 Warszawa, Al. Jerozolimskie 202
POLAND**

Uwe v. Ammon
Marketing East Europe: MOTOROLA GmbH
GB Halbleiter
Schatzbogen 7
W-8000 Munchen 82
Fax 0049/89/92103-101

cc Tom Tirpak, Motorola Schaumburg, Illinois, U.S.A., fax
7085762111

Dear Mr. Uwe v. Ammon,

Thank you for fax dated February 2, 1993, where your idea about the framework of our co - operation was briefly outlined. Once more thank you for the set of freeware we already received, for the promise referring to the technical literature chosen by us and for proposals concerning the M68332EVK plus M68ICD32 development system and the FIDE development kit.

We accept your proposals and we are ready to start the co - operation, which in our opinion should be fruitful for the both parties.

We are ready to begin with the re - design of our robot controllers by using of the MC68332 microcontroller. We will start immediately after the receipt of the technical literature chosen and the M68332EVK plus M68ICD32 development system. To be better prepared for the work we ask you about the approximate term of delivery of the above mentioned development system.

We also decide in the near future to take into account the suggestions concerning the application of your MC68HC05 family of microcontrollers instead of the Bitbus concept of Intel for the local interconnection to the cells in a factory.

Referring to the fuzzy logic and the FIDE development kit, we are very interested in it, and ask you about the information including some details about the FIDE kit. We will make efforts to get additional funds from the Polish government to support our activity in this field. Taking into account the the progressiveness of the subject and its importance we feel that the governmental support can be reached without substantial problems.

We already have started to look for applications of your microprocessor product as well in the areas beyond robotics in the Institute as in the co-operation with some Polish enterprises suited to such purposes.

We think that MOTOROLA can play an important role in the upgrade of technology in Polish enterprises and research institutes. In Poland there are a dozen of technical universities with electronics and / or automation control departments. We have a direct contact with all of them. Thus, we offer our assistance in the introduction of the MOTOROLA microprocessor products to their laboratories.

A specialist learnt to use the hardware produced by MOTOROLA and the appropriate software will prefer them in its professional activity. Till today Polish research institutes and technical universities have apply mainly the Intel products only. It can be changed.

We are interested whether MOTOROLA has standard training sets for a course of designers and users of its products and appropriate software support. We can promote such sets in Polish universities and help to them to prepare to establish the MOTOROLA laboratories.

22

We also think about the establishment of such laboratory in our Institute. It will promote the MOTOROLA products for the non - university staff. First steps in this direction we will make after the receipt of the M68332EVK plus M68ICD32 development system.

You have been informed that we have applied the MOTOROLA MC68824 Token Bus Controller in our solution for the MAP 3.0 Carrierband system. Nowadays, however, we have substantial problems with the implementation of the IEEE 802. LLC Type 3 Protocol, due to the incomplete information included in the MC68824UM/AD manual (the 1987 edition). Namely, we know (cf. the MC68824/D document) that Set Mode 0 Command exists (selected by some bits combination in Mode Selector Word, address 7A in hex) and that it also contains the possibility to choose also the EPA mode. We have asked about it several times, but the only answer, we have received there was the next copy of the MC68824UM/AD manual (the 1987 edition). We await your help in this matter, if possible.

We will inform you about each our application of the MOTOROLA products in our solutions. In our papers we will include the information about the MOTOROLA support and about our co - operation.

Yours faithfully

Stanislaw Kaczanowski, D.Sc.
Managing Director



MOTOROLA

FAX

FAX

FAX

FAX

FAX

From Uwe v. Ammon March 4th, 1993
 Marketing East Europe
 MOTOROLA GmbH
 GB Halbleiter
 Schatzbogen 7 Tel 0049/89/92103-516
 W-8000 München 82 Fax 0049/89/92103-101

To **Mr. Dr. Stanislaw Kaczanowski**
 Managing Director
 Industrial Research Institute for Automation and Measurements
 PIAP
 Al. Jerozolimskie 202
 PL-02-222 Warszawa

Fax **0048/22/238-864** 2 pages

cc Tom Tirpak Motorola Schaumburg Fax 001/708/576-2111 ✓
 Rick Lada Motorola Warsaw Fax 0048/2/637 24 79 ✓
 Bill Matthews Motorola East Kilbride Fax 0044/3552/652 01 ✓
 Klaus Schröder Motorola Munich
 Michal Banaszynski Elbatex Warsaw Fax 0048/22/21 65 31 ✓

(Canada)

Dear Dr. Kaczanowski,

Thank you for your fax of February 25th, 1993 in which you confirmed the start of our cooperation in the field of process control and manufacturing automation.

As a result of this decision you will soon receive the following donations

- one piece each of the development system M68332FVK and M681CD32 (delivery by end of March)
- one piece of the M68HXBFIIDS, a complete Software Development System for Fuzzy Logic Applications (delivery next week)
- access to our technical literature on request
- inclusion in our mailing list for microcontroller and microprocessor oriented technical literature
- further donations may be discussed upon request

Vice versa we would highly appreciate the achievement of the following objectives

- design of process control applications while using our products
- assistance in making our products well known at departments for automation control at Polish universities
- consultancy to Polish manufacturers of automation products
- publication of technical articles in academic and commercial magazines

24

MODUS	TEL.NR.GEGENSTELLE	KENNUNG GEGENST.	ANFANGSZEIT	DAUER	SEIT.
EM	49 89 92103 101	G-3	08703 09:17	02:00	02(01)

* UEBERTRAGUNGSPROTOKOLL * 08/03 '93 09:19 48 22 238864 P1RP Warsawa

page 2
fax to Dr. Kaczanowski

March 4th, 1993

Your technical question regarding the MC68824 Token Bus Controller has been passed to our Field Application Operation which will try to prepare an answer soon.

On March 17th we are conducting a product seminar in Warsaw dealing with the function and application of our microcontroller families. We invite you and your staff to participate in the seminar which should help to better understand our product portfolio. On March 18th I would like to visit your institute in order to receive a personal impression about your various activities and to discuss our co-operation in more detail. Please contact Mr. Banaszynski, Elbatex, Tel 216531 in order to fix a convenient date for the visit.

Looking forward to an exciting co-operation with your institute and an effective meeting in Warsaw we remain

Yours faithfully

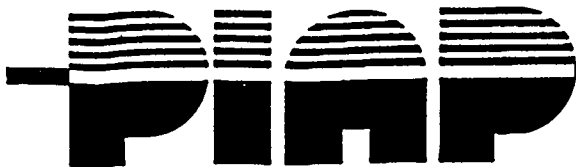
MOTOROLA GmbH
GB Halbleiter

U. v. Ammon

i.V. U. v. Ammon

ZACHCZNIK 6 (123,93)

**INDUSTRIAL RESEARCH INSTITUTE
FOR AUTOMATION AND MEASUREMENTS**



**02-222 Warszawa, Al. Jerozolimskie 202
POLAND**

Uwe v. Ammon
Marketing East Europe MOTOROLA GmbH
GB Halbleiter
Schatzbogen 7
W-8000 Munchen 82
Fax 0049/89/92103-101

cc Tom Tirpak, Motorola Schaumburg, Illinois, U.S.A., fax
7085762111

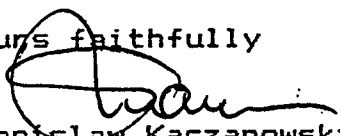
Dear Mr. Uwe v. Ammon,

Thank you for the fax dated March 4, 1993, where the idea about our co-operation was confirmed. Once more thank you for the complete set of technical literature we received yesterday. My staff (about 10 persons) will take part in the MOTOROLA seminar, Warsaw, March 17, 1993.

You are invited to visit PIAP March 18, 1993. Due to your suggestion we have consulted the term with Mr. Bachanek, Elbatex, and fixed 9 a.m. I believe that the personal relation will be helpful in establishment of our co-operation in more detail.

Awaiting your visit, I remain

Yours faithfully


Stanislaw Kaczanowski, D.Sc.
Managing Director

02.04.93

ZATELNIK 7

**INDUSTRIAL RESEARCH INSTITUTE
FOR AUTOMATION AND MEASUREMENTS**

**02-222 Warszawa, Al. Jerozolimskie 202
POLAND**

Uwe v. Ammon
Marketing East Europe MOTOROLA GmbH
GB Halbleiter
Schatzbogen 7
W-8000 Munchen 82
Fax 0049/89/92103-101

cc Tom Tirpak, Motorola Schaumburg, Illinois, U.S.A., fax
7085762111

Dear Mr. Ammon,

We confirm settlements of the co - operation, as stated during the negotiations at March 18, 1993.

In this answer preparation we have taken into account our abilities and the range of the new knowledge domain we should reach. Thus, we propose to realize the replacement of the 80186 microcontroller and the 8087 - 1 coprocessor of INTEL by the MC68332 microcontroller and the MC68882 coprocessor of MOTOROLA in the two consecutive stages, as described below.

In the first stage we will perform the comparison of the most important software routines for robot controlling, implemented as well for the existing INTEL solution as newly written for the MOTOROLA substitutes. To attain this goal the appropriate subroutines of the robot programme will be extracted and translated onto the MOTOROLA assembler mnemonics. They will be implemented on the MC68332 and MC68882 with the aid of the M68332EVK plus M68ICD32 development system, in the way preserving additional requirements for the robot controller, e.g. accuracy of

24

arithmetic calculations. Further, the execution times for both the solutions will be measured and compared.

In our opinion, the execution time and the accuracy of arithmetic calculations are the crucial factors for the robot controller, especially when the movement trajectory is calculated.

We hope the M68332EVK plus M68ICD32 development system is constructed in such a way that it can support the co-operation of MC68832 and MC68882. If so, the above outlined goal is attainable in the three months period. Otherwise, we will need your assistance to overcome the drawback. Namely, since the robot trajectory calculations many times call trigonometric and arc - trigonometric functions, then a coprocessor absence makes the module inefficient, and thus inappropriate for robot applications.

The first stage as outlined above can be performed in PIAP in the three months period, as it has been suggested by you, starting from the date of receipt of the M68332EVK plus M68ICD32 development system, if the condition concerning the MC68882 coprocessor is satisfied. For example, if the development system will arrive at the Warsaw airport at the mid of April, we will start at the mid of May (the delay caused by the custom clearance), and finish in August. Concurrently, the description of research methodology and the result printouts will be prepared. In the comparison we will, of course, include not the execution time only, but more factors, but the full scope of comparison will be defined during the experiment; when we will gain our knowledge about the MOTOROLA microcontrollers. Moreover, the internal report for MOTOROLA will be prepared, and on the basis of the former and additional remarks of MOTOROLA, if any, the paper will be written to publish in a scientific magazine.

We believe that the result of the first stage is the one you have suggested.

The performance of the first stage will give us the better knowledge about the MOTOROLA chips, their programming abilities and the application of the M68332EVK plus M68ICD32 development system. If the results will confirm our believe that the system consisting of MC68332 and MC68882 is twice or more faster than that of 80186 and 8087 - 1, we will start the second stage, namely we will prepare a new version of the robot main controller module. Its duration is now estimated as a four months period, and thus it will be finished in November this year. The results of the second stage will also be published as well in the internal report form as a paper submitted to a scientific magazine.

Referring to the custom clearance, you are kindly requested to place on the proforma invoice the following clause "For scientific and research purposes only".

Yours faithfully

Stanislaw Kaczanowski, D.Sc.
Managing Director

Lista Instrukcji mikrokontrolera MC68332

Table 7-1. Instruction Set Summary

Mnemonic	Description	Mnemonic	Description
ABCD	Add Decimal with Extend	MOVE	Move
ADD	Add	MOVE CCR	Move Condition Code Register
ADDA	Add Address	MOVE SR	Move Status Register
ADDI	Add Immediate	MOVE USP	Move User Stack Pointer
ADDQ	Add Quick	MOVEA	Move Address
ADDX	Add with Extend	MOVEC	Move Control Register
AND	Logical AND	MOVEM	Move Multiple Registers
ANDI	Logical AND Immediate	MOVEP	Move Peripheral
ASL, ASR	Arithmetic Shift Left and Right	MOVEQ	Move Quick
Bcc	Branch Conditionally	MOVES	Move Alternate Address Space
BCHG	Test Bit and Change	MULS, MULS.L	Signed Multiply
BCLR	Test Bit and Clear	MULU, MULU.L	Unsigned Multiply
BGND	Background	NBCD	Negate Decimal with Extend
BKPT	Breakpoint	NEG	Negate
BRA	Branch	NEGX	Negate with Extend
BSET	Test Bit and Set	NOP	No Operation
BSR	Branch to Subroutine	OR	Logical Inclusive OR
BTST	Test Bit	ORI	Logical Inclusive OR Immediate
CHK, CHK2	Check Register Against Upper and Lower Bounds	PEA	Push Effective Address
CLR	Clear	RESET	Reset External Devices
CMP	Compare	ROL, ROR	Rotate Left and Right
CMPA	Compare Address	ROXL, ROXR	Rotate with Extend Left and Right
CMPI	Compare Immediate	RTD	Return and De-allocate
CMPM	Compare Memory to Memory	RTE	Return from Exception
CMP2	Compare Register Against Upper and Lower Bounds	RTR	Return and Restore Codes
DBcc	Test Condition, Decrement and Branch	RTS	Return from Subroutine
DIVS, DIVSL	Signed Divide	SBCD	Subtract Decimal with Extend
DIVU, DIVUL	Unsigned Divide	Scc	Set Conditionally
EOR	Logical Exclusive OR	STOP	Stop
EORI	Logical Exclusive OR Immediate	SUB	Subtract
EXG	Exchange Registers	SUBA	Subtract Address
EXT, EXTB	Sign Extend	SUBI	Subtract Immediate
LEA	Load Effective Address	SUBQ	Subtract Quick
LINK	Link and Allocate	SUBX	Subtract with Extend
LPSTOP	Low Power Stop	SWAP	Swap Register Words
LSL, LSR	Logical Shift Left and Right	TBLS, TBLSN	Table Lookup and Interpolate (Signed)
ILLEGAL	Take Illegal Instruction Trap	TBLU, TBLUN	Table Lookup and Interpolate (Unsigned)
JMP	Jump	TAS	Test Operand and Set
JSR	Jump to Subroutine	TRAP	Trap
		TRAPcc	Trap Conditionally
		TRAPV	Trap on Overflow
		TST	Test Operand
		UNLK	Unlink

Lista instrukcji trybu emulacyjnego

Table 7-2. Background Mode Command Summary

Command	Mnemonic	Description
Read D/A Register	RDREG/RAREG	Read the selected address or data register and return the results via the serial interface.
Write D/A Register	WDREG/WAREG	The data operand is written to the specified address or data register.
Read System Register	RSREG	The specified system control register is read. All registers that can be read in supervisor mode can be read in background mode.
Write System Register	WSREG	The operand data is written into the specified system control register.
Read Memory Location	READ	Read the sized data at the memory location specified by the long-word address. The source function code register (SFC) determines the address space accessed.
Write Memory Location	WRITE	Write the operand data to the memory location specified by the long-word address. The destination function code (DFC) register determines the address space accessed.
Dump Memory Block	DUMP	Used in conjunction with the READ command to dump large blocks of memory. An initial READ is executed to set up the starting address of the block and retrieve the first result. Subsequent operands are retrieved with the DUMP command.
Fill Memory Block	FILL	Used in conjunction with the WRITE command to fill large blocks of memory. An initial WRITE is executed to set up the starting address of the block and supply the first operand. Subsequent operands are written with the FILL command.
Resume Execution	GO	The pipe is flushed and re-filled before resuming instruction execution at the current PC.
Patch User Code	CALL	Current program counter is stacked at the location of the current stack pointer. Instruction execution begins at user patch code.
Reset Peripherals	RST	Asserts RESET for 512 clock cycles. The CPU is not reset by this command. Synonymous with the CPU RESET instruction.
No Operation	NOP	NOP performs no operation and may be used as a null command.

Lista instrukcji koprocatora MC68882

Instrukcje jednoargumentowe

FABS	Absolute Value	FLOG2	Log Base 2
FACOS	Arc Cosine	FLOGN	Log Base e
FASIN	Arc Sine	FLOGNP1	Log Base e of (x + 1)
FATAN	Arc Tangent	FNEG	Negate
FATANH	Hyperbolic Arc Tangent	FSIN	Sine
FCOS	Cosine	FSINCOS	Simultaneous Sine and Cosine
FCOSH	Hyperbolic Cosine	FSINH	Hyperbolic Sine
FETOX	e to the x Power	FSQRT	Square Root
FETOXM1	e to the x Power - 1	FTAN	Tangent
FGETEXP	Get Exponent	FTANH	Hyperbolic Tangent
FGETMAN	Get Mantissa	FTENTOX	10 to the x Power
FINT	Integer Part	FTST	Test
FINTRZ	Integer Part (Truncated)	FTWOTOX	2 to the x Power
FLOG10	Log Base 10		

Instrukcje dwuargumentowe

FADD	Add	FREM	IEEE Remainder
FCMP	Compare	FSCALE	Scale Exponent
FDIV	Divide	FSGLDIV	Single Precision Divide
FMOD	Modulo Remainder	FSGLMUL	Single Precision Multiply
FMUL	Multiply	FSUB	Subtract

Instrukcje warunkowe

FBcc	Branch
FDBcc	Decrement and Branch
FScC	Set According to Condition
FTRAPcc	Trap-on Condition (with an Optional Parameter)

Instrukcje przekazów

FMOVE	<ea>,FPcr	Move to Control Register(s)
FMOVE	FPcr,<ea>	Move from Control Register(s)
FSAVE	<ea>	Virtual Machine State Save
FRESTORE	<ea>	Virtual Machine State Restore