



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **253 311 A1**

4(51) G 06 F 9/44

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 06 F / 295 190 4

(22) 13.10.86

(44) 13.01.88

(71) Kombinat VEB EAW Berlin-Treptow, Zentrum für Forschung und Technologie, Storkower Straße 101, Berlin, 1055, DD

(72) Selig, Gabriele, Dipl.-Ing., DD

(54) **Schaltungsanordnung zur Prüfung von Mikrorechnerschaltungsanordnungen einschließlich des Mikrorechners selbst**

(55) Emulator, Entwicklungssystem, Prüfablauf, Funktionsprüfung, Mikrorechner, Mikrorechnerschaltungsanordnung, Koppelstelle, HOST-Rechner, Schnittstelle

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Prüfung von Mikrorechnern und Mikrorechnerschaltungsanordnungen von Anwendersystemen, deren Entwicklung und Erprobung mit Hilfe eines Emulators bzw. Entwicklungssystems durchgeführt wird und die in der Steuer- und Regelungstechnik Anwendung finden. Erfindungsgemäß ist zusätzlich eine Koppelstelle zwischen Emulator und Anwendersystem für die Signale Adressen, Daten, Systemtakt, Befehlssynchronisationstakt, Interruptanerkennung und Adressen gültig angeordnet. Der Emulator ist in bekannter Weise über eine Schnittstelle mit einem HOST-Rechner verbunden, dessen Programmteile seines Betriebssystems beim Prüfablauf direkt mit genutzt werden.

Patentansprüche:

1. Schaltungsanordnung zur Prüfung von Mikrorechnerschaltungsanordnungen, einschließlich des mit ihnen über eine PORT-Schnittstelle verbundenen Mikrorechners von Anwendern, deren Entwicklung und Erprobung mit Hilfe eines Emulators durchgeführt wird, der über eine weitere Schnittstelle mit einem HOST-Rechner verknüpft ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß zwischen dem Emulator und dem Anwendermikrorechner (15) eine Koppelstelle für die Signale Adressen gültig AS, Interruptanerkennung IACK, Befehlssynchronisationstakt SYNC, Systemtakt SCLK sowie Adressen (A0...A10) und Daten (D0...D7) geschaffen ist, und daß ein RAM als Anwenderspeicher (10) für spezifische Anwenderprogramme auf dem Emulator angeordnet ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Signalleitungen des Anwendermikrorechners (15) auf den Emulator geführt sind, daß
 - die Steuerleitung — Adressen gültig AS — mit dem Programmzähler und Lese-Breakpointregister (9) sowie dem I-Coderegister (11);
 - die Steuerleitung — Interruptanerkennung IACK — mit dem PORT-Eingang des Monitorrechners (5);
 - die Steuerleitung — Befehlssynchronisationstakt SYNC — mit der Go-/Trace-/Stop-Logik (8), dem Programmzähler und Lese-Breakpointregister (9), dem Anwenderspeicher (10), dem I-Coderegister (11) sowie der Dekodiersteuerlogik (6);
 - die Signalleitung — Systemtakt SCLK — mit dem I-Coderegister (11) und dem Datenmultiplexer (12);
 - die Datenleitung (D0...D7) mit dem Datenmultiplexer (12) und dem EPROM (14) des Anwenders und
 - die Adreßleitungen (A0...A10) mit dem Adreßmultiplexer (7) und dem EPROM (14) des Anwenders verbunden sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Prüfung von Mikrorechnerschaltungsanordnungen, einschließlich des Mikrorechners von Anwendersystemen, deren Entwicklung und Erprobung mit Hilfe eines Emulators durchgeführt wird und die in der Steuer- und Regelungstechnik Anwendung finden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Entwicklung von Software werden Rechensysteme genutzt, die in ihren Betriebssystemen Großsoftware für verschiedene Mikrorechner haben, das heißt, es kann die Software zum Beispiel für einen U8820 auf einem Rechensystem mit einem U880 entwickelt werden. Die Hardwareentwicklung wird durch die Software unterstützt, in dem für gezielte Funktionsprüfungen der Hardware spezielle Programme, die Bestandteil des Endprogramms sein können, in Eprom's programmiert und auf die Schaltungsanordnung gesteckt werden. Diese schrittweise Vorgehensweise ist sehr langwierig durch das zusätzliche Erarbeiten der speziellen Programme und das notwendige Einprogrammieren der Programme in Eprom's. Die Funktionsprüfung mittels eines speziellen Eprom's wird durch RESET am Mikrorechner gestartet; die Startadresse kann nicht variiert werden; der Programmablauf erfolgt stets im Echtzeitbetrieb, d. h. eine Programmabarbeitung im Schrittbetrieb ist nicht möglich. Diese ineffektive, relativ getrennte Entwicklung von Soft- und Hardware wird durch den Einsatz eines Entwicklungssystems beseitigt. Entwicklungssysteme, auch Emulatoren genannt, sind Baueinheiten, mit welchen Funktionseinheiten von Original-Bausteinen, wie Mikroprozessoren, softwaremäßig teilweise oder vollständig nachgebildet werden können.

Entwicklungssysteme werden beispielsweise zum Austesten von Programmen von Mikroprozessoren verwendet, bevor das Programm endgültig und unabänderbar in den Programmspeicher einprogrammiert wird. Die Programmabarbeitung übernimmt der „USER-Mikrorechner“, der sich auf dem Entwicklungssystem befindet. Alle Port-Leitungen — das sind alle Leitungen des Mikrorechners, an denen die Schaltungsanordnung des Anwenders angeschlossen werden kann —, werden vom Entwicklungssystem bereitgestellt. Dadurch ist eine geschlossene Entwicklung von Hard- und Software gegeben. Bei der Entwicklung und Erprobung der Schaltungsanordnung des Anwenders wird der Mikrorechner auf der Anwenderleiterplatte selbst angeschlossen, das heißt, der Anwender muß bei seiner Schaltungsentwicklung die Bedingung beachten, daß der Mikrorechner auf der Anwenderleiterplatte während der Arbeit mit dem Entwicklungssystem nicht aktiv sein darf. Diese Einschränkung gilt auch für den Speicher des Anwender-Mikrorechners. Nur die eventuell konfigurierten zusätzlichen Speicher, die an den PORT's angeschlossen sind, dürfen aktiv bleiben. Mit den bekannten Entwicklungssystemen kann ein defekter Mikrorechnerschaltkreis auf der Anwenderleiterplatte nicht direkt und eindeutig nachgewiesen werden.

Die Entwicklungssysteme zeichnen sich durch ein umfangreiches Kommandoangebot aus, das eine sehr effektive Software- und Hardwareentwicklung ermöglicht. So können durch Kommando zum Beispiel die Befehlsabarbeitung schrittweise oder im Echtzeitbetrieb erfolgen, Registerinhalte und Statusformationen abgefragt und manipuliert werden. Das Anwenderprogramm kann in dem RAM des Entwicklungssystems geladen oder aus dem Eprom abgearbeitet werden. Die Abarbeitung kann durch Kommando an beliebiger Stelle gestartet und gestopt werden.

Solche Entwicklungssysteme sind hinreichend bekannt (DD 230660). Der Original-Mikroprozessor-Schaltkreis wird durch das Entwicklungssystem selbst ersetzt. Damit wird der gravierende Nachteil sichtbar, daß nur die Hardware ab den User-Anschlußleitungen des Mikroprozessors, PORT's, prüfbar ist, ohne den Mikroprozessor selbst. Dieser Nachteil trifft auch für die bekannten In-Circuit-Emulatoren zu (DE 3408257), die sich durch extrem kleine Bauform auszeichnen und direkt vor Ort in die Schaltungskonfiguration durch den kompatiblen Aufbau (PIN, Bauform) von Emulator und Original-Mikroprozessor eingesetzt werden können.

Weiterhin sind Schaltungsanordnungen zur Kopplung von Mikrorechnern unterschiedlicher innerer Struktur (DD 214473) bekannt, die vorrangig den Datenaustausch zwischen den gekoppelten Mikrorechnern ermöglichen. Die vorgeschlagene Koppelereinheit ist für die Entwicklung und Testung von Anwenderschaltungsanordnungen mit Mikrorechner geeignet, da die Minimalvoraussetzung, das Lesen der Registerinhalte des untergeordneten Mikrorechners ohne Nutzung der anwenderspezifischen PORT's erfüllt wird. Zur Realisierung ist eine umfangreiche Steuersignalaufbereitung erforderlich, da die Daten- und Adreßbussteuerung, die die Bus-Systeme entsprechend verbinden, vom übergeordneten Mikrorechner gesteuert werden, ohne die direkte Nutzung der Steuersignale des untergeordneten Mikrorechners. Dadurch ist die Kontrolle und das Eingreifen des übergeordneten Mikrorechners in das Steuersignalspiel des untergeordneten Mikrorechners während des Programmablaufs nicht möglich. Das Maschinenzustandverhalten des untergeordneten Mikrorechners ist dem übergeordneten Mikrorechner nicht zugänglich. Das Zeitverhalten der inneren Abläufe bei der Befehlsabarbeitung bleibt unsichtbar.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, den Hardware- und Software-Entwicklungsaufwand sowie den Hardwareaufwand für die Prüftechnik zu senken, die Effektivität zu erhöhen und Voraussetzungen zur Automation zu schaffen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung zur Prüfung von Mikrorechnerschaltungsanordnungen einschließlich des Mikrorechners selbst zu erarbeiten, deren Entwicklung und Erprobung mit Hilfe eines Emulators erfolgt. Die Bedingung, daß durch diese zusätzliche Eigenschaft des Emulgators die bisherigen Funktionen nicht eingeschränkt werden, ist zu garantieren. Die Schaltungsanordnung soll für die Automatisierung des Prüfungsvorgangs geeignet sein.

Merkmale der Erfindung

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß eine zusätzliche Koppelstelle geschaffen ist, um auf den Emulator die Adreßleitungen, Datenleitungen des Anwendermikrorechners und dessen Steuerleitungen: Adressen gültig, Systemtakt, Befehlssynchronisationstakt und Interruptanerkennung zu führen.

Die für die Entwicklung, Erprobung und Prüfung notwendige Software wird in einem RAM als Anwenderspeicher, der Bestandteil des Emulators ist, mit aufgabenspezifischen Anwenderprogrammen geladen und in beliebigen Betriebsarten abgearbeitet. Im konkreten Fall sind die Signalleitungen des Anwendermikrorechners auf den Emulgator in folgender Weise geführt:

- die Datenleitungen auf den Datenmultiplexer;
- die Steuerleitung — Adressen gültig AS — auf den Programmzähler und das Lese-Breakpointregister und den I-Coderegister;
- die Adreßleitungen auf den Adreßmultiplexer;
- die Steuerleitung — Interruptanerkennung IACK — auf den PORT-Eingang des Monitormikrorechners;
- die Steuerleitung — Befehlssynchronisationstakt SYNC — auf die Go-/Trace-/Stop-Logik, den Programmzähler — und das Lese-Breakpointregister, den Anwenderspeicher, das I-Coderegister sowie die Dekodiersteuerlogik und
- die Signalleitung — Systemtakt SCLK — auf das I-Coderegister und den Datenmultiplexer.

Um eine getrennte Stromversorgung des Entwicklungssystems und der Anwenderschaltungsanordnung zu ermöglichen, sind die Massen der Versorgungsspannung des Anwendermikrorechners und eines Monitormikrorechners zu verbinden. Durch den Anschluß der Anwenderschaltungsanordnung an die oben beschriebene Koppelstelle wird das Ziel der Erfindung erreicht.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erklärt werden.

Für den in den Prüfungsvorgang einzubeziehenden Anwendermikrorechner 15 wird das Betriebsprogramm in einem EPROM 14 auf dem Anwender abgelegt. Eine zusätzlich geschaffene Koppelstelle enthält für den Anwendermikrorechner 15 die Signale: Adressen A0 bis A10, Daten D0 bis D7, Adressen gültig AS, Systemtakt SCLK, Befehlssynchronisationstakt SYNC, Interruptanerkennung IACK und Masse.

Durch die realisierte Kopplung können der eingelötete Mikrorechner 15 und die über die PORT-Schnittstelle 17 angeschlossene Anwenderschaltungsanordnung 16 vom Monitormikrorechner 5 des Entwicklungssystems aus gesteuert werden. Das ermöglicht das Prüfen aller internen Funktionseinheiten des eingelöteten Mikrorechner 15, es sind zum Beispiel die PORT-Treiber, die Aritmetisch-Logische-Verarbeitungseinheit, der Programmzähler, die interne Steuerlogik bei der Befehlsabarbeitung, die Steuerregister, der interne RAM, die Interruptsteuerung, die interne Takterzeugung, die Befehlssteuerung, die interne Resetlogik, die internen Zeitgeber-/Zähler- und seriellen Ein-/Ausgabe-Funktionseinheiten, und dessen Takterzeugung 13 bei der Programmabarbeitung oder durch Kommandos des Entwicklungssystems. Das Anwenderprogramm kann in den Anwenderspeicher, dem RAM 10 des Entwicklungssystems abgelegt werden. Dadurch ist eine enggekoppelte Hard- und Softwareentwicklung gegeben. Programmänderungen können gleich im RAM vorgenommen und die Wirkungen bei Programmabarbeitung an der Anwenderschaltungsanordnung 16 festgestellt werden. Durch die Nutzung des Anwenderspeichers 10, in der sehr schnell und problemlos Programme von Datenträgern vom übergeordneten HOST-Rechnersystem 1 geladen werden können, kann die Anwenderschaltungsanordnung 16 zügig durch eine unbegrenzte Anzahl von Prüfprogrammen getestet werden. Die Prüfprogramme brauchen nicht mehr in Eproms geladen und auf die Anwenderschaltung gesteckt werden. Dadurch wird die Zuverlässigkeit des Prüfungsvorganges erhöht. Die Prüfprogramme sind leicht modifizierte Programmteile des

Betriebsprogramms; sie brauchen nicht mehr unter der Bedingung, minimalen Speicherplatz zu benutzen, geschrieben werden. Das Prüfprogramm kann die Möglichkeiten des übergeordneten HOST-Rechnersystems 1 nutzen. Zum Beispiel kann das Prüfprogramm Zustände und Bitmuster der Register des Anwendermikrorechners 15 selbst auswerten und das Ergebnis über die serielle Schnittstelle 2 an das HOST-Rechnersystem 1 weiterleiten, der die Umsetzung vornimmt, so zum Beispiel eine Ausschrift auf den Monitor erzeugt:

„Funktion 1 geprüft“

„Funktionsbaugruppe 2 defekt“

und so weiter. So entsteht selbständig über das HOST-Rechnersystem 1 ein Prüfprotokoll, das ausgedruckt werden kann und die Anwenderschaltungsordnung 16 zum Reparaturplatz begleitet, der den gleichen Aufbau hat.

Diese beschriebene Mehrrechnerkonfiguration mit der erfindungsgemäßen Kopplung des Emulators mit dem Anwender ist zur automatischen Prüfung von Leiterplatten mit Mikrorechnerschaltungsanordnungen, dessen Betriebsprogramm in externen Speichern abgelegt ist, besonders geeignet, da durch den Emulator die Registerinhalte des Anwendermikrorechners 15 gelesen und ausgewertet werden können. Es können zum Beispiel Prüfprogramme erstellt werden, durch die in Abhängigkeit der ermittelten Fehler, durch Analyse der Registerinhalte des Mikrorechners 16, der Monitormikrorechner 5 des EMU das Nachladen von Prüfprogrammen vom HOST-Rechnersystem 1 initialisiert und startet.

Die Schaltungsanordnung des an sich bekannten Emulators, bestehend aus: Monitormikrorechner 5, Monitoreprom 3, Decodiersteuerlogik 6, Takterzeugung des Monitormikrorechners 4, serielle Schnittstelle 2 zwischen Emulator und HOST-Rechnersystem, Adreßmultiplexer 7, Go-/Trace-/Stop-Logik 8, Programmzähler/Lese-/Breakpointregister 9, Anwenderspeicher 10, I-Coderegister 11 und Datenmultiplexer 12, wird bei der Nutzung der erfindungsgemäßen Kopplung funktionell erweitert. Dadurch sind alle Kommandos des Emulators auch während des Prüfvorgangs ohne Einschränkung nutzbar.

Dieser Vorteil ist bedeutsam bei der Prüfung und Reparatur, das heißt bei der Fehlerlokalisierung bei defekten Anwenderschaltungsanordnungen. Damit ist eine Einheit von Soft- und Hardwareentwicklung bis zur Reparatur von Schaltungsanordnungen ohne zusätzlichen Hardwareaufwand gegeben.

Die umfangreichen Funktionen des Entwicklungssystems bleiben durch die erfindungsgemäße Kopplung des Emulators mit der Anwenderschaltungsanordnung erhalten und kennzeichnen diese Konfiguration als universelles komfortables Entwicklungs- und Prüfgerät für Mikrorechnerschaltungsanordnungen.

