(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLÄGGNINGSSKRIFT 89223

C (45) Patentti myönnetty
Patent meddelat

(51) Kv.lk.5 - Int.cl.5

H 04L 1/24, H 04M 1/24 // G 01R 31/28

(21) Patenttihakemus - Patentansökning 914657

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 03.10.91

(24) Alkupäivä - Löpdag 03.10.91

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 04.04.93

(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad 14.05.93

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(71) Hakija - Sökande

1. **Nokia Matkapuhelimet Oy**, PL 86, 24101 Salo, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. **Von Holten, Arnold**, Valurinkuja 1 C 44, 90230 Oulu, (FI)
2. **Kolehmainen, Timo**, Purjehtijantie 8 B 31, 90560 Oulu, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: **Berggren Oy Ab**

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Digitaalinen audiorajapinta GSM-laitteessa
Digitalt audiointerface i GSM-anordning

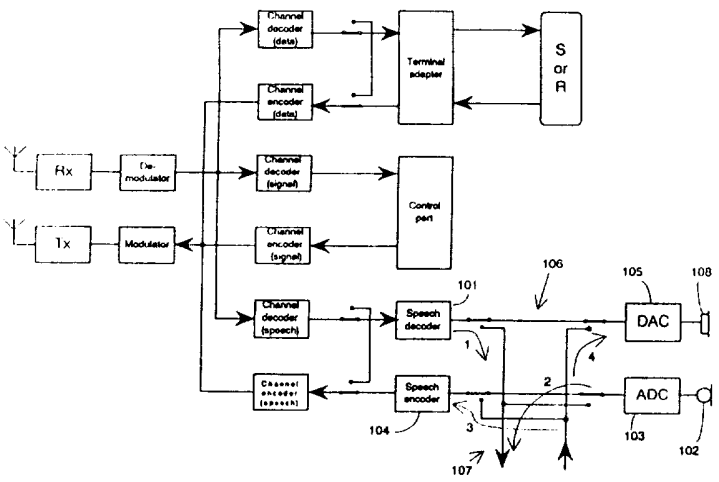
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

DE C 3923764 (G 01R 31/28)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

GSM-radiopuhelimessa on digitaalinen audiorajapinta järjestelmäsimulaattorin (SS) liittämiseksi testauksia varten. Keksinnön mukaisessa järjestelyssä digitaalinen signaaliprosessori (11) ja koodekki (12) on toteutettu samassa fyysisessä yksikössä, jolloin järjestelmäsimulaattori (SS) liittyy puhelimeen DSP-yksikköön järjestetyn DAI-lohkon (14) ja JTAG-datakoodekkirekisterin (13) kautta.

En GSM-radiotelefon har ett digitalt audiogränssnitt för anslutning av en systemsimulator (SS) för teständamål. I den uppfinningsenliga anordningen har en digital signalprocessor (11) och kodek (12) anordnats i samma fysiska enhet, varvid systemsimulatorn (SS) anslutes till telefonen via ett DAI-block (14) och ett JTAG-datakodekregister (13) som anordnats i DSP-enheten.



Digitaalinen audiorajapinta GSM-laitteessa - Digitalt audiointerface i GSM-anordning

Keksintö koskee patenttivaatimuksen 1 johdannon mukaista digitaalista audiorajapintaa (Digital Audio Interface, DAI) GSM-laitteessa. Digitaalinen audiorajapinta on GSM-järjestelmässä (Global Mobile System) määritelty rajapinta liikkuvan aseman (Mobile Station, MS) ja GSM-järjestelmäsimulaattorin (GSM System Simulator, SS) välillä.

Tätä rajapintaa käytetään GSM-laitteen yhdenmukaisuustestauksessa, erityisesti tehtäessä puhekooderin/dekooderin bittitäsmäystestiä ja lähetys/vastaanotto-loudness-suhteen testiä (SLO/RLR, Sending/Receiving Loudness Ratio). Kuviossa 1 on esitetty GSM-spesifikaation mukainen, liikkuvan aseman MS testijärjestely (GSM 11.10, Part III, Aspect III, kohta III.1: Special Conformance Testing Functions; Figure III.1-1/GSM 11.10: Testloops in the MS), johon on merkitty keksinnön kannalta oleelliset osat: vastaanottosuunnassa puhedekooderi 101, digitaalinen rajapinta 106 ja digitaali/analogia-muunnin 105 sekä kaiutin 108, ja lähetyssuunnassa mikrofoni 102, analogia/digitaali-muunnin 103 ja digitaalinen rajapinta 107 sekä puhekooderi 104. Rajapinnat siirtävät spesifikaation mukaan sarjamuodossa nopeudella 104 kbit/s lineaarista, 13 bitin levyistä PCM-dataa. Digitaalisen audiorajapinnan 106/107 kautta voidaan myös liittyä järjestelmäsimulaattoriin SS (ei esitetty) puhedatan kytkemiseksi sekä lähetys- että vastaanottosuuntaan. Digitaalisen audioliitännän kautta voidaan valvoa ja ohjata D/A- ja A/D-muunnoksen sekä koodauksen/dekoodauksen välistä digitaalisen puhesignaalin datavirtaa.

Kuviossa 1 on myös viitenumeroin 1 - 4 esitetty spesifikaatiossa vaaditut laitteen MS sisäiset testisilmukat eli

testireitit. Reitti 1 johtaa simulaattorille SS dekoodattua puhetta laitteen MS puhedekooderilta 101; tätä reittiä käytetään vastaanottosuunnan transkoodaustestiä varten. Reitillä 2 johdetaan akustisesta tulosta 102 peräisin oleva ja analogia/digitaali-muuntimella 103 muunnettu signaali simulaattorille; tätä reittiä käytetään akustisten laitteiden testaukseen. Reitillä 3 johdetaan signaali simulaattorilta SS laitteen MS puhekooderille 104; tätä käytetään lähetyssuunnan transkoodaustestiä varten. Lopuksi reitillä 4 simulaattorilta johdetaan signaali analogia/digitaali-muuntimelle 105 ja akustisen puhelähdön laitteelle (kaiuttimelle); tätä reittiä käytetään akustisten laitteiden testaukseen.

Kuvion 1 esittämän spesifikaation mukaisessa digitaalisessa rajapinnassa 106/107 (DAI) on järjestelmäsimulaattorin kytkeminen varsin selväpiirteinen toimi, koska spesifikaatiota laadittaessa on lähdetty siitä olettamuksesta että D/A- ja A/D-muuntimet toisaalta ja kooderit/dekooderit toisaalta ovat fyysisesti eri laitteita, joiden välissä esiintyy rajapinta DAI.

Hakija on kuitenkin eri syistä päätynyt liikkuvan aseman MS toteutuksessa kustannuksiltaan edullisempaan ratkaisuun, jossa D/A- ja A/D-muuntimet sekä kooderit/dekooderit on toteutettu samassa fyysisessä yksikössä. Tällaisessa yksikkötyypissä on DSP-prosessori puheen transkoodausfunktiota varten sekä analoginen koodekki puhesignaalin D/A- ja A/D-muunnoksia varten, sekä koodekkidatarekisteri CDX, jonka kautta järjestelmäsimulaattorin SS on liityttävä laitteeseen MS, DAI-spesifikaatioiden täyttämiseksi.

Tästä syntyy kuitenkin ongelmia. Eräänä vaihtoehtona on, että DSP-prosessori lukee ja kirjoittaa tähän datarekisteriin CDX ja liittyy sen jälkeen järjestelmäsimulaattoriin sarjamuotoisen SIO-liitännän kautta (ei esitetty). Tämä merkitsee kuitenkin sitä, että DSP-prosessoriin olisi

asennettava erityinen ohjelma huolehtimaan puhedatan siirtämisestä SIO-portista koodekkidatarekisterille ja päinvastoin. Tästä seuraisi epäedullinen tilanne, jossa MS testauksen aikana ei ole normaalissa toimintatilassa, eli ei toimi normaalin tilan mukaisella puheen koodausohjelmalla. Lisäksi sarjaportin SIO käyttö testaukseen rajoittaa sen mahdollista tulevaa käyttöä muihin tarkoituksiin.

Esitetty ongelma on keksinnön mukaisesti ratkaistu siten, että käytetään erityisellä tavalla hyväksi DSP-yksikköön järjestettyä JTAG-testiporttia (JTAG = Joint Test Action Group, IEEE 1149.1) patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosan mukaisesti.

Keksintöä selitetään alla erään suoritusesimerkin avulla oheisiin piirustuksiin viitaten, joissa

kuvio 1 esittää GSM-spesifikaatioiden mukaisen testisilmukkajärjestelyn, jolloin viitenumeroin on merkitty DAI-rajapintaan liittyvät elimet ja vaaditut testireitit;

kuvio 2 esittää periaatteellisen lohkokaavion keksinnön mukaisesta DAI-järjestelystä, jossa on esitetty kuvion 1 mukaisten testireittien toteutus; ja

kuvio 3 on DAI-lohkon yksityiskohtaisempi lohkokaavio.

Tässä selitetyssä suoritusesimerkissä lähtökohtana on liikkuva laite eli digitaalinen radiopuhelin MS jota varten on valittu yhdelle sirulle järjestetty, hakijan määrittelemä digitaalinen signaaliprosessoriyksikkö, jonka tyyppimerkintä on DSP16C. Kuvion 2 mukaisesti tässä yksikössä on DSP-prosessori 11 puheen transkoodausfunktiota varten, analoginen koodekki (CODEC) 12 puhesignaalin D/A- ja A/D-muunnoksia varten, sekä koodekkidatarekisteri (CDX) 11a ja JTAG-koodekkidatarekisteri (JCDX) 13. JCDX:ään liittyy testidatatulo TDI ja -lähtö TDO, jotka DAI-lohkon 14 kautta liittävän MS:n järjestelmäsimulaattoriin SS.

JCDX-rekisteriin 13 voidaan johtaa dataa DSP-prosessorista 11 koodekkidatarekisterin 11a kautta, ja toisaalta koodekista 12. Vastaavasti rekisteri 13 voi kirjoittaa kumpaankin suuntaan, eli rekisteriin 11a ja koodekkiin 12. Kuviossa 2 on myös esitetty miten kuvion 1 mukaiset spesifikaation testireitit 1 - 4 toteutetaan keksinnön mukaisessa DAI-järjestelyssä.

DSP-prosessoriin käskykantaan on myös lisätty kaksi erityistä JTAG-käskyä, joilla voidaan määritellä mistä suunnasta JCDX-rekisteri 13 lukee ja mihin se kirjoittaa. 'Program test'-käsky ohjaa JCDX-rekisterin lukemaan reittiä 1 ja kirjoittamaan reittiä 3 prosessoriin 11 päin; tällöin koodekki 12 ei ole kytketty JCDX-rekisteriin. Vastaavasti 'codec test'-käsky ohjaa JCDX-rekisterin lukemaan reittiä 2 ja kirjoittamaan reittä 4 koodekkiin 12 päin; tällöin prosessori 11 ei ole kytketty JCDX-rekisteriin.

Edellä mainitut käskyt voidaan antaa järjestelmäsimulaattorista SS DAI-lohkon 14 kautta.

Keksinnön oleellisena piirteenä on se, että DAI-rajapinta on täysin laitepohjainen. Rajapinta on kuviossa 2 merkitty viivalla B - B. Näin ollen mitään erityistä testikonfiguraatiota ei tarvitse tehdä radiopuhelimessa reittien 1 - 4 toteuttamiseksi. Prosessoriin ei myöskään tarvitse ladata mitään testiohjelmaa testausta varten. DAI-järjestelyä varten tarvitaan vain mainitut kaksi käskyä. Kun DAI-lohkon kautta annetaan JCDX-rekisteriä 13 koskeva käsky, DSPC16C-yksikön laitteistokonfiguraatio muutetaan kuviossa 2 esitettyjen testireittien muodostamiseksi.

Kuviossa 3 on yksityiskohtaisemmin esitetty DAI-lohkon 14 rakennetta. Kuviossa on vasemmalla puolella esitetty DAI-rajapinta B-B, jonka kautta MS viiden johtimen kautta liittyy SS:iin. Vastaavasti oikealla puolella on esitetty

rajapinta A - A (myös kuviossa 2), jonka kautta DAI-lohko liittyy DSP-prosessorin JTAG-datakoodekkirekisteriin (JCDX) 13. DAI-lohkossa 14 on ohjauslohko CONTROL, joka ohjaa tiedon siirtoa kuviossa vasemmalla puolella olevien SS-datarekisterien ja oikealla puolella olevien JTAG-datarekisterien välillä. Tiedon siirtoa ohjataan kellolinjoilla 'SS clock' ja TCK. Kuviossa 3 ylimpänä nähdään vasemmalta järjestelmäsimulaattorista tulevat ohjauslinjat 'test cont 1' ja 'test cont 2', joiden avulla SS voi ohjata DAI-lohkoa, ja siten myös JTAG-rekisteriä 13, eri tiloihin lohkon 'Select instruction' kautta. Muilta osilta kuvion 3 lohkokaavion merkinnät ovat alan ammattilaiselle sinänsä selviä.

Patenttivaatimukset

1. GSM-laitteessa digitaalinen audiorajapinta (DAI), jonka avulla järjestelmäsimulaattoriin on liitettävä laitteen puhedekooderin (101) lähtösignaali, laitteen akustisesta tulosta (102) tuleva signaali analogia/digitaali-muunnoksen (103) jälkeen, sekä järjestelmäsimulaattorista puhesignaali laitteen puhekooderille (104) ja digitaali/analogia-muuntimelle (105), jolloin puhekooderi (104), puhedekooderi (101), digitaali/analogiamuunnin (105) ja analogia/digitaalimuunnin (103) sekä niiden väliset rajapinnat (106, 107) on toteutettu digitaalisen signaaliprosessorin (11) ja koodekin (12) piiriyksikkönä, **tunnettu** siitä, että, signaaliprosessoriin (11) lisäksi on järjestetty koodekkidatarekisteri (11a), joka toimii signaaliprosessorin ja koodekin (12) välisenä rajapintana, ja JTAG-koodekkidatarekisteri (13) koodekkidatarekisterin (11a) ja testidatatulon (TDI) ja -lähdön (TDO) välissä, jolloin testidatatulo ja -lähtö (TDI, TDO) digitaalisen audiorajapintalohkon (14) kautta liittyvät järjestelmäsimulaattoriin (SS).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen digitaalinen audiorajapinta, **tunnettu** siitä, että signaaliprosessorin (11) käskykantaan on lisätty käskyt, joilla määritellään JTAG-koodekkidatarekisterin (JCDX) datan lukemis- ja kirjoitussuunnat (1, 2, 3, 4).

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen digitaalinen audiorajapinta, **tunnettu** siitä, että mainitut käskyt voidaan antaa järjestelmäsimulaattorista (SS) JTAG-koodekkidatarekisterin (13) kautta.

Patentkrav

1. Digitalt audiogränssnitt (DAI) för en GSM-anordning, medelst vilket gränssnitt till systemsimulatorn kan anslutas utgångssignalen från anordningens taldekoder (101), signalen från anordningens akustiska ingång (102) efter analog/digital-omvandling (103), samt från systemsimulatorn talsignalen till anordningens talkodare (104) och digital/analog-omvandlare (105), varvid talkodaren (104), taldekodern (101), digital/analog-omvandlaren (105) och analog/digital-omvandlaren (103) samt gränssnitten (106, 107) mellan dessa är realiserade såsom en kretsenhet omfattande en digital signalprocessor (11) och en kodek (12), **kännetecknat** av att i signalprocessorn (11) därtill anordnats ett kodekdataregister (11a) som fungerar såsom gränssnitt mellan signalprosessorn och kodeken (12), och ett JTAG-kodekdataregister (13) mellan kodekdataregistret (11a) och testdataingången resp. -utgången (TDI, TDO), varvid testdataingången och -utgången (TDI, TDO) via ett audiogränssnittsblock (14) är anslutna till systemsimulatorn (SS).

2. Digitalt audiogränssnitt enligt patentkravet 1, **kännetecknat** av att till signalprocessorns (11) befallningstam adderas befallningar medelst vilka bestäms datalås- och -skrivriktningarna (1, 2, 3, 4) för JTAG-kodekdataregistret (JCDX).

3. Digitalt audiogränssnitt enligt patentkravet 2, **kännetecknat** av att nämnda befallningar kan ges utgående från systemsimulatorn (SS) via JTAG-kodekdataregistret (13).

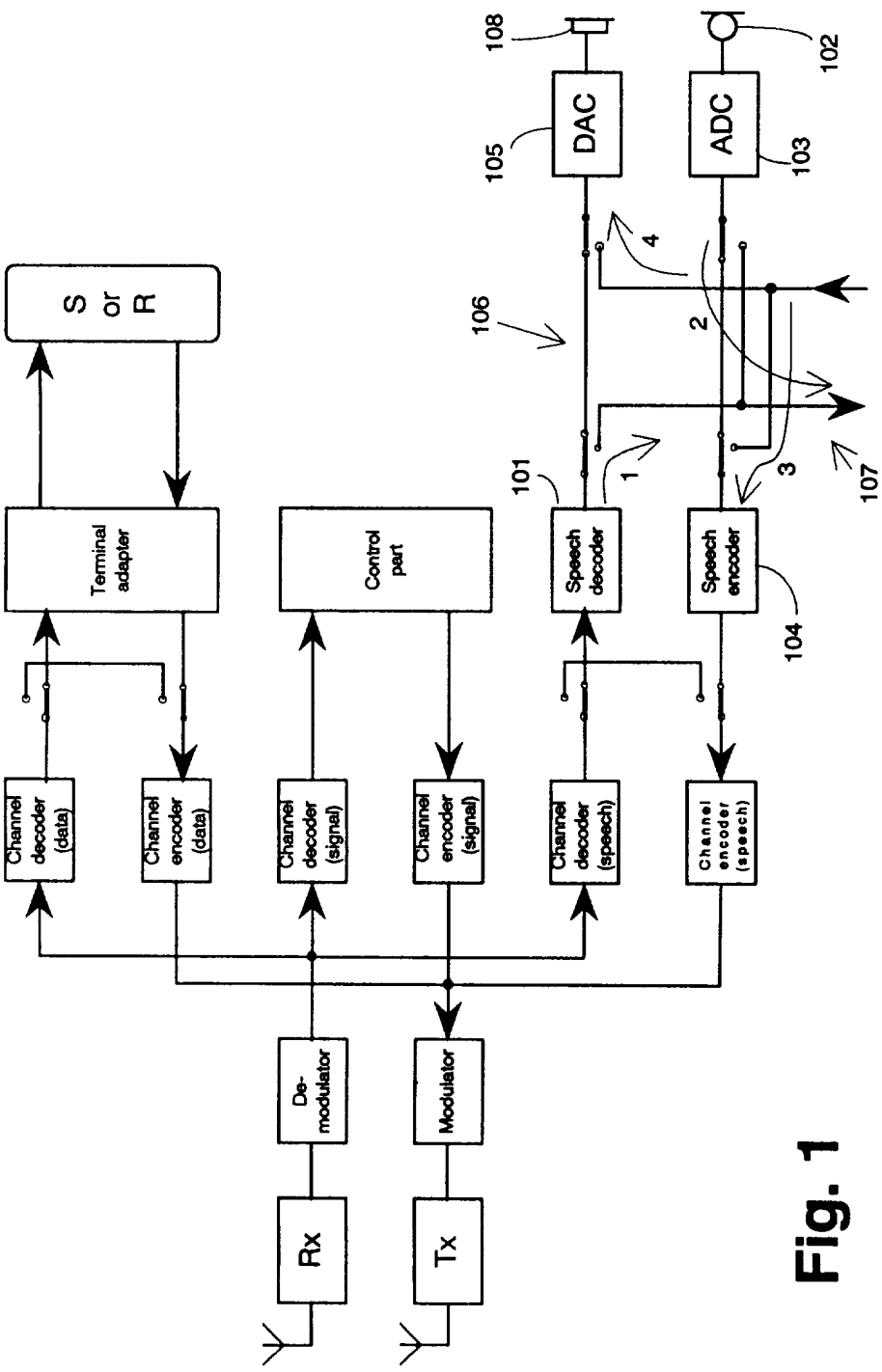

S or R
Terminal adapter
Control part
Channel decoder (data)
Channel encoder (data)
Channel decoder (signal)
Channel encoder (signal)
Channel decoder (speech)
Channel encoder (speech)
De-modulator
Modulator
Rx
Tx
Speech decoder
Speech encoder
DAC
ADC
101
102
103
104
105
106
107
108
1
2
3
4

Fig. 1

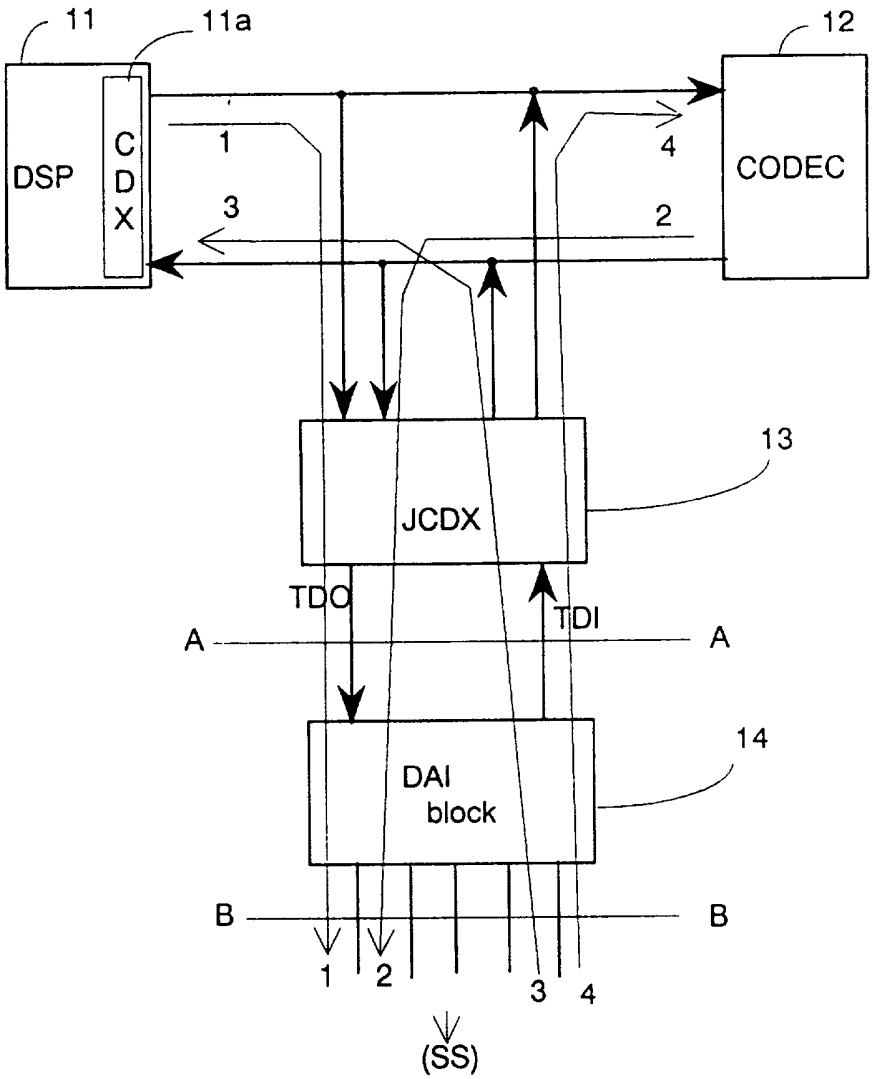

11
11a
12
DSP
C
D
X
CODEC
1
2
3
4
13
JCDX
TDO
TDI
A
A
14
DAI
block
B
B
1
2
3
4
(SS)

Fig. 2

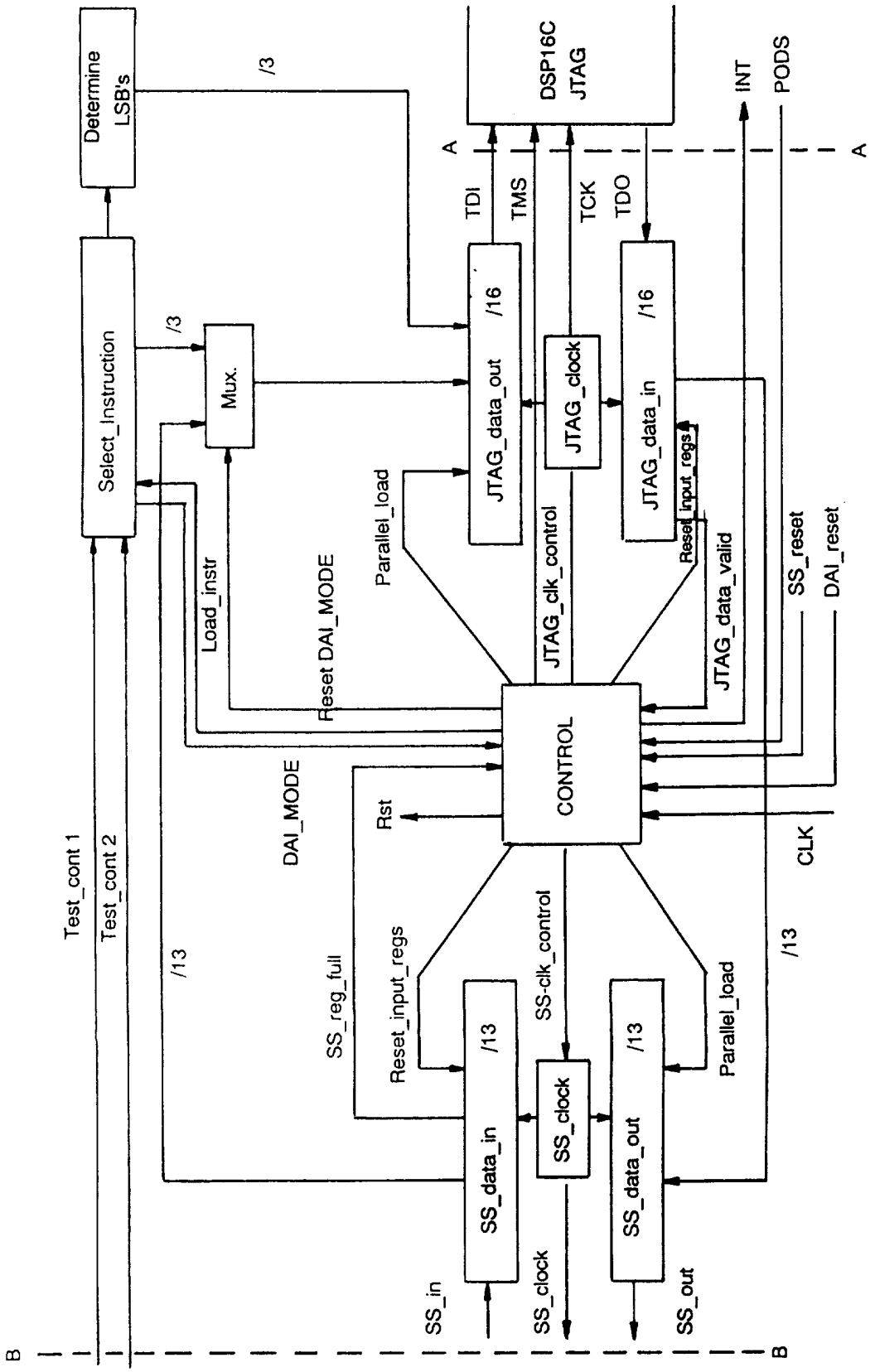

Determine LSB's
/3
DSP16C JTAG
A
INT
PODS
Select_Instruction
/3
Mux.
TDI
TMS
TCK
TDO
JTAG_data_out
/16
JTAG_clock
JTAG_data_in
/16
Reset_input_regs
Parallel_load
JTAG_clk_control
JTAG_data_valid
SS_reset
DAI_reset
Load_instr
Reset DAI_MODE
CONTROL
DAI_MODE
Rst
CLK
Test_cont 1
Test_cont 2
/13
SS_reg_full
Reset_input_regs
SS-clk_control
/13
Parallel_load
/13
SS_data_in
SS_clock
SS_data_out
SS_in
SS_clock
SS_out
B
B

Fig. 3