

DEPURACIÓN DEL BUS SERIE UNIVERSAL (USB) INTEGRADA (EUD) PARA LA DEPURACIÓN MULTI-INTERFAZ EN LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS

SOLICITUD DE PRIORIDAD

[0001] La presente solicitud reivindica la prioridad en la Solicitud de patente U.S. Serie No. 14/527.873, presentada el 30 de octubre de 2014, y titulada “*EMBEDDED UNIVERSAL SERIAL BUS (USB) DEBUG (EUD) FOR MULTI-INTERFACED DEBUGGING EN ELECTRONIC SYSTEMS*” que se incorpora en la presente como referencia en su totalidad.

ANTECEDENTES

I. Campo de la descripción

[0002] La tecnología de la descripción se refiere generalmente a la depuración de un sistema electrónico.

II. Antecedentes

[0003] Los dispositivos de computación móviles se han vuelto comunes en la sociedad moderna. La prevalencia de los dispositivos de computación móviles se puede atribuir a las muchas funciones que están habilitadas dentro de tales dispositivos de computación. Los circuitos integrados (IC) cada vez más complejos han sido diseñados y fabricados para proporcionar una funcionalidad cada vez mayor en los dispositivos de computación móviles. En algunos casos, todo un sistema de un dispositivo de computación móvil está integrado en un único CI conocido como sistema-en-chip (SOC). En algunos otros casos, el sistema entero del dispositivo de computación móvil está soportado por múltiples CI que se empaquetan en un módulo integrado conocido como sistema en paquete (SIP).

[0004] Los IC y los dispositivos de computación móviles se prueban y depuran repetidamente durante diferentes fases de sus respectivos ciclos de vida de desarrollo en un esfuerzo por detectar y eliminar posibles errores antes de liberar los dispositivos de computación móviles a los clientes. Mientras que la prueba es un proceso para detectar errores sospechosos bajo condiciones específicas, la depuración es un proceso usado para investigar las causas exactas de los errores sospechados. Un enfoque de depuración de facto implica el análisis de registros de ejecución obtenidos bajo diversas condiciones de prueba de un dispositivo bajo prueba (DUT). En el caso de la depuración de los dispositivos de computación móviles y los IC en él, a menudo se emplean metodologías y herramientas de depuración establecidas, tales como

registro de grupo de acción de prueba conjunta (JTAG), depuración de cable serial (SWD), rastreo del sistema y registro asíncrono universal de receptor /transmisor (UART). Cada una de estas metodologías de depuración está específicamente diseñada para capturar registros de ejecución bajo condiciones específicas de un circuito, componente y/o bloque funcional específico en el DUT.

[0005] A medida que la complejidad de los dispositivos de computación móviles continúa aumentando y el tamaño de los IC continúa disminuyendo, las pruebas y depuración se vuelven más engorrosas y consumen más tiempo. En consecuencia, los diseñadores y desarrolladores de dispositivos de computación móviles requieren mejores herramientas de prueba y depuración.

SÍNTESIS DE LA DESCRIPCIÓN

[0006] Los aspectos descritos en la descripción detallada incluyen la depuración del bus serie universal (USB) integrada (EUD) para la depuración de múltiples interfaces en sistemas electrónicos. Los sistemas electrónicos, como los dispositivos de computación móviles, contienen circuitos integrados complejos (IC) que requieren pruebas y depuración extensas para garantizar una buena calidad y rendimiento. En aspectos ejemplares, se proporciona un EUD en un sistema electrónico. El EUD está configurado para proporcionar información de control y/o recolectar información de depuración de múltiples interfaces de depuración interna (por ejemplo, Grupo de acción de prueba conjunta (JTAG), depuración de cable serial (SWD), rastreo del sistema, receptor/transmisor asíncrono universal (UART), etc) en el sistema electrónico. La EUD convierte la información de depuración en un formato USB para que se pueda acceder a la información de depuración en forma externa a través de una interfaz USB proporcionada por el sistema electrónico. Un ejemplo de atributo de la EUD es que puede proporcionar un control no invasivo del sistema electrónico. El sistema electrónico aún es capaz de utilizar un puerto USB para las comunicaciones en un modo de misión mientras la EUD está habilitada. Además, el sistema electrónico todavía puede encender o apagar todos los relojes del sistema y la transición hacia y desde un modo de ahorro de energía, mientras que la EUD continúa funcionando. Al proporcionar la EUD en el sistema electrónico para que la información de depuración con múltiples interfaces sea accesible externamente a través de la interfaz USB, sin afectar el comportamiento normal del sistema electrónico, la prueba y la depuración se pueden realizar más fácil y de manera eficaz sin requerir múltiples interfaces de conexión del sistema electrónico.

[0007] De esta manera, en un aspecto, se proporciona una EUD integrada en un

sistema electrónico. La EUD comprende un concentrador de USB. El concentrador de USB comprende al menos una interfaz corriente arriba. Al menos una interfaz corriente arriba se acopla a una PHY USB en el sistema electrónico. El concentrador de USB también comprende una pluralidad de interfaces corriente abajo acopladas comunicativamente a al menos una interfaz corriente arriba. La EUD también comprende un periférico de depuración acoplado a una de la pluralidad de interfaces corriente abajo. El periférico de depuración está configurado para intercambiar paquetes de datos con formato USB con el concentrador de USB a través de una de la pluralidad de interfaces corriente abajo. El periférico de depuración se acopla comunicativamente a al menos una función de depuración entre una pluralidad de funciones de depuración en el sistema electrónico para recibir información de depuración de al menos una función de depuración. El periférico de depuración está configurado para convertir la información de depuración recibida de al menos una función de depuración en los paquetes de datos con formato USB provistos al concentrador de USB. El concentrador de USB está configurado para proporcionar los paquetes de datos con formato USB a la PHY USB a través de al menos una interfaz corriente arriba.

[0008] En otro aspecto, se proporciona un método para habilitar un proceso de depuración en un sistema electrónico usando una EUD. El método comprende conectar el sistema electrónico a un puerto USB. El método también comprende detectar la presencia del puerto USB por la EUD. El método también comprende detectar si el proceso de depuración está permitido en el sistema electrónico por la EUD. El método también comprende recibir al menos una configuración de la EUD del puerto USB. El método también comprende recibir al menos un comando de depuración por la EUD del puerto USB. El método también comprende recolectar la información de depuración de acuerdo con al menos un comando de depuración.

[0009] En otro aspecto, se proporciona un sistema de prueba basado en EUD. El sistema de prueba basado en EUD comprende un puerto USB, que comprende la interfaz del puerto USB. El sistema de prueba basado en EUD también comprende un sistema electrónico. El sistema electrónico comprende una PHY USB acoplada a la interfaz del puerto USB a través de un cable USB. El sistema electrónico también comprende una EUD. La EUD comprende un concentrador de USB. El concentrador de USB comprende al menos una interfaz corriente arriba. El concentrador de USB también comprende al menos una primera interfaz corriente abajo acoplada comunicativamente a al menos una interfaz corriente arriba. El concentrador de USB

también comprende una pluralidad de segundas interfaces corriente abajo acopladas comunicativamente a al menos una interfaz corriente arriba. La EUD también comprende al menos un periférico de depuración acoplado a al menos una de la pluralidad de segundas interfaces corriente abajo. La EUD también comprende un conmutador de desconexión acoplado a al menos una primera interfaz corriente abajo. La EUD también comprende a conmutador de derivación. El conmutador de derivación comprende un cable conductor. El conmutador de derivación también comprende un primer conmutador de derivación configurado para conectar alternadamente a al menos una interfaz corriente arriba y el cable conductor. El conmutador de derivación también comprende un segundo conmutador de derivación configurado para conectar alternadamente un cable conductor y el conmutador de desconexión. La EUD también comprende una fuente de alimentación EUD acoplada a la PHY USB. La EUD también comprende un oscilador de EUD acoplado a la PHY USB. El sistema electrónico también comprende al menos una de las funciones de depuración acopladas a al menos un periférico de depuración. El sistema electrónico también comprende un controlador del USB acoplado al segundo conmutador de derivación.

[0010] En otro aspecto, se proporciona una EUD en un sistema electrónico. La EUD comprende un concentrador de USB. El concentrador de USB comprende al menos una interfaz corriente arriba. Al menos una interfaz corriente arriba es para acoplarse a una PHY USB en el sistema electrónico. El concentrador de USB también comprende una pluralidad de interfaces corriente abajo acopladas comunicativamente a al menos una interfaz corriente arriba. La EUD también comprende al menos un periférico de depuración acoplado a al menos una de la pluralidad de interfaces corriente abajo. Al menos un periférico de depuración está configurado para intercambiar paquetes de datos con formato USB con el concentrador de USB a través de al menos una de la pluralidad de interfaces corriente abajo. Al menos un periférico de depuración se acopla comunicativamente a al menos una función de depuración entre una pluralidad de funciones de depuración en el sistema electrónico para enviar la información de control a y/o para recibir información de depuración de al menos una función de depuración. Al menos un periférico de depuración está configurado para convertir la información de depuración recibida de al menos una función de depuración en los paquetes de datos con formato USB para proporcionar al concentrador de USB. Al menos un periférico de depuración está configurado para controlar el sistema electrónico. El concentrador de USB está configurado para proporcionar los paquetes de datos con formato USB a la PHY USB a través de la al menos una interfaz corriente

arriba.

[0011] En otro aspecto, se proporciona una EUD en un sistema electrónico. El medio comprende un medio para conectar el sistema electrónico a un puerto USB. El medio también comprende detectar la presencia del puerto USB mediante la EUD. El medio también comprende detectar si el proceso de depuración está permitido en el sistema electrónico por la EUD. El medio también comprende recibir al menos una configuración de la EUD por la EUD del puerto USB. El medio también comprende recibir al menos un comando de depuración por la EUD del puerto USB. El medio también comprende recolectar información de depuración de acuerdo con al menos un comando de depuración.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0012] La Figura 1 es un diagrama de bloques de una configuración convencional de un sistema de depuración para probar y depurar un sistema electrónico que puede beneficiarse de los aspectos ilustrativos de la presente descripción;

[0013] La Figura 2 es un diagrama esquemático de un ejemplo de depuración del bus serie universal (USB) integrada (EUD) configurada para enviar información de control o recolectar información de depuración de al menos una función de depuración dentro de un sistema electrónico y convertir la información de depuración en paquetes de datos con formato USB a los que se puede acceder externamente a través de una interfaz USB;

[0014] La Figura 3 es un diagrama esquemático de un ejemplo de sistema de prueba basado en EUD configurada para enviar información de control o recolectar información de depuración de múltiples funciones de depuración dentro de un sistema electrónico, de este modo se proporciona información de depuración de múltiples interfaces a un puerto USB de acuerdo con ejemplos de aspectos de la presente descripción;

[0015] La Figura 4 es un diagrama esquemático de un ejemplo de sistema de prueba basado en EUD donde una EUD está configurada en virtud de un conmutador de derivación para habilitar un modo de depuración en un sistema electrónico mientras que el sistema electrónico se desconecta de un puerto USB en virtud de un conmutador de desconexión;

[0016] La Figura 5 es un diagrama esquemático de un ejemplo de sistema de prueba basado en EUD donde una EUD está configurada en virtud de un conmutador de derivación para habilitar un modo de depuración en un sistema electrónico mientras que el sistema electrónico se conecta a un puerto USB en virtud de un conmutador de

desconexión;

[0017] La Figura 6 es un diagrama esquemático de un ejemplo de sistema de prueba basado en EUD donde una EUD está configurada en virtud de un conmutador de derivación para habilitar un modo de misión en un sistema electrónico;

[0018] La Figura 7 es un diagrama esquemático de un ejemplo de sistema electrónico que comprende un sistema electrónico primario y al menos un sistema electrónico secundario, donde se puede intercambiar información de control y/o información de depuración de múltiples interfaces con al menos un sistema electrónico secundario a través de una EUD en el sistema electrónico primario;

[0019] La Figura 8 es un diagrama esquemático de un ejemplo de sistema electrónico que comprende el sistema electrónico primario de La Figura 7 y al menos un sistema electrónico secundario, donde la información de control y/o de depuración de múltiples interfaces se puede intercambiar con al menos un sistema electrónico secundario a través de una de una pluralidad de periféricos de depuración en el sistema electrónico primario;

[0020] La Figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de Proceso de puesta en marcha para habilitar un proceso de depuración en el sistema electrónico de la Figura 3 usando una EUD; y

[0021] La Figura 10 es un diagrama de bloque de un ejemplo de sistema con base en el procesador que puede incluir el ejemplo de EUD de la Figura 2.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0022] Con referencia a las figuras de los dibujos, se describen varios aspectos ejemplificativos de la presente descripción. La palabra "ejemplificativo" se usa en la presente para significar "que sirve como ejemplo, instancia o ilustración". Cualquier aspecto descrito en la presente como "ejemplar" no se debe interpretar necesariamente como preferente o ventajoso respecto de otros aspectos.

[0023] Los aspectos descritos en la descripción detallada incluyen la depuración del bus serie universal (USB) integrada (EUD) para la depuración multi-interfaz en los sistemas electrónicos. Los sistemas electrónicos, tales como dispositivos de computación móviles contienen circuitos integrados completos (ICs) que requieren pruebas y depuración extensas para garantizar una buena calidad y rendimiento. En aspectos ejemplificativos, se proporciona una EUD en un sistema electrónico. La EUD está configurado para proporcionar información de control y/o recolectar información de depuración de múltiples interfaces de depuración interna (por ejemplo, grupo de acción de prueba conjunta (JTAG), depuración de cable serial (SWD), rastreo del

sistema, receptor/transmisor asíncrono universal (UART), etc) en el sistema electrónico. La EUD convierte la información de depuración en un formato USB para que se pueda acceder a la información de depuración en forma externa a través de una interfaz USB proporcionada por el sistema electrónico. Un atributo clave de la EUD es que puede proporcionar un control no invasivo del sistema electrónico. El sistema electrónico aún es capaz de utilizar un puerto USB para las comunicaciones en un modo de misión mientras la EUD está habilitada. Además, el sistema electrónico todavía puede encender o apagar todos los relojes del sistema y la transición hacia y desde un modo de ahorro de energía, mientras que la EUD continúa funcionando. Al proporcionar la EUD en el sistema electrónico para que la información de depuración con múltiples interfaces sea accesible externamente a través de la interfaz USB, sin afectar el comportamiento normal del sistema electrónico, la prueba y la depuración se pueden realizar más fácil y de manera eficaz sin requerir múltiples interfaces de conexión del sistema electrónico.

[0024] Antes de discutir aspectos de una EUD que incluyen aspectos específicos de la presente descripción, se proporciona una breve descripción general de un enfoque convencional para probar y depurar un sistema electrónico que puede beneficiarse de aspectos ejemplificativos de la presente descripción con referencia a la Figura 1. La discusión de aspectos ejemplificativos específicos de la EUD comienza a continuación con referencia a la Figura 2.

[0025] La Figura 1 es un diagrama de bloques de una configuración convencional de un sistema de depuración 10 para probar y depurar un sistema electrónico 12. El sistema electrónico 12, que puede ser un dispositivo de computación móvil, por ejemplo, contiene uno o más IC, entre otros componentes. Debido a que el sistema electrónico 12 tiene un diseño tan complejo y una funcionalidad distintiva, ninguna de las herramientas de prueba y depuración establecidas (por ejemplo, JTAG, SWD, rastreo del sistema, UART, etc.) es capaz de producir información de depuración para todos los circuitos, componentes, y/o bloques funcionales en el sistema electrónico 12. Muchas veces, se deben usar múltiples herramientas de prueba y depuración de manera colaborativa para probar todos los aspectos del sistema electrónico 12 que está bajo examen. Debido a que cada una de las herramientas de prueba y depuración se basa en una interfaz de conexión predefinida respectiva para la comunicación, el sistema electrónico 12 debe estar configurado para proporcionar una pluralidad de interfaces de conexión requeridas por las herramientas de prueba y depuración. Por ejemplo, el sistema electrónico 12 puede estar configurado para proporcionar una

primera interfaz JTAG 14 y una primera interfaz UART 16 para la depuración JTAG y el registro UART, respectivamente.

[0026] Una computadora personal (PC) 18, que comprende una primera interfaz USB 20, se proporciona en el sistema de depuración 10 como un servidor de control. El sistema de depuración 10 también incluye un módulo de interfaz de depuración 22 (por ejemplo, una llave inteligente o paca de pruebas). El módulo de interfaz de depuración 22 comprende una segunda interfaz USB 24, una segunda interfaz JTAG 26, y una segunda interfaz UART 28. La segunda interfaz USB 24 en el módulo de interfaz de depuración 22 se acopla a la primera interfaz USB 20 en el PC 18 por un cable USB 30. La segunda interfaz JTAG 26 en el módulo de interfaz de depuración 22 se acopla a la primera interfaz JTAG 14 en el sistema electrónico 12 a través de un cable de conexión JTAG estándar 32. La segunda interfaz UART 28 en el módulo de interfaz de depuración 22 se acopla a la primera interfaz UART 16 en el sistema electrónico 12 a través de un cable de conexión UART estándar 34. La PC 18 está configurada para ejecutar un conjunto predefinido de procedimientos de prueba. El conjunto predefinido de procedimientos de prueba se puede ejecutar localmente en la PC 18, de forma remota en el sistema electrónico 12, o de forma interactiva entre la PC 18 y el sistema electrónico 12. El módulo de interfaz de depuración 22 está configurado para recibir la información de depuración a través de la segunda interfaz JTAG 26 y la segunda interfaz UART 28 mientras que se ejecuta el conjunto predefinido de procedimientos de prueba. El módulo de interfaz de depuración 22 convierte la información de depuración recibida de la segunda interfaz JTAG 26 y la segunda interfaz UART 28 en la información de depuración USB. El módulo de interfaz de depuración 22 luego proporciona la información de depuración USB a la PC 18 a través del cable USB 30. La PC 18, a su vez, procesa la información de depuración USB y se presenta en una variedad de medios de salida (no mostrados), tal como un monitor de computadora, una impresora o un medio de almacenamiento de datos.

[0027] Es evidente que para que el sistema de depuración 10 funcione, el sistema electrónico 12 se debe configurar para proporcionar la primera interfaz JTAG 14, la primera interfaz UART 16 y otras interfaces de conexión requeridas por las respectivas herramientas de prueba y depuración. Sin embargo, se han eliminado muchas interfaces de conexión requeridas por diversas herramientas de prueba y depuración del sistema electrónico 12 debido a la complejidad del diseño, el impacto de los costos y la limitación de espacio. Como resultado, la prueba y depuración del sistema electrónico 12 se han vuelto más difíciles y requieren mucho tiempo.

[0028] En este aspecto, la Figura 2 es un diagrama esquemático de un ejemplo de EUD 36 configurada para recolectar la información de depuración de al menos una función de depuración dentro de un sistema electrónico 38 y convertir la información de depuración en los paquetes de datos con formato USB (no mostrados) a los que se puede acceder externamente a través de una capa física USB (PHY) 40. En un ejemplo no limitante, la PHY USB 40 está configurada para proporcionar una interfaz de alta velocidad de USB y/o una interfaz de súper velocidad de USB. La EUD 36 comprende un concentrador de USB 42, que además comprende al menos una interfaz corriente arriba 44 y una pluralidad de interfaces corriente abajo 46(1)-46(N). En otro ejemplo no limitativo, la interfaz corriente arriba 44 y la pluralidad de interfaces corriente abajo 46(1)-46(N) soportan funcionalidades del puerto corriente arriba USB estándar y puerto corriente abajo, respectivamente. La interfaz corriente arriba 44 se acopla a la PHY USB 40 a través de un enlace de conectividad 48. La pluralidad de interfaces corriente abajo 46(1)-46(N) se acopla comunicativamente a la interfaz corriente arriba 44 de modo que los paquetes de datos con formato USB se pueden intercambiar entre la interfaz corriente arriba 44 y la pluralidad de interfaces corriente abajo 46(1)-46(N). La EUD 36 también comprende una pluralidad de periféricos de depuración 50(1)-50(M), donde M es mayor o igual a uno (1), acoplada comunicativamente a la pluralidad de interfaces corriente abajo 46(1)-46(N). La EUD 36 puede tener solo un periférico de depuración 50 cuando M equivale a 1. En este aspecto, la pluralidad de periféricos de depuración 50(1)-50(M) también se puede tratar como al menos un periférico de depuración 50. En un ejemplo no limitativo, la EUD 36 está configurada para tener más interfaces corriente abajo 46(1)-46(N) que los periféricos de depuración 50(1)-50(M), de este modo se permite que al menos una interfaz corriente abajo 46 entre la pluralidad de interfaces corriente abajo 46(1)-46(N) sea configurada para el uso relacionado de la no depuración.

[0029] Con referencia continua a la Figura 2, el sistema electrónico 38 comprende una pluralidad de funciones de depuración 52(1)-52(M) respectivamente acopladas a la pluralidad de periféricos de depuración 50(1)-50(M) en la EUD 36. Cada una de la pluralidad de funciones de depuración 52(1)-52(M) está configurada para enviar información de control, y/o recolectar información de depuración específica de, bloques funcionales específicos (por ejemplo, ICs, componentes de hardware y/o funciones de software) en el sistema electrónico 38. En un ejemplo no limitativo, una primera función de depuración (por ejemplo 52(1)) está configurada para ser una función de depuración del JTAG y recolectar información de depuración del JTAG, una

segunda función de depuración (por ejemplo, 52(2)) está configurada para ser una función de depuración SWD y recolectar información de depuración SWD, una tercera función de depuración (por ejemplo 52(3)) está configurada para ser una función de depuración de rastreo del sistema y recolectar rastreo del sistema (por ejemplo, trace32) información de depuración, una cuarta función de depuración está configurada para ser una función de depuración UART y recolectar información de depuración UART, una quinta función de depuración está configurada para ser una función de función de depuración de puerto de comunicación (COM) y recolectar información de depuración del puerto de COM, y similares. Cada una de la pluralidad de periféricos de depuración 50(1)-50(M) recibe la información de depuración de una contraparte entre la pluralidad de funciones de depuración 52(1)-52(M). La pluralidad de periféricos de depuración 50(1)-50(M) a su vez convierte la información de depuración en los paquetes de datos con formato USB y proporciona los paquetes de datos con formato USB a las contrapartes entre la pluralidad de interfaces corriente abajo 46(1)-46(N). La interfaz corriente arriba 44 recibe los paquetes de datos con formato USB de la pluralidad de interfaces corriente abajo 46(1)-46(N) y proporciona los paquetes de datos con formato USB a la PHY USB 40 para la accesibilidad externa. En este aspecto, el concentrador de USB 42 está configurado para reunir la información de depuración de múltiples interfaces de la pluralidad de interfaces corriente abajo 46(1)-46(N) y proporcionar la información de depuración de múltiples interfaces a la PHY USB 40. Al proporcionar la EUD 36 dentro de los sistemas electrónicos 38, es posible para un servidor externo, tal como la PC 18 de la Figura 1, obtener de forma convencional la información de depuración de múltiples interfaces del sistema electrónico 38 a través de la PHY USB 40. En consecuencia, el sistema electrónico 38 proporciona la PHY USB 40 al servidor externo, en oposición a tener que soporta múltiples interfaces de conexión como el sistema electrónico 12 del sistema de depuración 10 de la Figura 1.

[0030] En este aspecto, la Figura 3 es un diagrama esquemático de un ejemplo de sistema de prueba basado en EUD 60 configurado para enviar y/o recolectar información de depuración de múltiples interfaces en un sistema electrónico 62 y proporcionar la información de depuración de múltiples interfaces a un puerto USB 64 de acuerdo con aspectos ejemplificativos de la presente descripción. Elementos comunes entre La Figura 2 y La Figura 3 se muestran con números de elementos comunes, y por lo tanto no describirán de Nuevo en la presente. El puerto USB 64 se acopla a la PHY USB 40, que habilita una interfaz USB (no mostrada), por un cable

USB 66. De modo similar la PC 18 de la Figura 1, el puerto USB 64 configura el sistema de prueba basado en EUD 60, ejecuta el conjunto predefinido de procedimientos de prueba, recolecta la información de depuración de múltiples interfaces a través del cable USB 66, y proporciona la información de depuración de múltiples interfaces a la variedad de medios de salida (no mostrados), tal como un monitor de computadora, una impresora o un medio de almacenamiento de datos. En un ejemplo no limitativo, el puerto USB 64 habilita al medio para conectar el sistema electrónico 62 al puerto USB 64.

[0031] El sistema electrónico 62 comprende la PHY USB 40, una EUD 36(1), y un controlador del USB 68. La EUD 36(1) comprende un concentrador de USB 42(1). En un ejemplo no limitativo, la PHY USB 40 habilita el medio para detectar la presencia del puerto USB 64 por medio de la EUD 36(1). Por consiguiente, la EUD 36(1) habilita el medio para detectar si un proceso de depuración está permitido en el sistema electrónico 62, el medio para recibir al menos una configuración de la EUD del puerto USB 64, el medio para recibir al menos un comando de depuración del puerto USB 64, y el medio para recolectar información de depuración de acuerdo con al menos un comando de depuración. El concentrador de USB 42(1) comprende la interfaz corriente arriba 44, al menos una primera interfaz corriente abajo 70, y una pluralidad de segundas interfaces corriente abajo 72(1)-72(N). Cabe señalar que la primera interfaz corriente abajo 70 y la pluralidad de segundas interfaces corriente abajo 72(1)-72(N) son las mismas interfaces corriente abajo USB, denominadas de forma diferente solo por conveniencia de referencia en la presente descripción. Antes de añadir la EUD 36(1) en el sistema electrónico 62, el controlador del USB 68 se acopla directamente a la PHY USB 40 para proporcionar conexión USB para el sistema electrónico 62. Después de añadir la EUD 36(1) en el sistema electrónico 62, el concentrador de USB 42(1) o el controlador del USB 68 se puede acoplar a la PHY USB 40 para proporcionar la conexión USB para el sistema electrónico 62. Como se discutirá a continuación en las Figuras 4-6, la EUD 36(1) se puede configurar para operar en un modo de depuración o un modo de misión mediante el cambio de las configuraciones de conectividad entre la PHY USB 40, el concentrador de USB 42(1), y/o el controlador del USB 68. Además, es posible colocar el sistema electrónico 62 en un modo de ahorro de energía durante el modo de depuración. Cuando el sistema electrónico 62 se coloca en el modo de ahorro de energía, se dice que el sistema electrónico 62 está en un modo de retención incluso si la EUD 36(1) permanece en el modo de depuración o el modo de misión.

[0032] Con referencia continua a la Figura 3, para cambiar dinámicamente las configuraciones de conectividad entre la PHY USB 40, el concentrador de USB 42(1), y/o el controlador del USB 68, un conmutador de derivación 74 y un conmutador de desconexión 76 se proporcionan en la EUD 36(1). El conmutador de derivación 74 comprende un primer conmutador de derivación 78, un segundo conmutador de derivación 80, y un cable conductor 82. En un ejemplo no limitativo, el primer conmutador de derivación 78 y el segundo conmutador de derivación 80 son ambos conmutadores de tres vías; y el conmutador de desconexión 76 es un conmutador de apertura-cierre de dos vías. En otro ejemplo no limitativo, el conmutador de desconexión 76 se proporciona como un conmutador de apertura-cierre de dos vías basado en software o un conmutador de apertura-cierre de dos vías basado en hardware que se puede integrar con la primera interfaz corriente abajo 70. El primer conmutador de derivación 78 se acopla a la PHY USB 40 y se configura para alternar entre la interfaz corriente arriba 44 de la EUD 36(1) y el cable conductor 82. Cuando el primer conmutador de derivación 78 se conecta a la interfaz corriente arriba 44 de la EUD 36(1), la interfaz corriente arriba 44 luego se acopla a la PHY USB 40. Si el primer conmutador de derivación 78 se conecta al cable conductor 82, la interfaz corriente arriba 44 luego se desacopla de la PHY USB 40. El conmutador de desconexión 76 se acopla a la primera interfaz corriente abajo 70 de la EUD 36(1). El segundo conmutador de derivación 80 se acopla al controlador del USB 68 y configurada para alternar entre el cable conductor 82 y el conmutador de desconexión 76. Cuando el segundo conmutador de derivación 80 se conecta al conmutador de desconexión 76 y el conmutador de desconexión 76 se cierra, el controlador del USB 68 luego se acopla a la primera interfaz corriente abajo 70 de la EUD 36(1). En contraste, si el conmutador de desconexión 76 está abierto, el controlador del USB 68 se desacopla de la primera interfaz corriente abajo 70 en la EUD 36(1).

[0033] Con referencia continua a la Figura 3, en un ejemplo no limitativo, al menos un periférico de depuración (por ejemplo, 50(1)) entre la pluralidad de periféricos de depuración 50(1)-50(M) está configurado también para ser un periférico de control de la depuración 84. El periférico de control de la depuración 84 está configurado para habilitar selectivamente o inhabilitar selectivamente un periférico de depuración entre la pluralidad de periféricos de depuración 50(1)-50(M). El periférico de control de la depuración 84 también está configurado para habilitar o inhabilitar el cargo para el sistema electrónico 62 cuando el concentrador de USB 42(1) detecta el puerto USB 64. En un ejemplo no limitativo, el concentrador de USB 42(1) detecta el puerto USB

64 mediante la detección del puerto USB 64 o a través de la recepción de una notificación del puerto USB 64. El periférico de control de la depuración 84 también está configurado para el inicio o ciclo de encendido del sistema electrónico 62. En un ejemplo no limitativo, el periférico de control de la depuración 84 también está configurado para realizar el reinicio del chip, o configurar el sistema electrónico 62 para descargar una nueva imagen. Al menos un periférico de depuración (por ejemplo, 50(2)) entre la pluralidad de periféricos de depuración 50(1)-50(M) se pueden configurar para detener o procesadores de un solo paso, modificar registros o memoria, o enviar mensajes a procesos de software. La EUD 36(1) también comprende una fuente de alimentación EUD 86 y un oscilador de EUD 88, que están acoplados a la PHY USB 40. Como también se realizará en la Figura 4, la fuente de alimentación EUD 86 y el oscilador de EUD 88 están configurados para proporcionar una potencia operativa y un reloj operativo, respectivamente, a la EUD 36(1) cuando el sistema electrónico 62 está en el modo de retención. Para reducir el consumo de energía, el sistema electrónico 62 puede reducir los voltajes de la fuente de alimentación digital a un nivel no operativo cuando todos los procesos en el sistema votan por baja potencia. El voltaje de la fuente de alimentación digital se puede reducir a un nivel en el que las lógicas digitales (no mostradas) en el sistema electrónico 62 aún conservan los estados respectivos (por ejemplo, retención), pero ya no son capaces de conmutar. El software USB asociado con el controlador USB 68 puede votar por el modo de retención cada vez que el controlador USB 68 se separa del puerto USB 64. Durante el modo de depuración, esto se puede conseguir mediante la apertura del conmutador de desconexión 76.

[0034] En este aspecto, la Figura 4 es un diagrama esquemático de un ejemplo de sistema de prueba basado en EUD 60(1) donde una EUD 36(2) está configurado para habilitar el modo de depuración en un sistema electrónico 62(1) mientras que el sistema electrónico 62(1) está en el modo de retención. Los elementos comunes entre la Figura 3 y Figura 4 se muestran con números de elementos comunes, y por lo tanto no se describirán de nuevo en la presente. Para habilitar el modo de retención en el sistema electrónico 62(1), el primer conmutador de derivación 78 se conecta a la interfaz corriente arriba 44, de este modo el acoplamiento de la interfaz corriente arriba 44 a la PHY USB 40. Además, el segundo conmutador de derivación 80 se acopla al conmutador de desconexión 76 y el conmutador de desconexión 76 está abierto. Como resultado, el controlador del USB 68 se desacopla de la primera interfaz corriente abajo 70. Cuando el controlador del USB 68 se desacopla de la primera

interfaz corriente abajo 70, el controlador del USB 68 ya no se puede detectar el puerto USB 64, de este modo causa que el controlador del USB 68 considere que el puerto USB 64 está desconectada. En consecuencia, el controlador del USB 68 informa al sistema electrónico 62(1) que puede entrar en el modo de retención. Mientras tanto, la EUD 36 (2) permanece acoplada a la PHY USB 40 y totalmente operativa para recolectar la información de depuración relacionada con el modo de retención del sistema electrónico 62(1) a través de la pluralidad de funciones de depuración 52(1)-52(M). La información de depuración es particularmente útil para validar el sistema electrónico 62(1) durante las transiciones a y desde el modo de retención. La fuente de alimentación EUD 86 y el oscilador de EUD 88 se configuran para proporcionar la potencia operativa y el reloj operativo, respectivamente, a la EUD 36(2) durante el modo de retención. En un ejemplo no limitativo, el oscilador de EUD 88 utiliza un reloj de sueño de 32 kilohertz (kHz) (no mostrado) en el sistema electrónico 62 (1) para generar un reloj de referencia para la PHY 40 USB cuando otros relojes del sistema (no mostrados) En el sistema electrónico 62 (1) están apagados.

[0035] Si bien el modo de retención permite obtener la información de depuración para un importante aspecto del sistema electrónico 62(1), es igualmente importante poder obtener la información de depuración mientras que el controlador del USB 68 se está comunicando con el puerto USB 64. En este aspecto, la Figura 5 es un diagrama esquemático de un ejemplo de sistema de prueba basado en EUD 60(2) donde una EUD 36(3) está configurado para habilitar el modo de depuración en un sistema electrónico 62(2) mientras que el sistema electrónico 62(2) no está en el modo de retención. Los elementos comunes entre la Figura 3 y la Figura 5 se muestran con número de elementos comunes y en consecuencia no se describirá de nuevo en la presente. En el sistema electrónico 62(2), el primer conmutador de derivación 78 se conecta a la interfaz corriente arriba 44, en consecuencia, se acopla a la interfaz corriente arriba 44 a la PHY USB 40. Además, el segundo conmutador de derivación 80 se acopla al conmutador de desconexión 76 y el conmutador de desconexión 76 se cierra. Como resultado, el controlador del USB 68 se acopla a la primera interfaz corriente abajo 70 en el concentrador de USB 42(1) y por medio del concentrador de USB42 (1) a la PHY USB 40. El controlador del USB 68 es capaz de detectar el puerto USB 64, de este modo el controlador del USB 68 considera que se conecta al puerto USB 64 y es capaz de comunicarse con el puerto USB 64. En un ejemplo no limitativo, la fuente de alimentación EUD 86 y el oscilador de EUD 88 se pueden inhabilitar

durante el modo de depuración, y hacer uso de un reloj de referencia y una fuente de alimentación del sistema electrónico 62 (2). Mientras tanto, la EUD 36 (3) permanece acoplada a la PHY USB 40 y completamente operativo para recolectar la información de depuración relacionada con el modo de depuración a través de la pluralidad de funciones de depuración 52 (1) -52 (M).

[0036] Cuando el sistema electrónico 62(2) no se está depurando, es conveniente apagar la EUD 36 (3) y acoplar el controlador USB 68 directamente a la PHY USB 40 para ayudar a reducir el retardo de señalización y el consumo de energía en el sistema electrónico 62 (2). En este aspecto, la Figura 6 es un diagrama esquemático de un ejemplo de sistema de prueba basado en EUD 60(3) donde una EUD 36(4) está configurado para habilitar el modo de misión en un sistema electrónico 62(3). Los elementos comunes entre la Figura 3 y la Figura 6 se muestran con números de elementos comunes, y por lo tanto no se describirán de nuevo en la presente. En el sistema electrónico 62(3), el primer conmutador de derivación 78 y el segundo conmutador de derivación 80 están ambos conectados al cable conductor 82. En tal configuración, el primer conmutador de derivación 78 y el segundo conmutador de derivación 80 también se pueden tratar como acoplamiento directo entre sí como si el cable conductor 82 no existiera. Del mismo modo, cuando el primer conmutador de derivación 78 se acopla el segundo conmutador de derivación 80, o viceversa, es equivalente a tener el primer conmutador de derivación 78 y el segundo conmutador de derivación 80 ambos acoplados al cable conductor 82. Como resultado, el controlador USB 68 está acoplado directamente a la PHY USB 40 y el concentrador de USB 42 (1) está completamente anulado. Por lo tanto, la EUD 36 (4) no puede capturar la información de depuración del sistema electrónico 62 (3) en el modo de misión. En este aspecto, el modo de misión es el modo normal de funcionamiento cuando el sistema electrónico 62 (3) está en manos de usuarios finales.

[0037] Con referencia de nuevo a la Figura 3, en algunos casos, el sistema electrónico 62 puede ser uno de muchos componentes en un sistema electrónico más grande (por ejemplo, un sistema electrónico basado en SIP). En este aspecto, la Figura 7 es un diagrama esquemático de un ejemplo de sistema electrónico 90 que comprende un sistema electrónico primario 62(4) y al menos un sistema electrónico secundario 92, donde la información de depuración de múltiples interfaces se puede obtener del sistema electrónico secundario 92 a través de una EUD 36(5) en el sistema electrónico primario 62(4). Los elementos comunes entre la Figura 3 y la Figura 7 se muestran con números de elementos comunes, y por lo tanto no se describirán de nuevo en la

presente.

[0038] Con referencia a la Figura 7, el sistema electrónico secundario 92 comprende una EUD secundaria 36(6). La EUD secundaria 36(6) comprende un concentrador secundario de USB 42(3) y el concentrador secundario de USB 42(3) comprende al menos una interfaz corriente arriba secundaria 44(1). La interfaz corriente arriba secundaria 44(1) se acopla comunicativamente a una segunda interfaz corriente abajo (por ejemplo 72(N)) entre la pluralidad de segundas interfaces corriente abajo 72(1)-72(N) en un concentrador de USB 42(2) del sistema electrónico primario 62(4). La EUD secundaria 36(6) recolecta la información de depuración del sistema electrónico secundario 92, convierte la información de depuración de múltiples interfaces en los paquetes de datos con formato USB (no mostrado), y proporciona los paquetes de datos con formato USB al concentrador de USB 42(2) en el sistema electrónico primario 62(4). El concentrador de USB 42(2) del sistema electrónico primario 62(4) a su vez hace los paquetes de datos con formato USB accesibles a través de la PHY USB 40. Si bien el sistema electrónico secundario 92 se está depurando a través de la EUD 36(5) en el sistema electrónico primario 62(4), el sistema electrónico primario 62(4) se puede configurar para operar en el modo de retención o el modo de depuración previamente descrito en las Figuras 4-5.

[0039] En caso de que el sistema electrónico secundario 92 no comprenda la EUD secundaria 36(6), el sistema electrónico primario 62(4) se puede configurar para recolectar la información de depuración del sistema electrónico secundario 92 a través de una de la pluralidad de periféricos de depuración 50(1)-50(M). En este aspecto, la Figura 8 es un diagrama esquemático de un ejemplo de sistema electrónico 90(1) que comprende el sistema electrónico primario 62(4) de la Figura 7 y al menos un sistema electrónico secundario 92(1), donde información de control y/o depuración de múltiples interfaces se puede intercambiar con al menos un sistema electrónico secundario 92(1) a través de una de la pluralidad de periféricos de depuración 50(1)-50(M) en el sistema electrónico primario 62(4). Los elementos comunes entre la Figura 7 y la Figura 8 se muestran con números de elementos comunes, y por lo tanto no se describirán de nuevo en la presente.

[0040] Con referencia a la Figura 8, un periférico de depuración 50(X) ($1 \leq X \leq M$) entre la pluralidad de periféricos de depuración 50(1)-50(M) está configurado para controlar el sistema electrónico secundario 92(1) y/o recolectar la información de depuración del sistema electrónico secundario 92(1). En un ejemplo no limitativo, el periférico de depuración 50(X) puede controlar el sistema electrónico secundario 92(1)

en virtud de una interfaz JTAG (no mostrada) o una interfaz de SWD (no mostrada) en el sistema electrónico secundario 92(1).

[0041] La Figura 9 es un cuadro de flujo que ilustra un ejemplo de proceso de puesta en marcha 100 para habilitar un proceso de depuración en el sistema electrónico 62 en la Figura 3 usando la EUD 36(1). Los elementos de la Figura 3 se mencionan en conexión con la Figura 9 y no se describirán de nuevo en la presente. De acuerdo con el proceso de puesta en marcha 100, el sistema electrónico 62 se conecta al puerto USB 64 (bloque 102). A continuación, la EUD 36(1) detecta una presencia del puerto USB 64 (bloque 104). De acuerdo con las discusiones anteriores, la detección del puerto USB 64 es una indicación de que el sistema electrónico 62 se ha conectado al puerto USB 64. Posteriormente, la EUD 36(1) detecta que el proceso de depuración está permitido por el sistema electrónico 62 (bloque 106). En un ejemplo no limitativo, el sistema electrónico 62 puede comprender un fusible de inhabilitación de la depuración y el proceso de depuración está prohibido cuando salta el fusible de inhabilitación de depuración (por ejemplo, en un estado verdadero). En contraste, si el fusible de inhabilitación no salta (por ejemplo, en un estado falso), se permite que el proceso de depuración proceda. A continuación, la EUD 36(1) recibe al menos una configuración de la EUD del puerto USB 64 (bloque 108). Posteriormente, la EUD 36(1) recibe al menos un comando de depuración del puerto USB 64 (bloque 110) y, finalmente la EUD 36(1) recolecta información de depuración de acuerdo con el comando de depuración (bloque 112).

[0042] La EUD para la depuración multi-interfaz en sistemas electrónicos de acuerdo con los aspectos descritos en la presente se puede proporcionar o integrar en cualquier dispositivo basado en procesador. Los ejemplos, sin limitación, incluyen: un decodificador, una unidad de entretenimiento, un dispositivo de navegación, un dispositivo de comunicaciones, una unidad de datos de ubicación fija, una unidad de datos de localización móvil, un teléfono móvil, un teléfono celular, una computadora, una computadora portátil, una computadora de escritorio, un asistente digital personal (PDA), un monitor, un monitor de computadora, una televisión, un sintonizador, una radio, una radio por satélite, un reproductor de música, un reproductor de música digital, un reproductor de música portátil, un reproductor de video digital, reproductor de video, reproductor de discos de video digital (DVD) y reproductor de vídeo digital portátil.

[0043] En este aspecto, la Figura 10 ilustra un ejemplo de un sistema basado en procesador 114 que puede emplear las EUD 36, 36 (1), 36 (2), 36 (3), 36 (4) ilustradas

en las Figuras 2-6. En este ejemplo, el sistema basado en procesador 114 incluye una o más unidades centrales de procesamiento (CPU) 116, cada una de las cuales incluye uno o más procesadores 118. Las CPU 116 pueden tener una memoria caché 120 acoplada al procesador 118 para el acceso rápido a los datos almacenados temporalmente. La CPU 116 se acopla a un bus de sistema (122) y puede interconectar dispositivos incluidos en el sistema basado en procesador (114.) Como es bien sabido, la CPU (116) se comunica con estos otros dispositivos intercambiando direcciones, información de control y datos sobre el bus de sistema 122. Aunque no se ilustra en la Figura 10, se pueden proporcionar múltiples buses de sistema 122, en donde cada bus de sistema 122 constituye un tejido diferente.

[0044] Se pueden conectar otros dispositivos al bus del sistema 122. Como se ilustra en la Figura 10, estos dispositivos pueden incluir un sistema de memoria 124, uno o más dispositivos de entrada 126, uno o más dispositivos de salida 128, uno o más dispositivos de interfaz de red 130 y uno o más controladores de pantalla 132, como ejemplos. El dispositivo de entrada 126 puede incluir cualquier tipo de dispositivo de entrada, que incluye, pero sin limitación: teclas de entrada, conmutadores, procesadores de voz, etc. El dispositivo de salida 128 puede incluir cualquier tipo de dispositivo de salida, que incluye, pero sin limitación audio, video, otros indicadores visuales, etc. Los dispositivos de interfaz de red 130 pueden ser cualquier dispositivo configurado para permitir el intercambio de datos hacia y desde una red 134. La red 134 puede ser cualquier tipo de red, que incluye, pero sin limitación: una red cableada o inalámbrica, una red privada o pública, una red de área local (LAN), una red de área local inalámbrica (WLAN), una red de área amplia inalámbrica (WWAN) e Internet. Los dispositivos de interfaz de red 130 se pueden configurar para soportar cualquier tipo de protocolo de comunicaciones deseado.

[0045] La CPU (116) también se pueden configurar para acceder a los controladores de pantalla (132) a través del bus de sistema (122) para controlar la información enviada a una o más pantallas (136). El controlador de pantalla envía información a la pantalla 136 para mostrarse a través de uno o más procesadores de vídeo (138), que procesan la información que se va a visualizar en un formato adecuado para la pantalla (136). La pantalla 136 puede incluir cualquier tipo de pantalla, que incluye, pero sin limitación a un tubo de rayos catódicos (CRT), una pantalla de diodo emisor de luz (LED), una pantalla de cristal líquido (LCD), una pantalla de plasma, etc.

[0046] Las personas del oficio de nivel medio apreciarán además que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y algoritmos ilustrativos descritos en relación con

los aspectos descritos en la presente se pueden implementar como hardware electrónico, instrucciones almacenadas en la memoria o en otra información legible por computadora y ejecutada por un procesador u otro dispositivo de procesamiento, o combinaciones de ambos. Los dispositivos maestros y los dispositivos esclavos descritos en la presente se pueden emplear en cualquier circuito, componente de hardware, circuito integrado (IC) o chip IC, como ejemplos. La memoria descrita en la presente puede ser de cualquier tipo y tamaño de memoria y puede estar configurada para almacenar cualquier tipo de información deseada. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad, varios componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos se han descrito antes generalmente en términos de su funcionalidad. El modo en que se implementa dicha funcionalidad depende de la aplicación particular, las opciones de diseño y/o las restricciones de diseño impuestas al sistema en general. Los profesionales expertos pueden implementar la funcionalidad descrita de diversas formas para cada aplicación particular, pero no se debe interpretar que tales decisiones de implementación causan una desviación del alcance de la presente descripción.

[0047] Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con los aspectos descritos en la presente se pueden implementar o llevar a cabo con un procesador, un Procesador de Señal Digital (DSP), un Circuito Integrado de Aplicación Específica (ASIC), una matriz de puertas programables en campo (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, lógica de puerta discreta o transistor, componentes de hardware discretos, o cualquier combinación de ellos diseñados para realizar las funciones descritas en la presente. Un procesador puede ser un microprocesador, pero en alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estado convencionales. Un procesador también se puede implementar como una combinación de dispositivos de computación, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en conjunción con un núcleo DSP, o cualquier otra configuración de este tipo.

[0048] Los aspectos descritos en la presente se pueden realizar en hardware y en instrucciones almacenadas en hardware y pueden residir, por ejemplo, en memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria flash, memoria de solo lectura (ROM), ROM programable eléctricamente (EPROM), ROM programable borrable eléctricamente (EEPROM), registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o cualquier otra forma de medio legible por computadora conocido en la técnica. Un medio de

almacenamiento ejemplar se acopla al procesador de tal manera que el procesador puede leer información, escribir información y almacenar información en el medio de almacenamiento. De manera alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en una estación remota. De manera alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en una estación remota, estación base o servidor.

[0049] Se observa también que las etapas operativas descritas en cualquiera de los aspectos ejemplificativos de la presente invención se describen para proporcionar ejemplos y discusión. Las operaciones descritas se pueden realizar en numerosas secuencias diferentes de las secuencias ilustradas. Además, las operaciones descritas en una sola etapa operativa se pueden realizar realmente en una serie de etapas diferentes. Adicionalmente, se pueden combinar una o más etapas operativas discutidas en los aspectos ejemplificativos. Se debe entender que las etapas operativas ilustradas en los diagramas de diagrama de flujo pueden estar sujetas a numerosas modificaciones diferentes, como será fácilmente evidente para una persona del oficio de nivel medio. Estas personas del oficio de nivel medio comprenderán también que la información y las señales se pueden representar usando cualquiera de una variedad de diferentes tecnologías y técnicas. Por ejemplo, los datos, las instrucciones, los comandos, la información, las señales, los bits, los símbolos y los chips que pueden referirse a lo largo de la descripción anterior pueden estar representados por voltajes, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticas, campos o partículas ópticos o cualquiera de sus combinaciones.

[0050] La descripción anterior de la divulgación se proporciona para permitir a cualquier persona del oficio de nivel medio hacer o usar la descripción. Varias modificaciones a la descripción serán fácilmente evidentes para las personas del oficio de nivel medio, y los principios genéricos definidos en la presente se pueden aplicar a otras variaciones sin apartarse del espíritu o alcance de la descripción. Por lo tanto, la descripción no se considera limitada a los ejemplos y diseños descritos en la presente, sino que se debe conceder el alcance más amplio compatible con los principios y las características nuevas descritas en la presente.

REIVINDICACIONES

1. Una depuración del bus serie universal (USB) integrada (EUD) en un sistema electrónico, que comprende:
 - un concentrador de USB, que comprende:
 - al menos una interfaz corriente arriba acoplada a una capa física del USB (PHY) en el sistema electrónico; y
 - una pluralidad de interfaces corriente abajo acopladas comunicativamente a al menos una interfaz corriente arriba; y
 - una pluralidad de periféricos de depuración acoplados a la pluralidad de interfaces corriente abajo, donde cada periférico de depuración está configurado para intercambiar paquetes de datos con formato USB con el concentrador de USB a través de una de la pluralidad de interfaces corriente abajo;
 - donde un periférico de depuración entre una pluralidad de periféricos de depuración se acopla comunicativamente a al menos una función de depuración entre una pluralidad de funciones de depuración configuradas para recolectar información de depuración en una pluralidad de tipos de información de depuración en el sistema electrónico para recibir la información de depuración sobre la base de un tipo de información de depuración soportada entre la pluralidad de tipos de información de depuración de al menos una función de depuración;
 - donde el periférico de depuración además está configurado para convertir la información de depuración recibida de al menos una función de depuración de los tipos de información de depuración soportados en los paquetes de datos con formato USB para proporcionar al concentrador de USB; y
 - donde el concentrador de USB está configurado para proporcionar los paquetes de datos con formato USB a la PHY USB a través de al menos una interfaz corriente arriba.
2. La EUD de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:
 - una fuente de alimentación EUD acoplada a la PHY USB, donde la fuente de alimentación EUD está configurada para proporcionar una potencia operativa a la EUD; y
 - un oscilador de EUD acoplado a la PHY USB, donde el oscilador de EUD está

configurado para proporcionar un reloj operativo a la EUD.

3. La EUD de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende una fuente de alimentación EUD acoplada a la PHY USB, donde la fuente de alimentación EUD está configurada para proporcionar una potencia operativa a la EUD independientemente de si los voltajes de la fuente de alimentación digital del sistema electrónico se han fijado a un nivel no operativo.

4. La EUD de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un oscilador de EUD acoplado a la PHY USB, donde el oscilador de EUD está configurado para proporcionar un reloj operativo a la EUD independientemente de si se apagan otros relojes del sistema en el sistema electrónico.

5. La EUD de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un conmutador de derivación configurado para habilitar un modo de depuración para el sistema electrónico.

6. La EUD de acuerdo con la reivindicación 5, donde el conmutador de derivación comprende:

un primer conmutador de derivación acoplado a al menos una interfaz corriente arriba y la PHY USB; y

un segundo conmutador de derivación acoplado a un controlador del USB en el sistema electrónico y una de la pluralidad de interfaces corriente abajo.

7. La EUD de acuerdo con la reivindicación 6, que además comprende un conmutador de desconexión configurado para desconectar el controlador USB del concentrador de USB al mantener el conmutador de desconexión abierto.

8. La EUD de acuerdo con la reivindicación 6, que además comprende un conmutador de desconexión configurado para conectar el controlador USB al concentrador de USB al mantener el conmutador de desconexión cerrado.

9. La EUD de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un conmutador de derivación configurado para habilitar un modo de misión para el sistema electrónico mediante la conexión de la PHY USB directamente a un controlador USB.

10. La EUD de acuerdo con la reivindicación 9, donde el conmutador de derivación comprende:

un primer conmutador de derivación acoplado a la PHY USB y desacoplado de al menos una interfaz corriente arriba; y

un segundo conmutador de derivación acoplado al controlador USB en el sistema electrónico y el primer conmutador de derivación.

11. La EUD de acuerdo con la reivindicación 1, donde el periférico de depuración se acopla a una función de depuración del Grupo de acción de prueba conjunta (JTAG) en el sistema electrónico y configurado para enviar o recibir información de depuración del JTAG con la respectiva función de depuración del JTAG.
12. La EUD de acuerdo con la reivindicación 1, donde el periférico de depuración se acopla a una función de depuración de depuración de cable serial (SWD) en el sistema electrónico y configurado para enviar o recibir información de depuración SWD con la respectiva función de depuración SWD.
13. La EUD de acuerdo con la reivindicación 1, donde el periférico de depuración se acopla a una función de depuración de rastreo del sistema en el sistema electrónico y configurado para enviar o recibir información de depuración de rastreo del sistema con la respectiva función de depuración de rastreo del sistema.
14. La EUD de acuerdo con la reivindicación 1, donde el periférico de depuración se acopla a una función de depuración del puerto de comunicación (COM) en el sistema electrónico y configurado para enviar o recibir información de depuración del puerto de COM con la respectiva función de depuración del puerto de COM.
15. La EUD de acuerdo con la reivindicación 1, donde la PHY USB es una interfaz de alta velocidad de USB o una interfaz de súper velocidad de USB.
16. La EUD de acuerdo con la reivindicación 1, donde el sistema electrónico es un circuito integrado (IC) sistema en chip (SOC).
17. La EUD de acuerdo con la reivindicación 1, donde el sistema electrónico es un sistema electrónico basado en sistema en paquete (SIP) que comprende al menos un sistema electrónico secundario donde al menos un sistema electrónico secundario comprende una EUD secundaria que tiene al menos una interfaz corriente arriba secundaria.
18. La EUD de acuerdo con la reivindicación 17, donde una de la pluralidad de interfaces corriente abajo se acopla a al menos una interfaz corriente arriba secundaria para enviar o recibir información de depuración con al menos un sistema electrónico secundario.
19. Un método para habilitar un proceso de depuración en un sistema electrónico mediante el uso de una depuración del bus serie universal (USB) integrada (EUD), que comprende:
 - conectar el sistema electrónico a un puerto USB;
 - detectar la presencia del puerto USB mediante la EUD;
 - detectar si el proceso de depuración es permitido en el sistema electrónico por

- la EUD;
 - recibir al menos una configuración de la EUD del puerto USB;
 - recibir al menos un comando de depuración por la EUD del puerto USB; y
 - recolectar la información de depuración sobre la base de un tipo de información de depuración soportada entre una pluralidad de tipos de información de depuración de acuerdo con al menos un comando de depuración.
20. El método de acuerdo con la reivindicación 19, donde detectar si está permitido el proceso de depuración en el sistema electrónico comprende detectar un fusible de incapacidad de depuración en un estado falso.
21. El método de acuerdo con la reivindicación 19, donde la conexión del sistema electrónico al puerto USB comprende conectar una capa física USB (PHY) del sistema electrónico a una computadora personal (PC).
22. Un sistema de prueba basado en la depuración del bus serie universal (USB) integrada (EUD), que comprende:
- un puerto USB, que comprende una interfaz del puerto USB; y
 - un sistema electrónico, que comprende:
 - una capa física USB (PHY) acoplada al puerto USB a través de un cable USB;
 - una EUD, que comprende:
 - un concentrador de USB, que comprende:
 - al menos una interfaz corriente arriba;
 - al menos una primera interfaz corriente abajo acoplada comunicativamente a al menos una interfaz corriente arriba; y
 - una pluralidad de segundas interfaces corriente abajo acopladas comunicativamente a al menos una interfaz corriente arriba;
 - una pluralidad de periféricos de depuración acoplados a la pluralidad de segundas interfaces corriente abajo y una pluralidad de funciones de depuración configuradas para recolectar información de depuración en una pluralidad de tipos de información de depuración, donde al menos un periférico de depuración entre la pluralidad de periféricos de depuración se configura para recibir la información de depuración sobre la base de un tipo de

información de depuración soportado entre la pluralidad de tipos de información de depuración de al menos una función de depuración acoplada a al menos un periférico de depuración;

un conmutador de desconexión acoplado a al menos una primera interfaz corriente abajo;

un conmutador de derivación, que comprende:

un cable conductor;

un primer conmutador de derivación configurado para conectarse alternadamente a al menos una interfaz corriente arriba y el cable conductor; y

un segundo conmutador de derivación configurado para conectarse alternadamente al cable conductor y el conmutador de desconexión;

una fuente de alimentación EUD acoplada a la PHY USB; y

un oscilador de EUD acoplado a la PHY USB; y

un controlador USB acoplado al segundo conmutador de derivación.

23. El sistema de prueba basado en EUD de acuerdo con la reivindicación 22, donde el puerto USB es una computadora personal (PC).

24. El sistema de prueba basado en EUD de acuerdo con la reivindicación 22, donde la interfaz del puerto USB es una interfaz de alta velocidad de USB o una interfaz de súper velocidad de USB.

25. El sistema de prueba basado en EUD de acuerdo con la reivindicación 22, donde la PHY USB es una interfaz de alta velocidad de USB o una interfaz de súper velocidad de USB.

26. El sistema de prueba basado en EUD de acuerdo con la reivindicación 22, donde al menos un periférico de depuración está configurado para ser un periférico de control de la depuración.

27. El sistema de prueba basado en EUD de acuerdo con la reivindicación 22, donde el conmutador de desconexión es un conmutador de apertura-cierre de dos vías basado en software o un conmutador de apertura-cierre de dos vías basado en hardware.

28. El sistema de prueba basado en EUD de acuerdo con la reivindicación 22, donde el conmutador de desconexión está integrado con al menos una primera interfaz corriente abajo.

29. El sistema de prueba basado en EUD de acuerdo con la reivindicación 22, donde el primer conmutador de derivación y el segundo conmutador de derivación son conmutadores de tres vías.

30. El sistema de prueba basado en EUD de acuerdo con la reivindicación 22, donde al menos una primera interfaz corriente abajo y la pluralidad de segundas interfaces corriente abajo son interfaces corriente abajo USB.

31. Una depuración del bus serie universal (USB) integrada (EUD) en un sistema electrónico, que comprende:

- un concentrador de USB, que comprende:

- al menos una interfaz corriente arriba para acoplarse a una capa física USB (PHY) en el sistema electrónico; y

- una pluralidad de interfaces corriente abajo acopladas comunicativamente a al menos una interfaz corriente arriba; y

- una pluralidad de periféricos de depuración acoplados a la pluralidad de interfaces corriente abajo, donde cada periférico de depuración está configurado para intercambiar los paquetes de datos con formato USB con el concentrador de USB a través de una de la pluralidad de interfaces corriente abajo;

- donde al menos un periférico de depuración entre la pluralidad de periféricos de depuración se acopla comunicativamente a al menos una función de depuración entre una pluralidad de funciones de depuración configuradas para recolectar información de depuración en una pluralidad de tipos de información de depuración en el sistema electrónico para enviar información de control y/o recibir la información de depuración sobre la base de un tipo de información de depuración soportado entre la pluralidad de tipos de información de depuración de al menos una función de depuración;

- donde al menos un periférico de depuración además está configurado para convertir la información de depuración recibida de al menos una función de depuración del tipo de información de depuración soportado en los paquetes de datos con formato USB para proporcionar al concentrador de USB;

- donde cada periférico de depuración además está configurado para controlar el sistema electrónico; y

- donde el concentrador de USB está configurado para proporcionar los

paquetes de datos con formato USB a la PHY USB a través de al menos una interfaz corriente arriba.

32. Una depuración del bus serie universal (USB) integrada (EUD) en un sistema electrónico, que comprende:

- un medio para conectar el sistema electrónico a un puerto USB;
- un medio para detectar la presencia del puerto USB mediante la EUD;
- un medio para detectar si un proceso de depuración es permitido en el sistema electrónico por la EUD;
- un medio para recibir al menos una configuración de la EUD por la EUD del puerto USB;
- un medio para recibir al menos un comando de depuración por la EUD del puerto USB; y
- un medio para recolectar información de depuración configurado para recibir la información de depuración sobre la base del tipo de información de depuración soportado entre una pluralidad de tipos de información de depuración de acuerdo con al menos un comando de depuración.

33. Una depuración del bus serie universal (USB) integrada (EUD) en un sistema electrónico, que comprende:

- un concentrador de USB, que comprende:
 - al menos una interfaz corriente arriba acoplada a una capa física USB (PHY) en el sistema electrónico; y
 - una pluralidad de interfaces de corriente abajo comunicativamente acopladas a al menos una interfaz corriente arriba; y
- un periférico de depuración acoplado a uno de la pluralidad de interfaces corriente abajo, donde el periférico de depuración se configura para intercambiar paquetes de datos con formatos USB con el concentrador de USB sobre uno de una pluralidad de interfaces corriente abajo;
- donde el periférico de depuración está comunicativamente acoplado a al menos una función de depuración entre una pluralidad de funciones de depuración en el sistema electrónico para recibir información de depuración seleccionada del grupo que consiste en: una información de depuración de depuración de cable serial (SWD); información de depuración de rastreo del sistema; información de depuración de receptor/transmisor asíncrona universal (UART); e información de depuración de puerto de comunicación (COM) de al menos una función

de depuración;

donde el periférico de depuración además está configurado para convertir la información de depuración recibida de al menos una función de depuración en los paquetes de datos con formatos USB para proporcionar al concentrador de USB; y

donde el concentrador de USB se configura para proporcionar los paquetes de datos con formatos USB al USB PHY a través de al menos una interfaz corriente arriba.

RESUMEN

Se describe la depuración del bus serie universal (USB) integrada (EUD) para la depuración multi-interfaz en sistema electrónicos. Los sistemas electrónicos contienen circuitos integrados completos (ICs) que requieren pruebas y depuración extensas para garantizar una buena calidad y rendimiento. En aspectos ejemplares, se proporciona una EUD en un sistema electrónico. La EUD está configurada para enviar información de control y/o recolectar información de depuración de múltiples interfaces de depuración interna en el sistema electrónico. La EUD también está configurada para convertir la información de depuración en un formato de USB de modo que se puede acceder a la información de depuración en forma externa a través de una interfaz USB provista por el sistema electrónico. La EUD puede proporcionar el control no invasivo del sistema electrónico. El sistema electrónico es capaz de usar un puerto USB para las comunicaciones en un modo de misión mientras que la EUD está habilitada. En forma adicional, el sistema electrónico puede encender o apagar todos los relojes del sistema durante el modo de ahorro de energía mientras que la EUD continúa funcionando.