# FIFO UART CONTROLLER

## Tổng quan

Core FIFO UART cho phép truyền nhận dữ liệu trên đường vật lý theo chuẩn UART, với bộ đệm TX, RX FIFO cấu hình được kích thước.

## Feature

* Cấu hình Baudrate từ software
* Odd, Even, None Parity, cấu hình trong qsys.
* Parity, framing, overrun error detection
* 2 stop bit
* Bộ đệm FIFO Rx, Tx, cấu hình kích thước bộ đệm trong qsys.

## Function Description

Sơ đồ khối core FIFO UART



## Register Overview

### Control register (CR)

Offset: 0

Thanh ghi CR cho phép cấu hình hoạt động của core. Core chỉ được phép cấu hình khi trường EN = 0

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Register Field | Bit | Read/Write | Ý nghĩa |
| EN | 0 | RW | Enable hoạt động UART. Khi EN = 1, các hành động cấu hình UART sẽ bị bỏ qua |
| RESET | 1 | W | Reset các khối FIFO, Receiver, Transmitter |
| BAUDIV | 23:8 | RW | Baudrate Prescaler. Chỉ cho phép thay đổi được giá trị khi trường EN = 0  Giá trị BAUDIV được tính bằng: |

### Interrupt Enable register (IE)

Offset: 1

Thanh ghi IE cho phép enable các ngắt. Ghi giá trị 1 vào các trường trong thanh ghi này sẽ bật các ngắt tương ứng. Hành động ghi giá trị 0 bị bỏ qua.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Register Field | Bit | Read/ Write | Ý nghĩa |
| RX\_IDLE | 0 | RW | Enable ngắt RX IDLE. Ngắt xảy ra khi cờ RX\_IDLE = 1 |
| RX\_FULL | 1 | RW | Enable ngắt RX\_FULL. Ngắt xảy ra khi cờ RX\_FULL = 1 |
| RX\_EMPTY | 2 | RW | Enable ngắt RX\_EMPTY. Ngắt xảy ra khi cờ RX\_EMPTY = 1 |
| TX\_FULL | 3 | RW | Enable ngắt TX\_FULL. Ngắt xảy ra khi cờ TX\_FULL = 1 |
| TX\_EMPTY | 4 | RW | Enable ngắt TX\_EMPTY. Ngắt xảy ra khi cờ TX\_EMPTY = 1 |
| RX\_THRESHOLD | 5 | RW | Enable ngắt RX\_THRESHOLD. Ngắt xảy ra khi cờ RX\_THRESHOLD = 1 |
| RX\_VALID | 6 | RW | Enable ngắt RX\_VALID. Ngắt xảy ra khi cờ RX\_VALID = 1 |
| TX\_READY | 7 | RW | Enable ngắt TX\_READY. Ngắt xảy ra khi cờ TX\_READY = 1 |
| OE | 8 | RW | Enable ngắt Overrun Error. Ngắt xảy ra khi cờ OE = 1 |
| PE | 9 | RW | Enable ngắt Parity Error. Ngắt xảy ra khi cờ PE = 1 |
| FE | 10 | RW | Enable ngắt Frame\_Error. Ngắt xảy ra khi cờ FE = 1 |
| SE | 11 | RW | Enable ngắt Start Error. Ngắt xảy ra khi cờ SE = 1 |

### Interrupt Disable Register (IE\_DIS)

Offset: 2

Thanh ghi IE\_DIS cho phép disable các ngắt. Ghi giá trị 1 vào các trường trong thanh ghi này sẽ xóa các trường tương ứng trong thanh ghi IE. Hành động ghi giá trị 0 bị bỏ qua.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Register Field | Bit | Read/ Write | Ý nghĩa |
| RX\_IDLE | 0 | W | Disable ngắt RX IDLE. |
| RX\_FULL | 1 | W | Disable ngắt RX\_FULL. |
| RX\_EMPTY | 2 | W | Disable ngắt RX\_EMPTY. |
| TX\_FULL | 3 | W | Disable ngắt TX\_FULL. |
| TX\_EMPTY | 4 | W | Disable ngắt TX\_EMPTY. |
| RX\_THRESHOLD | 5 | W | Disable ngắt RX\_THRESHOLD. |
| RX\_VALID | 6 | W | Disable ngắt RX\_VALID. |
| TX\_READY | 7 | W | Disable ngắt TX\_READY. |
| OE | 8 | W | Disable ngắt Overrun Error. |
| PE | 9 | W | Disable ngắt Parity Error. |
| FE | 10 | W | Disable ngắt Frame\_Error. |
| SE | 11 | W | Disable ngắt Start Error. |

### FLAG Register (FLAG)

Offset: 3

Thanh ghi trạng thái hoạt động của Core. Các trường thông báo lỗi trong thanh ghi được phép xóa bằng cách ghi giá trị 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Register Field | Bit | Read/ Write | Ý nghĩa |
| RX\_IDLE | 0 | R | Báo trạng thái không có hoạt động trên đường RX |
| RX\_FULL | 1 | R | Báo trạng thái bộ đệm RX FIFO đầy |
| RX\_EMPTY | 2 | R | Báo trạng thái bộ đệm RX FIFO trống |
| TX\_FULL | 3 | R | Báo trạng thái bộ đệm TX FIFO đầy |
| TX\_EMPTY | 4 | R | Báo trạng thái bộ đệm TX FIFO trống |
| RX\_THRESHOLD | 5 | R | Cờ này được set khi 1 trong 2 điều kiện sau được đáp ứng:   * Dữ liệu trong bộ đệm RX FIFO đạt ngưỡng Threshold * Có dữ liệu trong bộ đệm RX FIFO và khối Receiver không còn nhận được dữ liệu nào nữa sau một khoảng thời gian RX\_TIMEOUT |
| RX\_VALID | 6 | R | Báo trạng thái dữ liệu ở bộ đệm RX FIFO đã sẵn sàng cho việc đọc. Thời gian để khối FIFO chuẩn bị dữ liệu là 1 chu kỳ clock. Do vậy, sau mỗi lệnh đọc từ CPU, cờ này sẽ bị xóa và sau đó được set lại nếu bộ đệm còn dữ liệu. |
| TX\_READY | 7 | R | Báo trạng thái bộ đệm TX FIFO đã sẵn sàng cho lệnh ghi dữ liệu từ CPU. |
| OE | 8 | RW | Cờ này được set khi khối Receiver nhận được dữ liệu nhưng bộ đệm RX FIFO đã đầy. Dữ liệu vừa nhận đó sẽ bị mất.  Sau khi set, cờ này được giữ bằng 1 cho đến khi có lệnh ghi 1 vào trường này. (Set by hardware, clear by software) |
| PE | 9 | RW | Cờ được set khi xảy ra có lỗi parity. Xóa bằng lệnh ghi 1. |
| FE | 10 | RW | Cờ được set khi không nhận được bit Stop trong frame dữ liệu nhận. Xóa bằng lệnh ghi 1. |
| SE | 11 | RW | Cờ được set khi nhận sai bit Start trong frame dữ liệu nhận. (Xảy ra khi có nhiễu hoặc sai baudrate).  Xóa bằng lệnh ghi 1. |

### TX COUNT Register

Offset: 4

Thanh ghi báo số lượng dữ liệu trong bộ đệm FIFO TX.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Register Field | Bit | Read/ Write | Ý nghĩa |
| Count | 31:0 | R | Hiển thi số lượng character đang lưu trong bộ đệm FIFO TX. |

### RX COUNT Register

Offset: 5

Thanh ghi báo số lượng dữ liệu trong bộ đệm FIFO RX.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Register Field | Bit | Read/ Write | Ý nghĩa |
| Count | 31:0 | R | Hiển thi số lượng character đang lưu trong bộ đệm FIFO RX. |

### RX THRESHOLD Register

Offset: 6

Thanh ghi cài đặt giá trị threshold cho bộ đệm RX FIFO.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Register Field | Bit | Read/ Write | Ý nghĩa |
| Threshold | RX\_FIFO\_DEPTH-1:0 | RW | Cài đặt giá trị threshold. Kích thước trường này phụ thuộc vào kích thước của bộ đệm RX |

### TX Register

Offset: 7

Thanh ghi dữ liệu truyền.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Register Field | Bit | Read/ Write | Ý nghĩa |
| Data | 7:0 | W | Dữ liệu sau khi ghi vào thanh ghi này sẽ được chuyển vào bộ đệm TX FIFO |

### RX Register

Offset: 10

Thanh ghi dữ liệu nhận.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Register Field | Bit | Read/ Write | Ý nghĩa |
| Data | 7:0 | R | Dữ liệu nhận từ bộ đệm RX FIFO. Sau mỗi lệnh đọc từ CPU, khối RX FIFO sẽ đẩy dữ liệu tiếp theo ra trường này |
| RX\_EMPTY | 30 | R | Báo trạng thái bộ đệm RX FIFO trống. Giá trị cờ này bằng với cờ RX\_EMPTY trong thanh ghi FLAG |
| RX\_VALID | 31 | R | Báo trạng thái hợp lệ của dữ liệu trong trường Data. Giá trị cờ này bằng với cờ RX\_VALID trong thanh ghi FLAG |

## Programming Model

### Luồng hoạt động cấu hình Core:



### Luồng hoạt động gửi dữ liệu:



### Luồng hoạt động nhận dữ liệu



## Drivers

Có hai cách sử dụng driver của Core FIFO UART:

* Sử dụng Low level API
* Sử dụng Character Mode Device

### File

|  |  |
| --- | --- |
| Tên file | Ý nghĩa |
| LL/avl\_fifo\_uart\_fd\_ll.h | Định nghĩa các macro cần cho việc khởi tạo device file |
| LL/avl\_fifo\_uart\_reg.h | Mô tả các thanh ghi core UART |
| avl\_fifo\_uart\_fd.h | Định nghĩa các thông tin cần thiết khi sử dụng device file |
| avl\_fifo\_uart.h | Khai báo low level API |
| avl\_fifo\_uart\_fd.c | Định nghĩa các hàm của device file |
| avl\_fifo\_uart.c | Định nghĩa các hàm Low Level |

### Low Level API

#### FifoUart\_OpenDev

Prototype:

FifoUart\_Dev \*FifoUart\_OpenDev(const char \*name)

Brief:

* Lấy địa chỉ của đối tượng UART Device khi đã biết tên Deivce

Argument:

* name: Tên UART Device, được mô tả trong file system.h

Return:

* Con trỏ trỏ tới struct Device
* Return NULL Pointer nếu không tìm thấy device

#### FifoUart\_SetBaudrate

Prototype:

int \*FifoUart\_SetBaudrate(FifoUart\_Dev \*dev, unsigned baud)

Brief:

* Cài đặt giá trị baudrate
* Lệnh gọi hàm này cũng đồng thời reset hoạt động UART và dữ liệu hiện có trong bộ đệm
* Khi bật tính năng Altera Assert, hàm này sẽ dừng chương trình khi xảy ra lỗi

Argument:

* dev: Con trỏ UART Device
* baud: Giá trị baudrate

Return:

* Mã lỗi

#### FifoUart\_GetBaudrate

Prototype:

int \*FifoUart\_SetBaudrate(FifoUart\_Dev \*dev)

Brief:

* Đọc giá trị baudrate
* Khi bật tính năng Altera Assert, hàm này sẽ dừng chương trình khi xảy ra lỗi

Argument:

* dev: Con trỏ UART Device

Return:

* Giá trị baudrate
* Mã lỗi (với giá trị nhỏ hơn 0)

#### FifoUart\_SetTimeout

Prototype:

int \*FifoUart\_SetTimeout(FifoUart\_Dev \*dev)

Brief:

* Cài đặt giá trị timeout cho hàm Receiver. Lưu ý rằng đây là giá trị timeout cho các hàm OS Pending, không phải giá trị Receive Timeout trong Core.
* Hàm này thay đổi bất kỳ giá trị nào của thanh ghi UART
* Khi bật tính năng Altera Assert, hàm này sẽ dừng chương trình khi xảy ra lỗi

Argument:

* dev: Con trỏ UART Device

Return:

* Mã lỗi

#### FifoUart\_SetRxThreshold

Prototype:

int \*FifoUart\_SetRxThreshold(FifoUart\_Dev \*dev, unsigned threshold)

Brief:

* Cài đặt giá trị Threshold cho bộ đệm RX FIFO.
* Khi bật tính năng Altera Assert, hàm này sẽ dừng chương trình khi xảy ra lỗi

Argument:

* dev: Con trỏ UART Device
* threshold: Giá trị Threshold

Return:

* Mã lỗi

#### FifoUart\_ReadNonBlock

Prototype:

int \*FifoUart\_ReadNonBlock(FifoUart\_Dev \*dev, void \*buff, unsigned len)

Brief:

* Đọc dữ liệu trong bộ đệm RX FIFO
* Hàm này không block chương trình, nếu không có dữ liệu nào trong bộ đệm, nó ngay lập return.
* Khi bật tính năng Altera Assert, hàm này sẽ dừng chương trình khi xảy ra lỗi

Argument:

* dev: Con trỏ UART Device
* buff: Buffer lưu dữ liệu đọc được
* len: Số lượng byte dữ liệu cần đọc

Return:

* Số byte dữ liệu đọc được
* Mã lỗi (nếu return < 0)

#### FifoUart\_Read

Prototype:

int \*FifoUart\_Read(FifoUart\_Dev \*dev, void \*buff, unsigned len)

Brief:

* Đọc dữ liệu trong bộ đệm RX FIFO
* Hàm này block chương trình khi cho đến khi cờ RX Threshold được set. Sau đó mới thực hiện hành động đọc dữ liệu
* Khi bật tính năng Altera Assert, hàm này sẽ dừng chương trình khi xảy ra lỗi

Argument:

* dev: Con trỏ UART Device
* buff: Buffer lưu dữ liệu đọc được
* len: Số lượng byte dữ liệu cần đọc

Return:

* Số byte dữ liệu đọc được
* Mã lỗi (nếu return < 0)

#### FifoUart\_Write

Prototype:

int \*FifoUart\_Write(FifoUart\_Dev \*dev, void \*buff, unsigned len)

Brief:

* Ghi dữ liệu vào bộ đệm TX FIFO
* Hàm này không block chương trình. Khi bộ đệm TX FIFO đầy, nó ngay lập tức return.
* Khi bật tính năng Altera Assert, hàm này sẽ dừng chương trình khi xảy ra lỗi

Argument:

* dev: Con trỏ UART Device
* buff: Buffer lưu dữ liệu cần ghi
* len: Số lượng byte dữ liệu cần đọc

Return:

* Số byte dữ liệu đọc được
* Mã lỗi (nếu return < 0)

## Character Mode Device

|  |  |
| --- | --- |
| Hàm | Ý nghĩa |
| fopen | Get Uart Device |
| fwrite | Ghi dữ liệu vào TX FIFO |
| fread | Đọc dữ liệu trong RX FIFO |
| Ioctl | Hỗ trợ các option sau:   * FIFO\_UART\_IOCTL\_GET\_BAUDRATE * FIFO\_UART\_IOCTL\_SET\_BAUDRATE * FIFO\_UART\_IOCTL\_SET\_TIMEOUT * FIFO\_UART\_IOCTL\_SET\_RX\_THRESHOLD |