Camera MIPI 协议理解

一、D-PHY

1、传输模式

LP（Low-Power） 模式：用于传输控制信号，最高速率 10 MHz

HS（High-Speed）模式：用于高速传输数据，速率范围 [80 Mbps， 1Gbps] per Lane

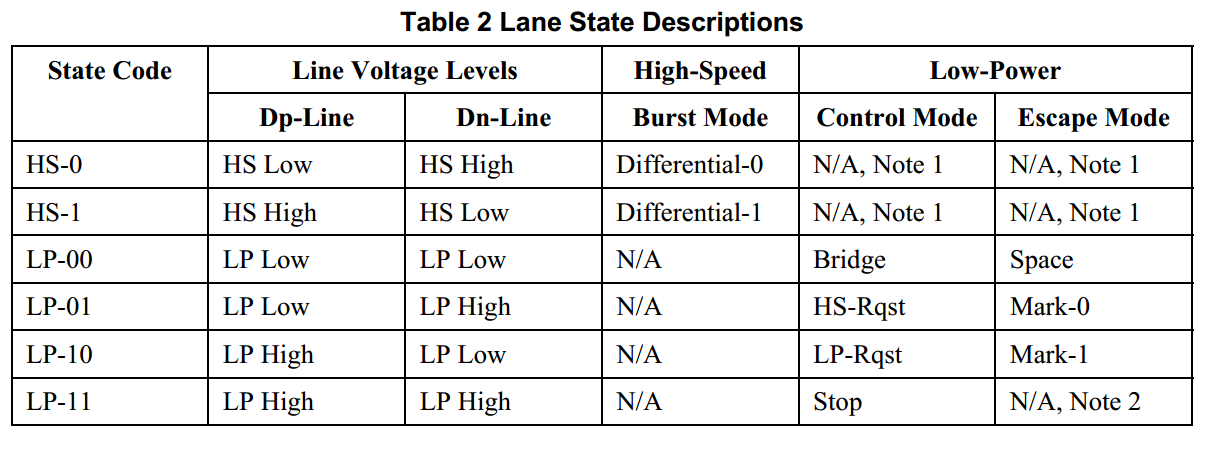
传输的最小单元为 1 个字节，采用小端的方式及 LSB first，MSB last。

2、Lane States

\* LP mode 有 4 种状态： LP00、LP01（0）、LP10（1）、LP11 （Dp、Dn）

\* HS mode 有 2 种状态： HS-0、HS-1

各状态对应的Dp，Dn定义如下:



MIPI D-PHY Specification-1.0, P35

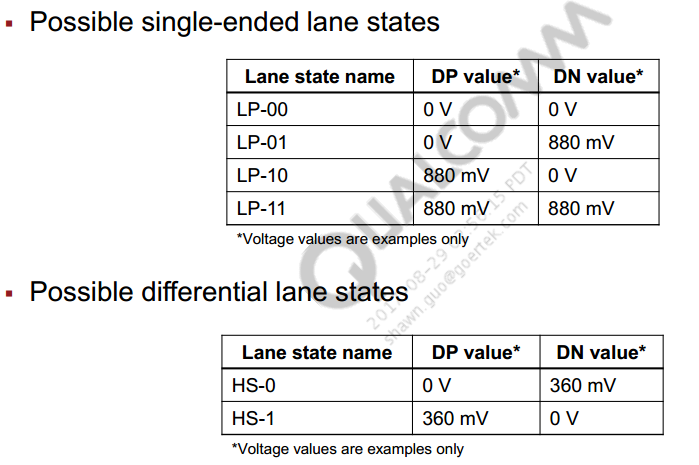
HS 发送器发送的数据 LP 接收器看到的都是 LP00，

3、Lane Levels

\* LP： 0 ~ 1.2V

\* HS： 100 ~ 300mV，HS common level = 200mV，swing = 200 mv

对应到高通平台，高通文档把各个状态对应的high，low具体到了电压值：



其中Single-ended land states即LP模式，differential lane states即HS模式。

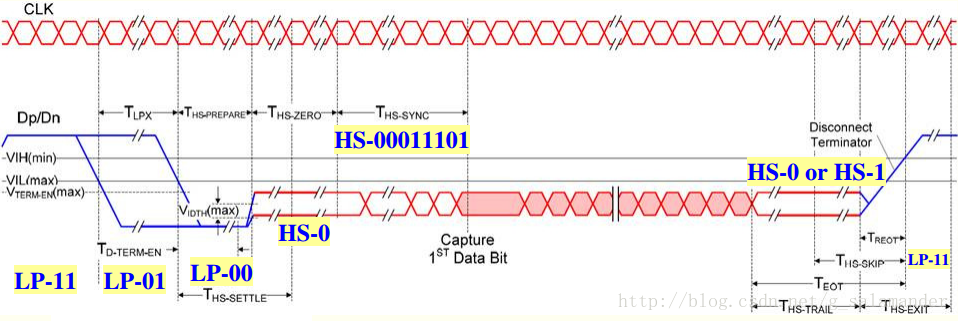
4、操作模式

在数据线上有 3 种可能的操作模式：Escape mode, High-Speed (Burst) mode and Control mode，下面是从停止状态进入相应模式需要的时序：

\* Escape mode 进入时序：LP11→LP10→LP00→LP01→LP00，退出时序：LP10→LP11

当进入 Escape mode 需要发送 8-bit entry command 表明请求的动作，比如要进行低速数据传输则需要发送 cmd： 0x87，进入超低功耗模式则发送 cmd： 0x78。在 DSI 中 LP 通讯只用 Data Lane 0。

\* High-Speed mode 进入时序：LP11→LP01→LP00→SoT(0001\_1101)，退出时序：EoT→LP11，时序图如下：

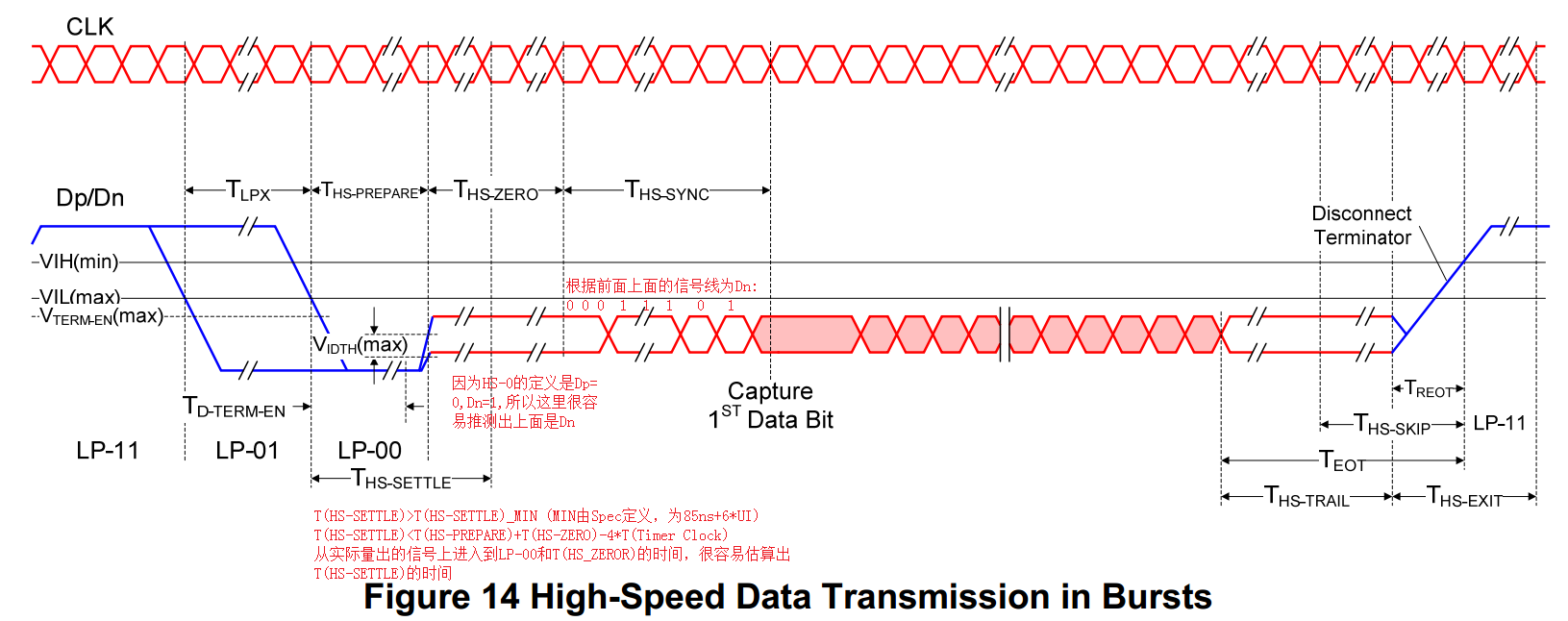


\* Turnaround 进入时序：LP11→LP10→LP00→LP10→LP00，退出时序：LP00→LP10→LP11

这是开启 BTA 的时序，一般用于从 slave 返回数据如 ACK： 0x84。

5、时序要求

在调试 DSI 或者 CSI 的时候， HS mode 下的几个时序非常重要：T\_LPX，T\_HS-SETTLE ≈ T\_HS-PREPARE + T\_HS-ZERO，T\_HS-TRAIL，一般遵循的原则为：Host 端的 T\_HS-SETTLE > Slave 端的 T\_HS-SETTLE。



6、数据包类型

 短包：4 bytes，由 3 部分组成：

\* Data Identifier (DI) \* 1byte： Contains the Virtual Channel[7:6] and Data Type[5:0].

\* Packet Data \* 2byte：Length is fixed at two bytes

\* Error Correction Code (ECC) \* 1byte：allows single-bit errors to be corrected and 2-bit errors to be detected.

长包：6 ~ 65541 bytes，同样由 3 部分组成：

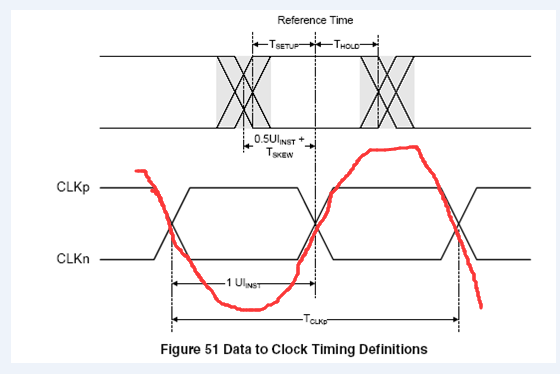
\* Packet Header(4 bytes) - 包头

Data Identifier (DI) \* 1byte：Contains the Virtual Channel[7:6] and Data Type[5:0].  
Word Count (WC) \* 2byte：defines the number of bytes in the Data Payload.  
Error Correction Code (ECC) \* 1byte：allows single-bit errors to be corrected and 2-bit errors to be detected.

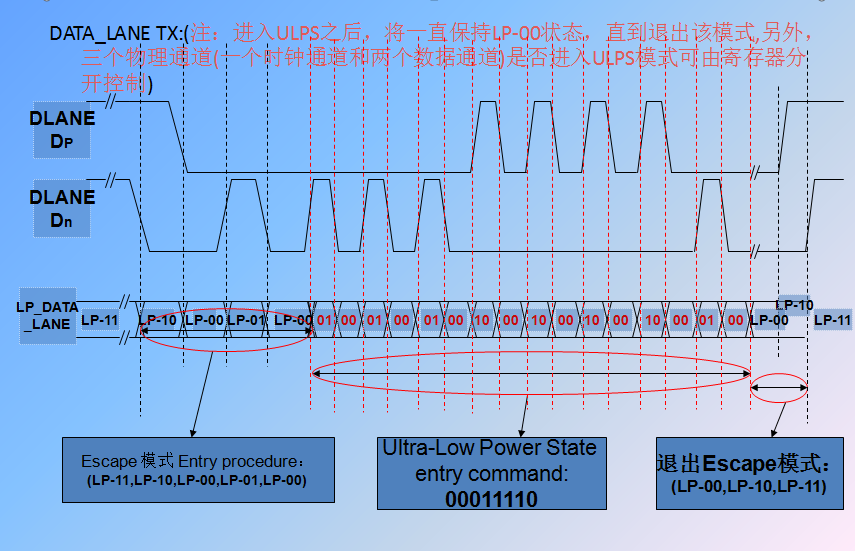
\* Data Payload(0~65535 bytes) - 有效数据  
Length = WC × bytes

\* Packet Footer(2 bytes)：Checksum - 包尾  
If the payload has length 0, then the Checksum calculation results in FFFFh  
If the Checksum isn’t calculated, the Checksum value is 0000h

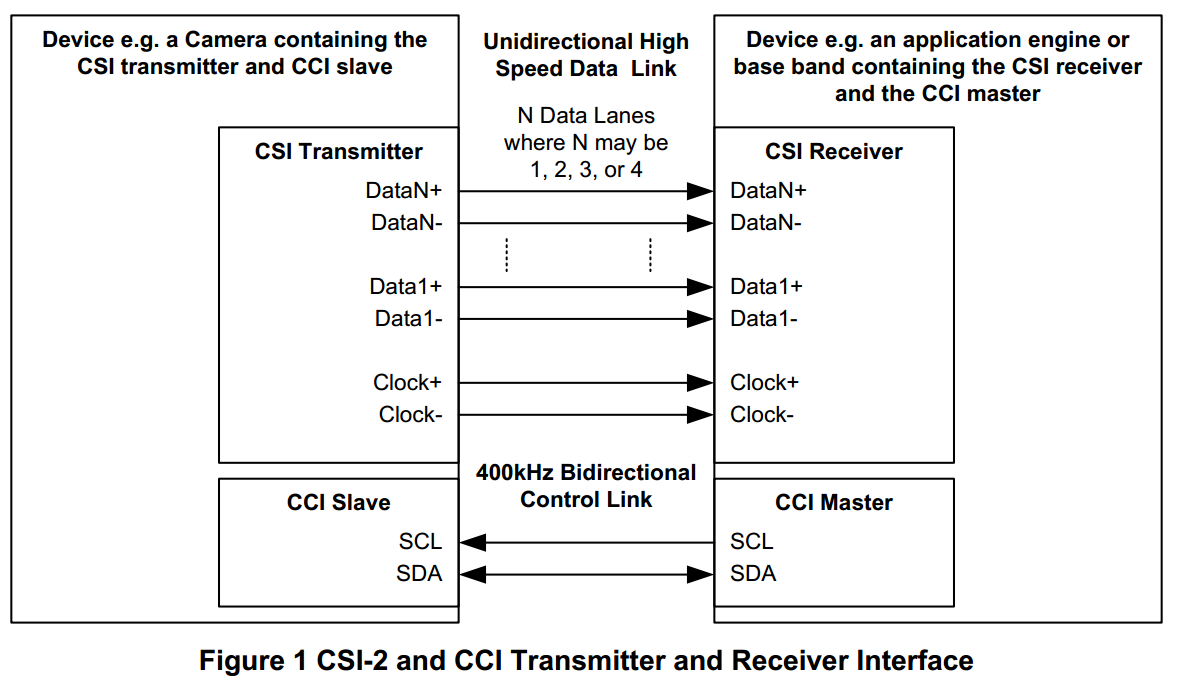
7,

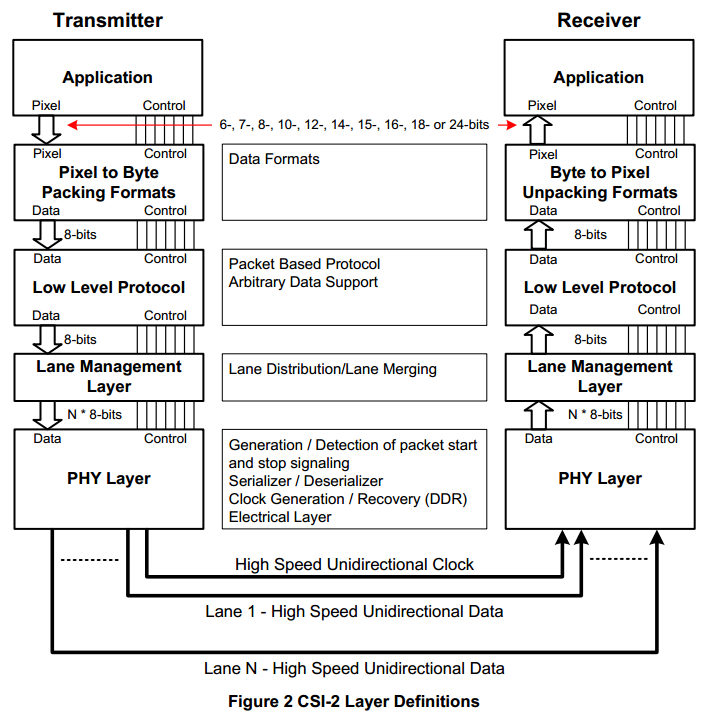
MIPI规定，传输过程中，包内是200mV、包间以及包启动和包结束时是1.2V，两种不同的电压摆幅，需要两组不同的LVDS驱动电路在轮流切换工作；为了传输过程中各数据包之间的安全可靠过渡，从启动到数据开始传输，MIPI定义了比较长的可靠过渡时间，加起来最少也有600多ns；而且规定各个时间参数是可调的，所以需要一定等待时间，需要缓存，我们用寄存器代替FIFO，每通道128Byte。   
数据与时钟的相位关系：   


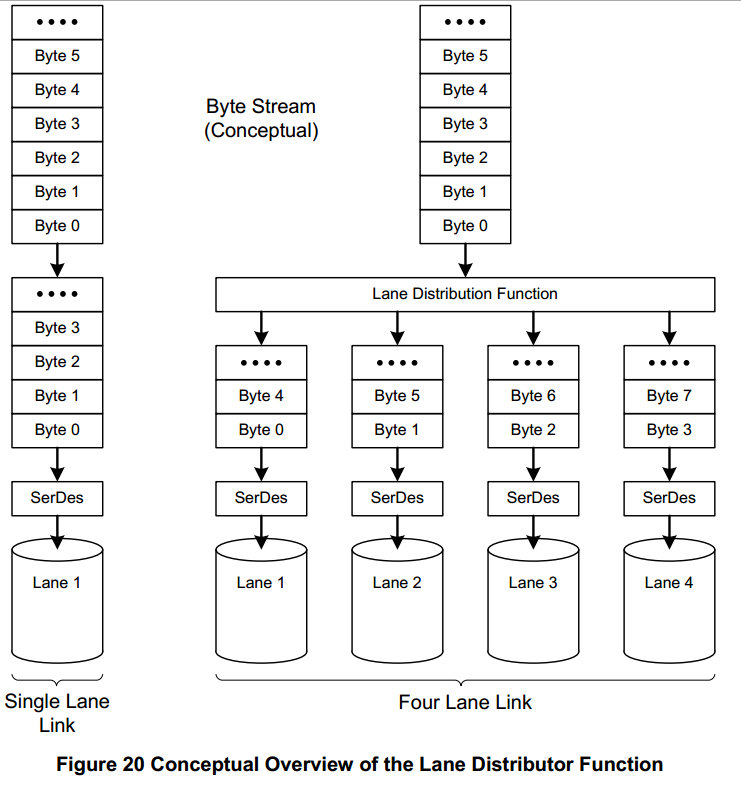
CLKp是高电平，CLKn是低电平的时候，差分信号表现为高电平。   
CLKn是高电平, CLKp是低电平的时候，差分信号表现为低电平。   
所以结果就可以等效成红线描述的正弦。   
从正弦可以看出，data在clk的高电平和低电平都有传输数据。

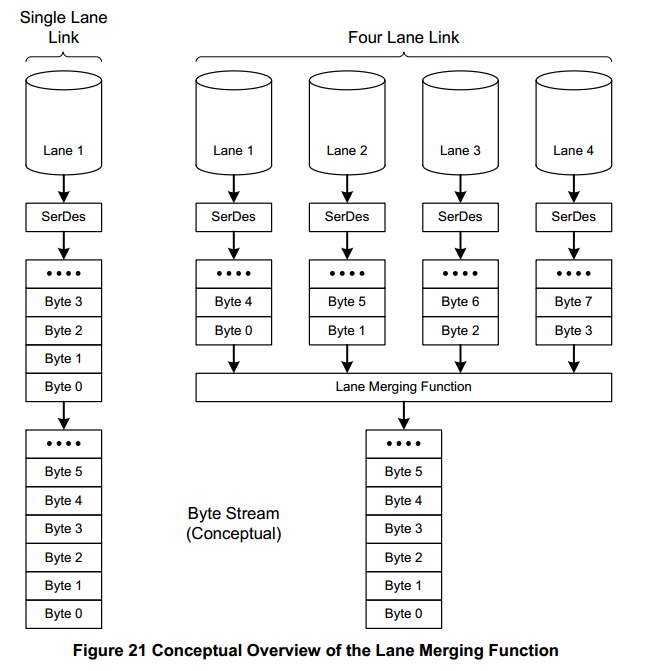
数据通道进入和退出SLM(即睡眠模式)的控制：   
  
mipi信号传输分为单端和差分传输。例如：   
LP-00, LP-01, LP-10, LP-11 (单端)   
HS-0, HS-1 (差分)   
Ultra-Low Power State entry command: 00011110 是差分传输，读取方法和上面提到的clk是一样的，需要注意的是Dp和Dn如果同时是高电平或同时是低电平的时候是无效数据，这个时候大概对应的是clk正弦的峰值，只有其中一个是高一个是低才是有效的差分数据。

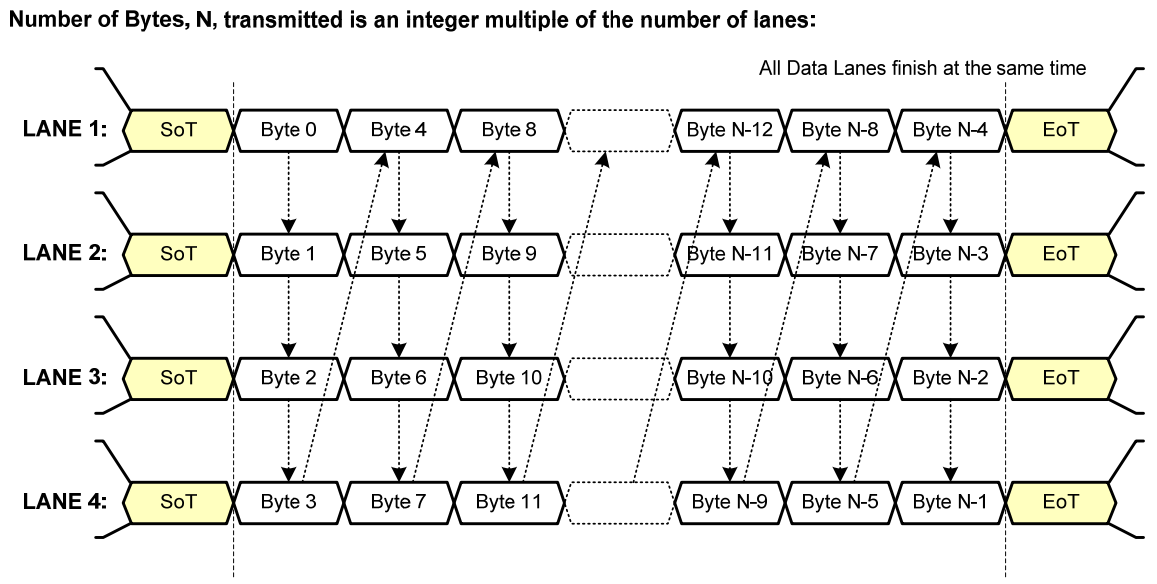
Camera Serial Interface 2

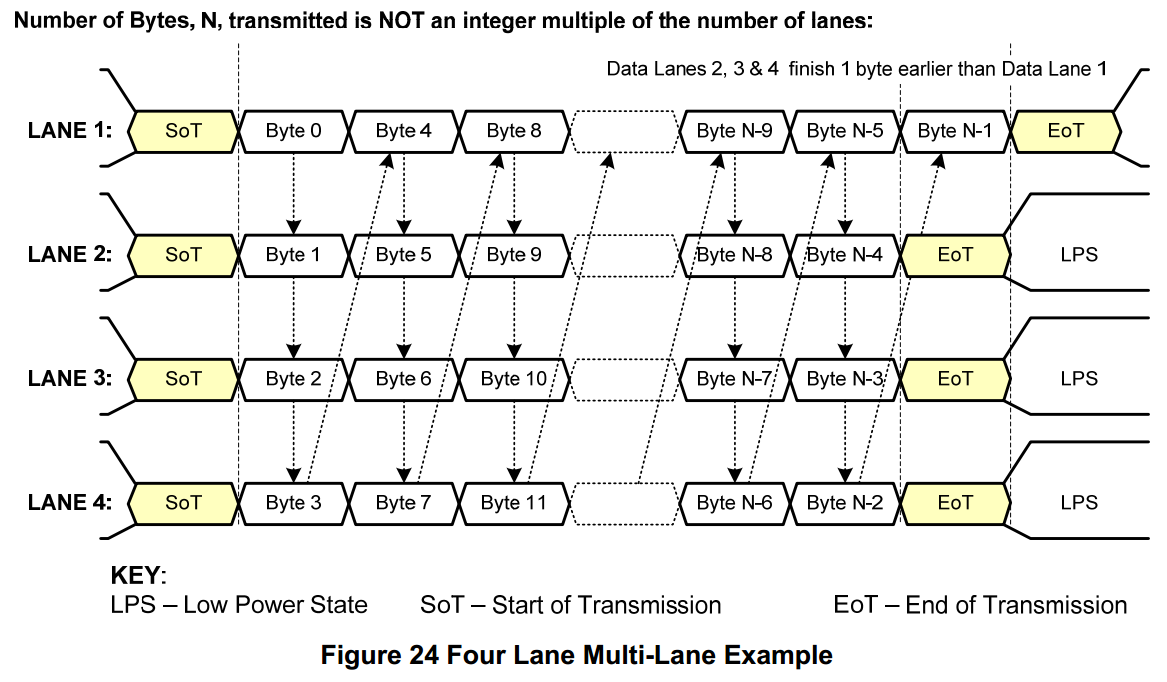


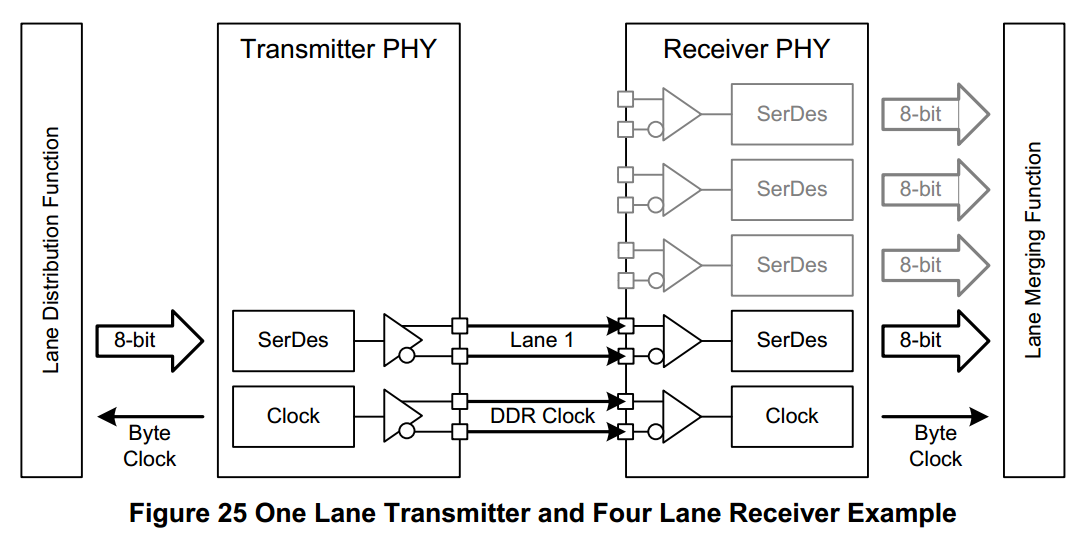


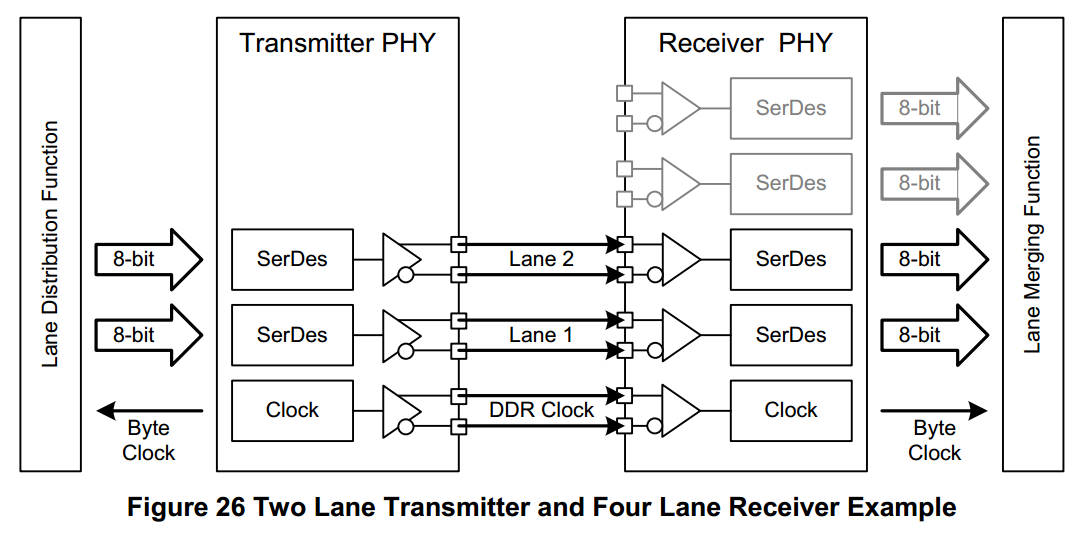


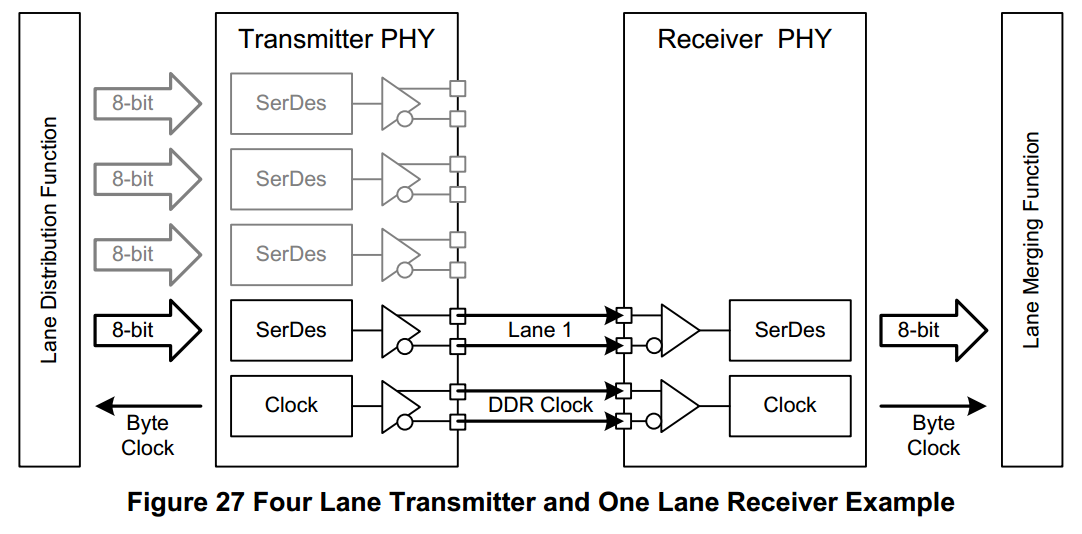


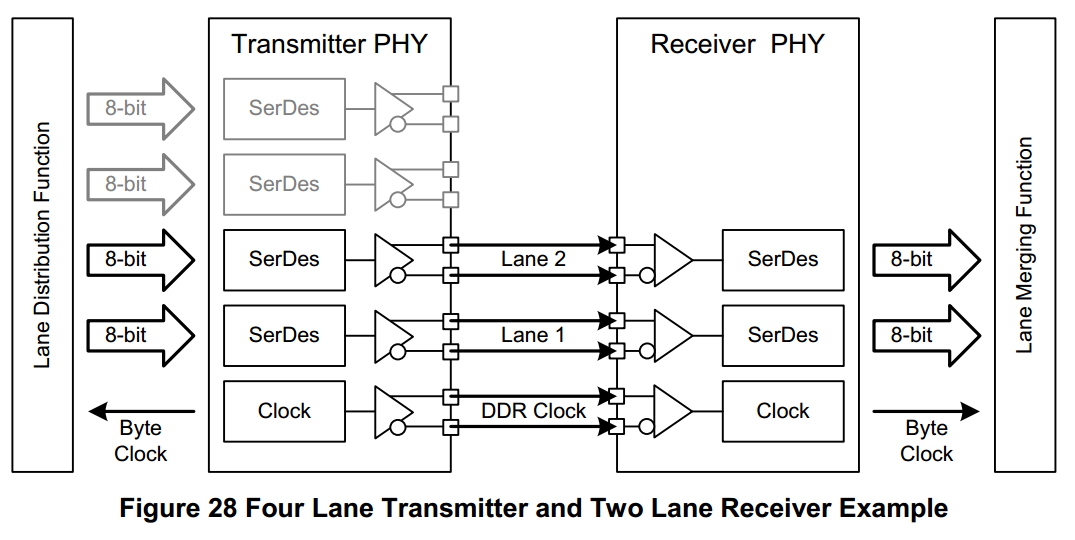


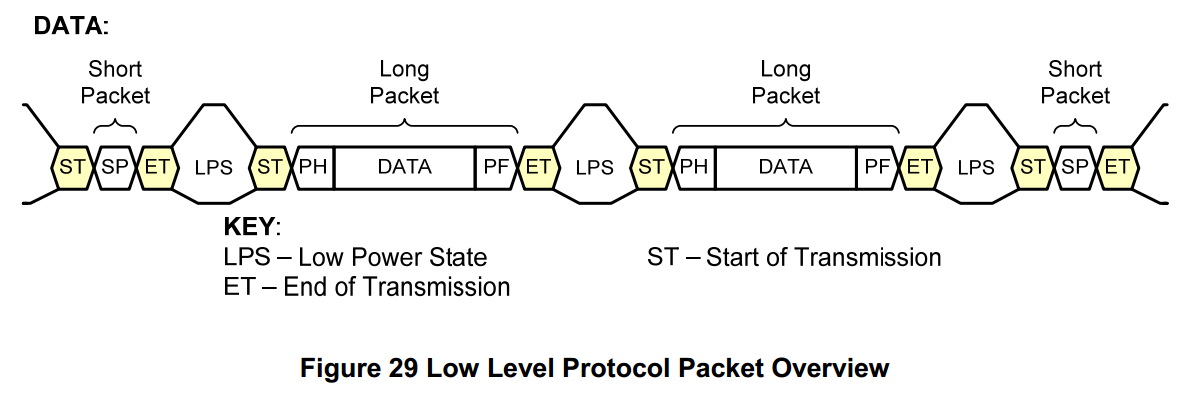


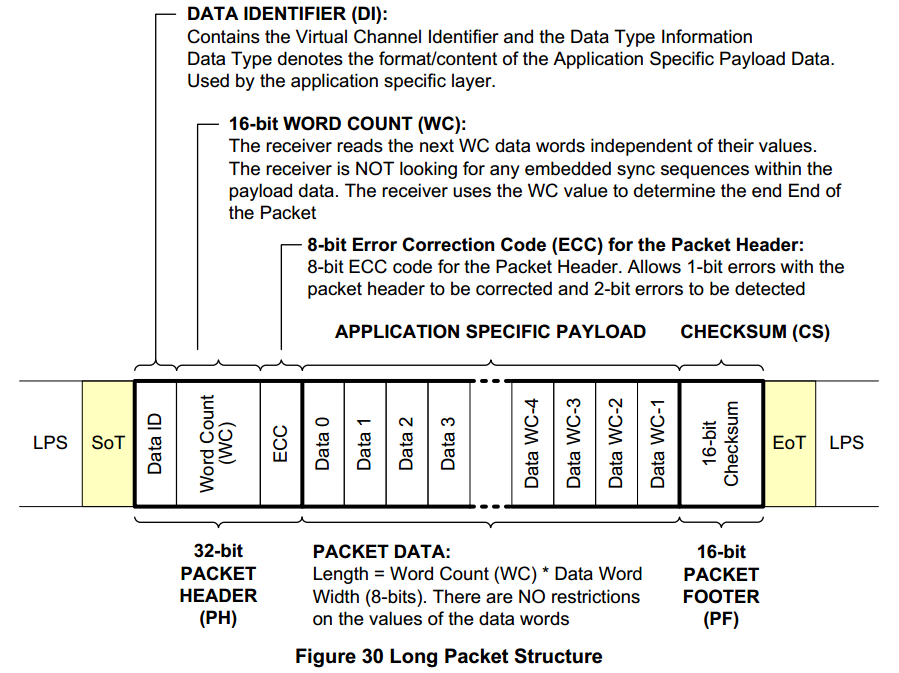


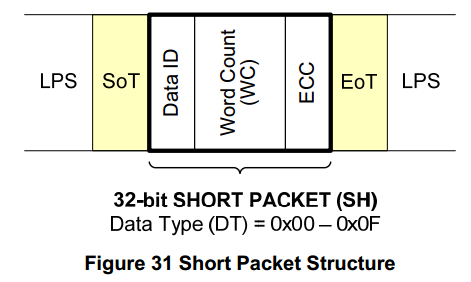


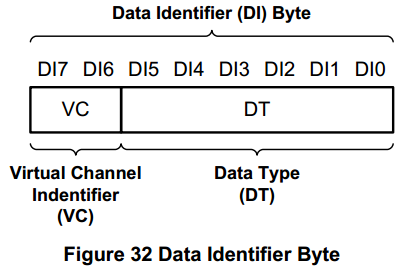


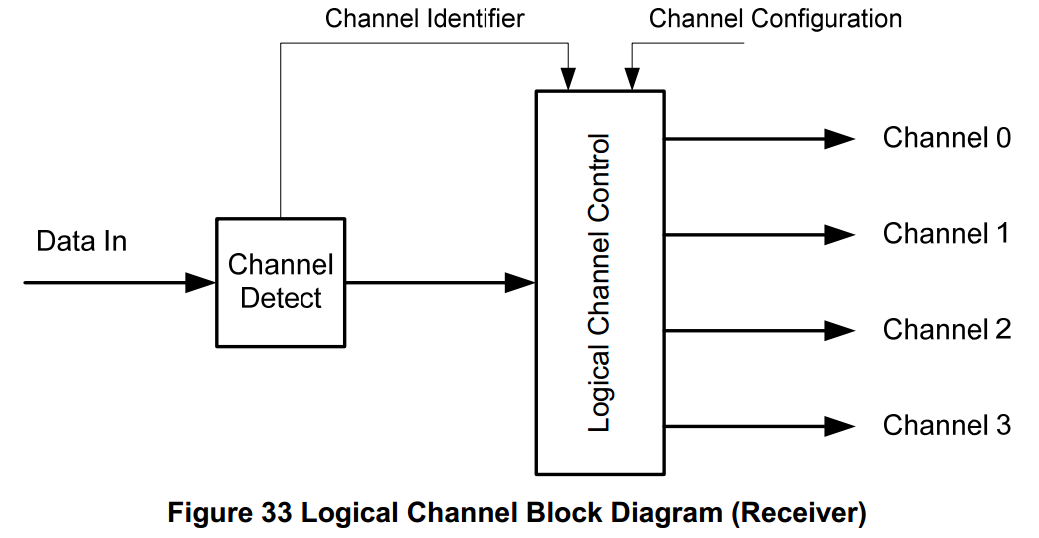


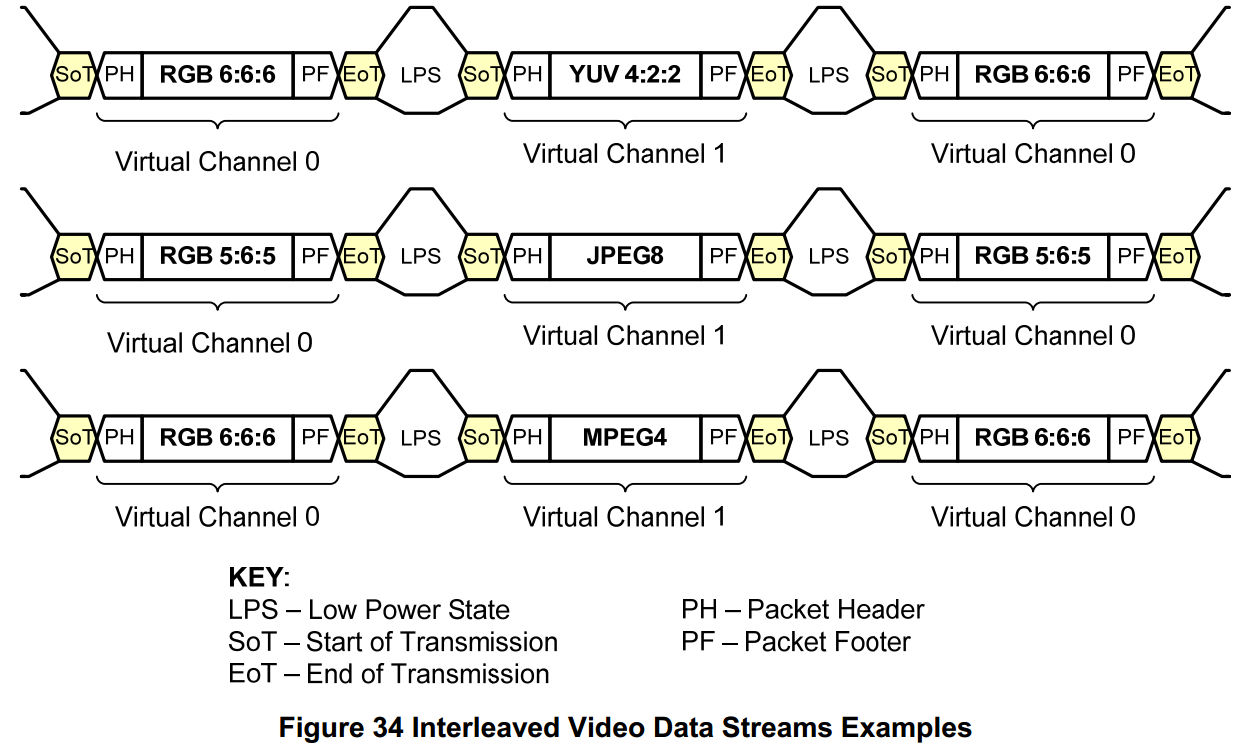


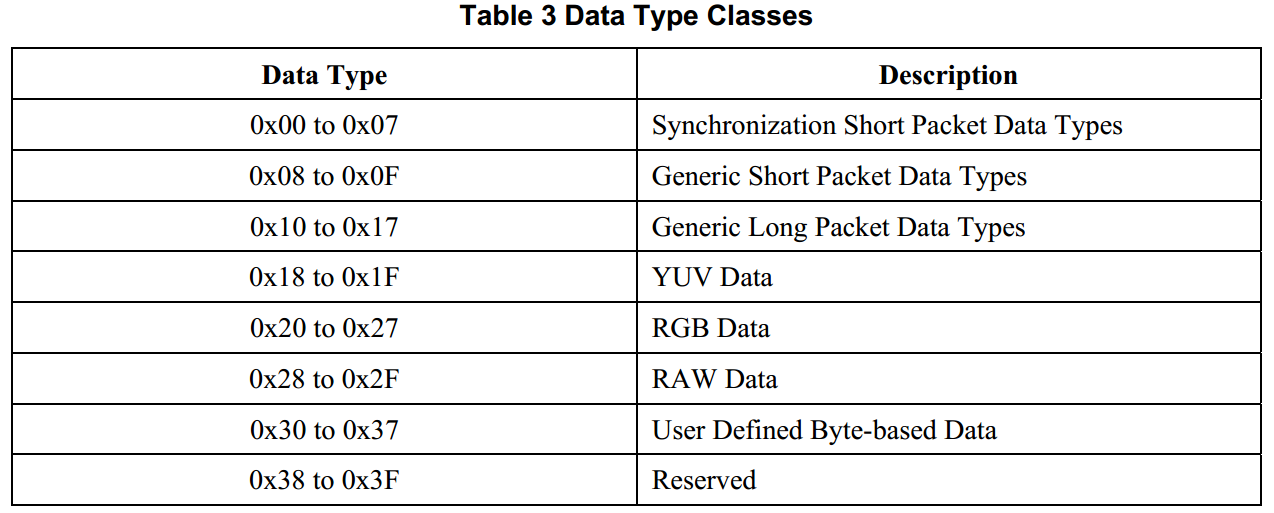


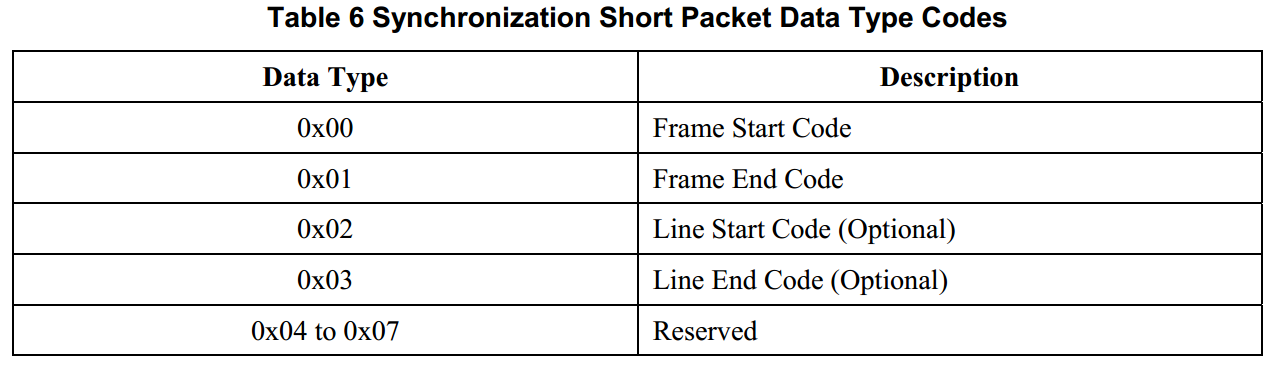


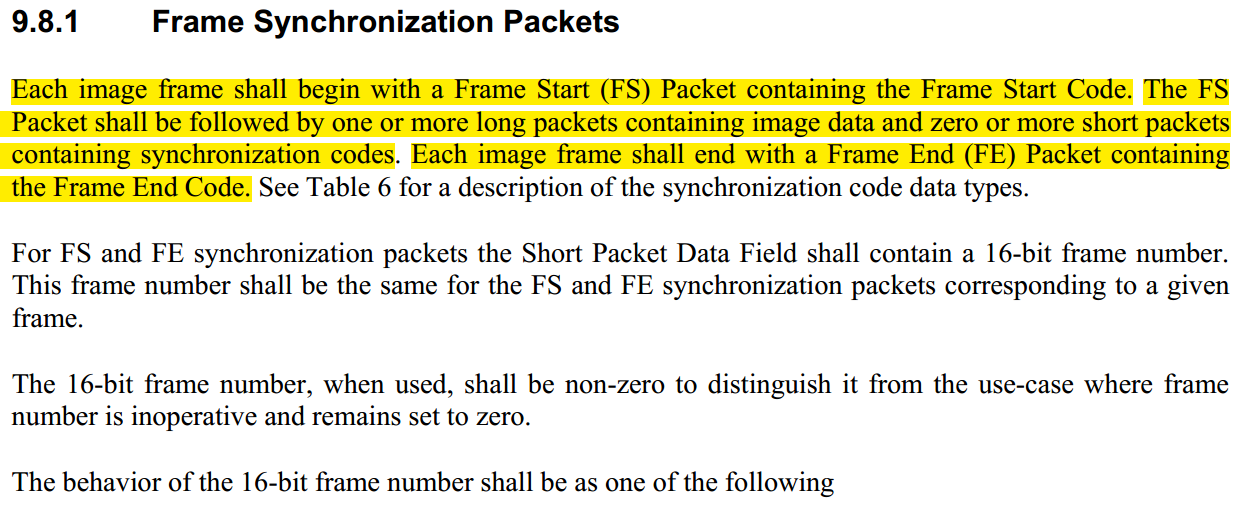


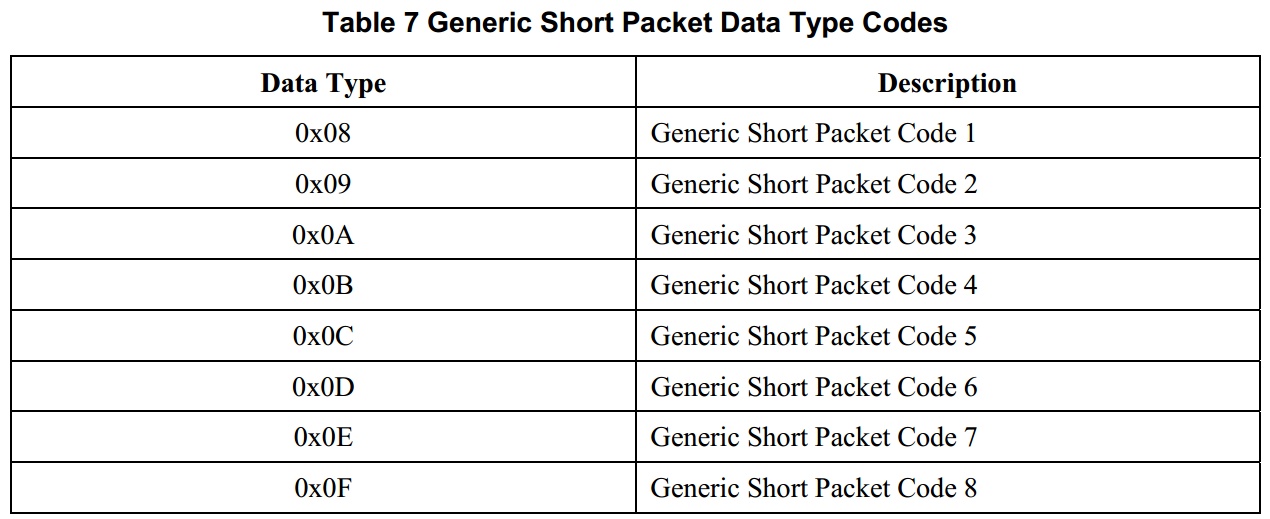


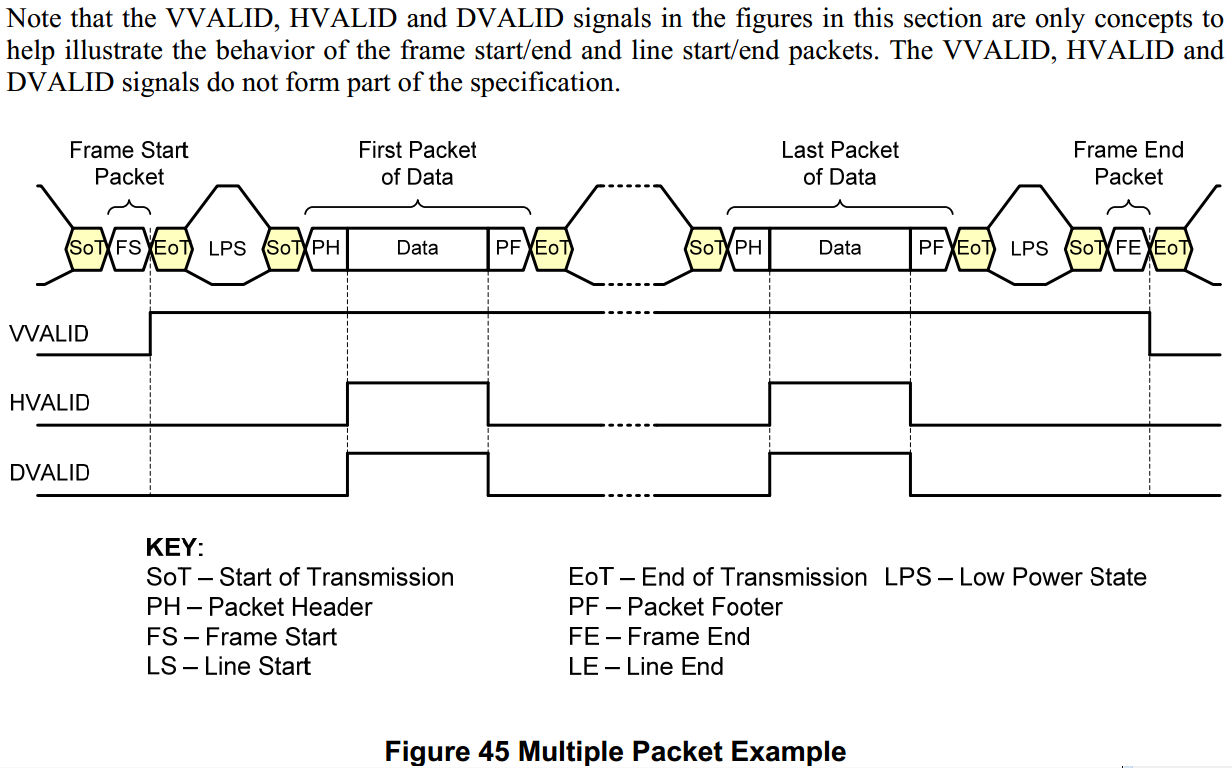


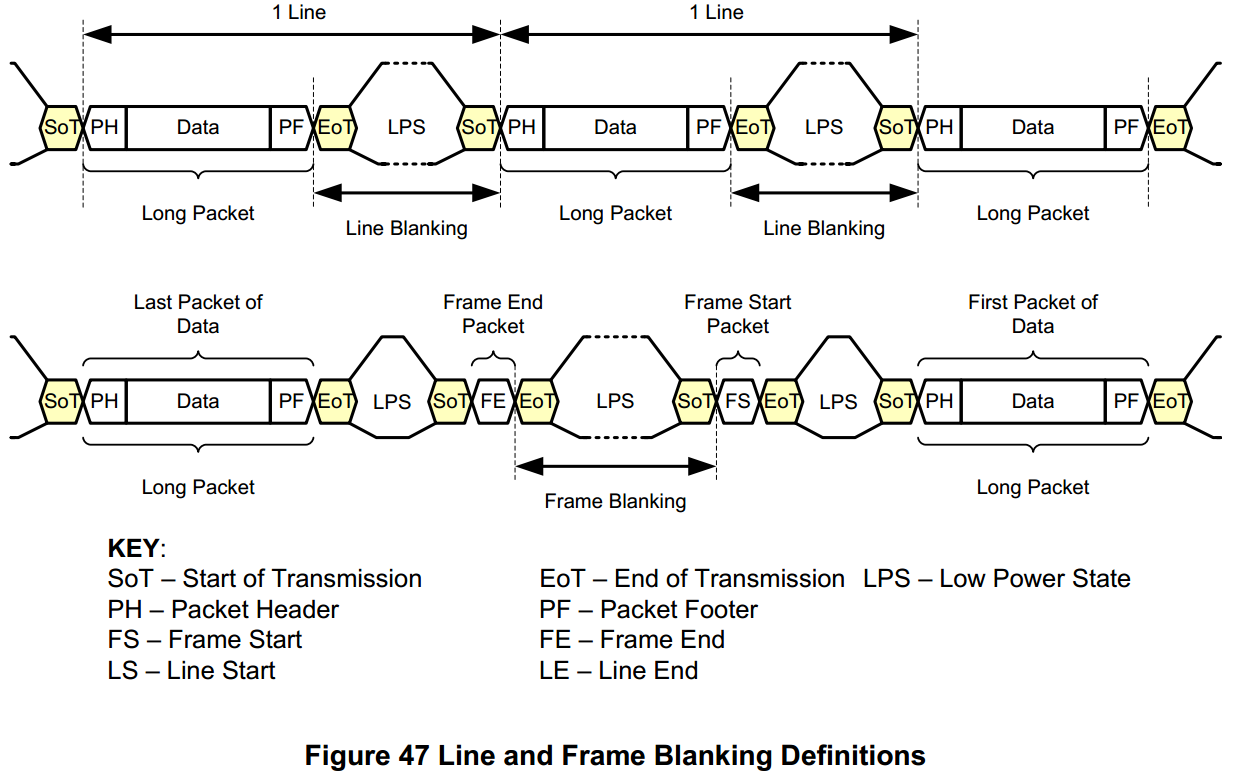


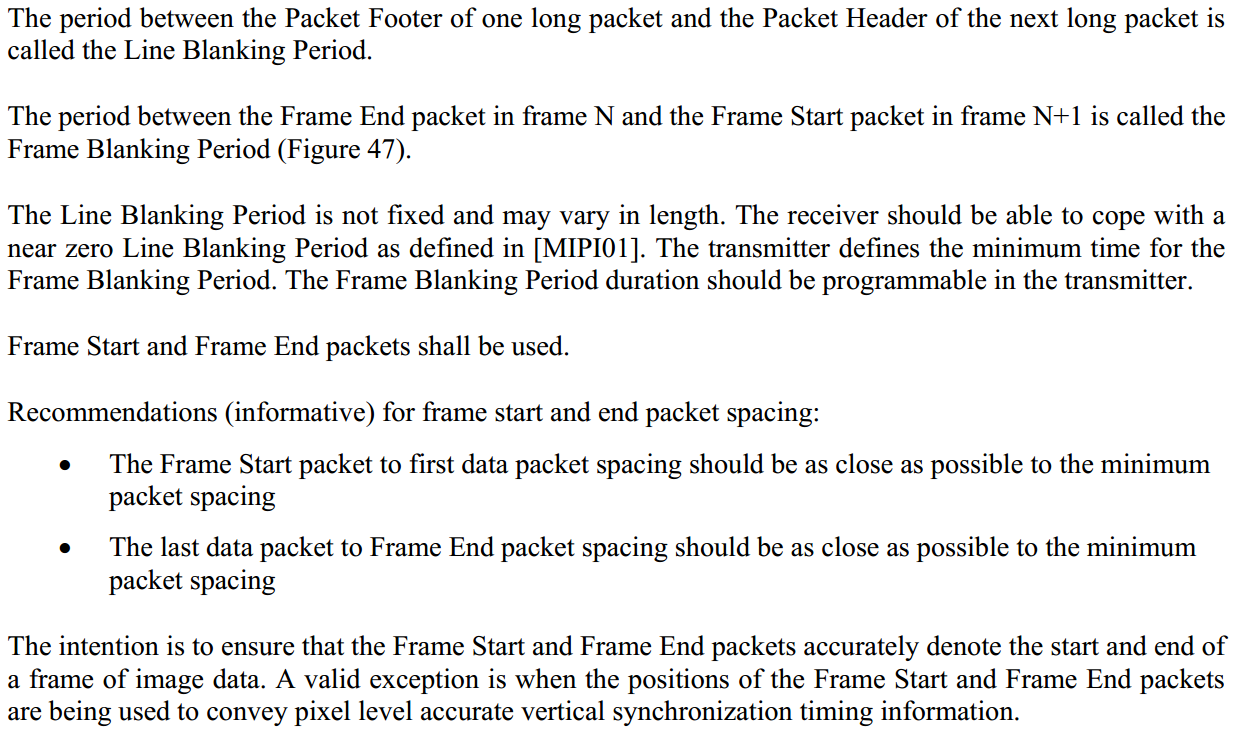


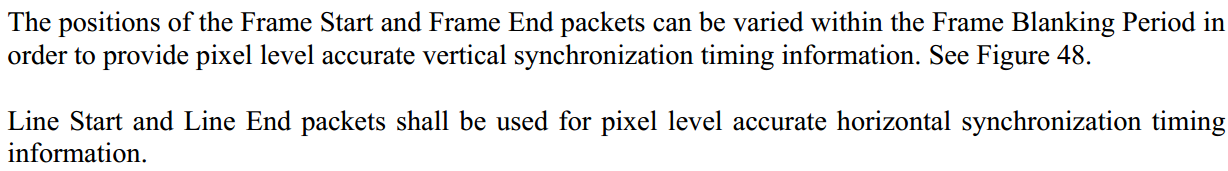


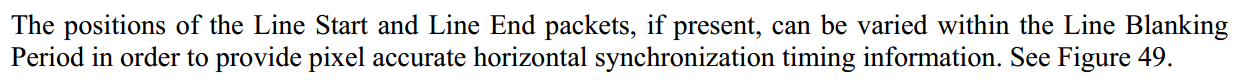


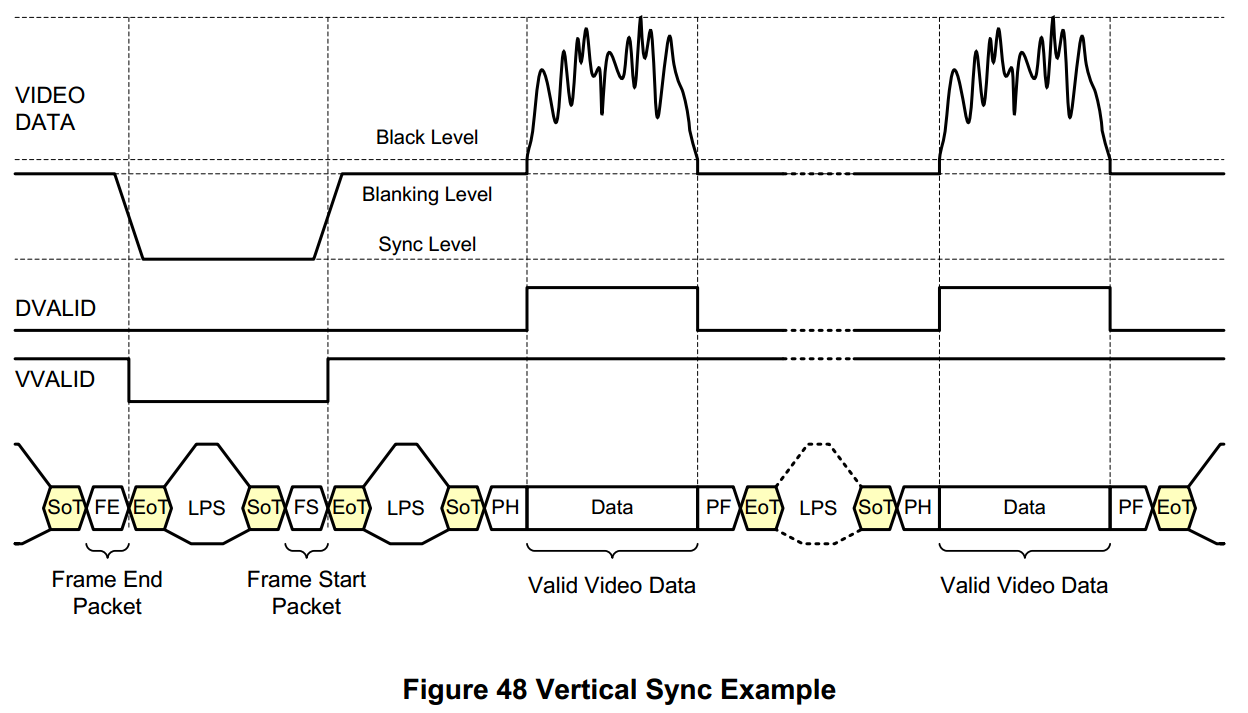


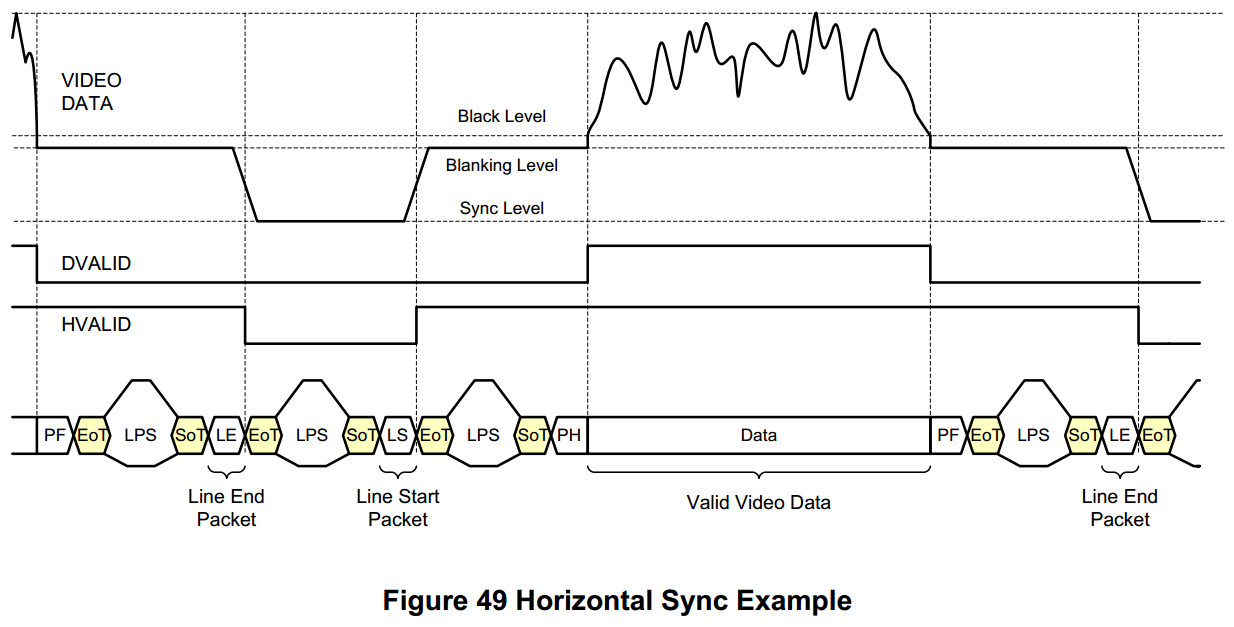


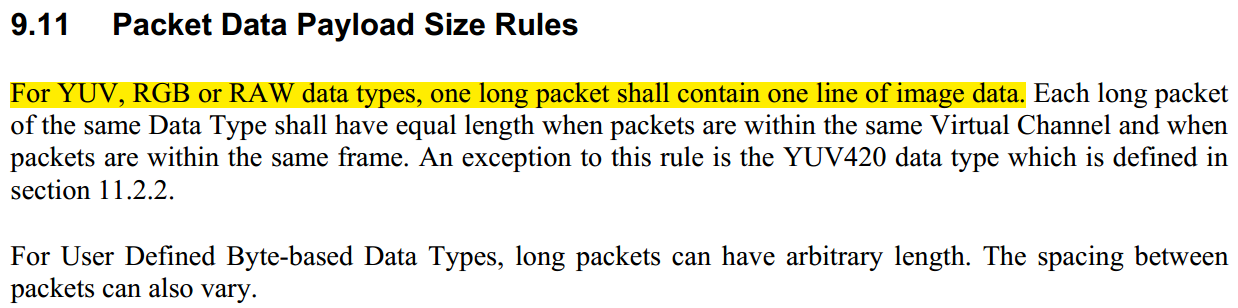


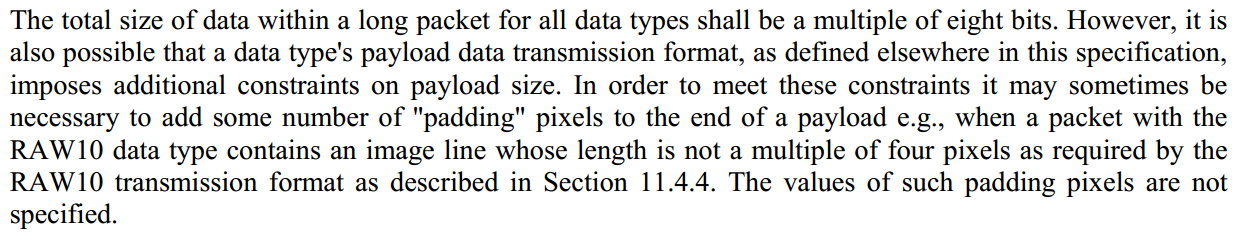


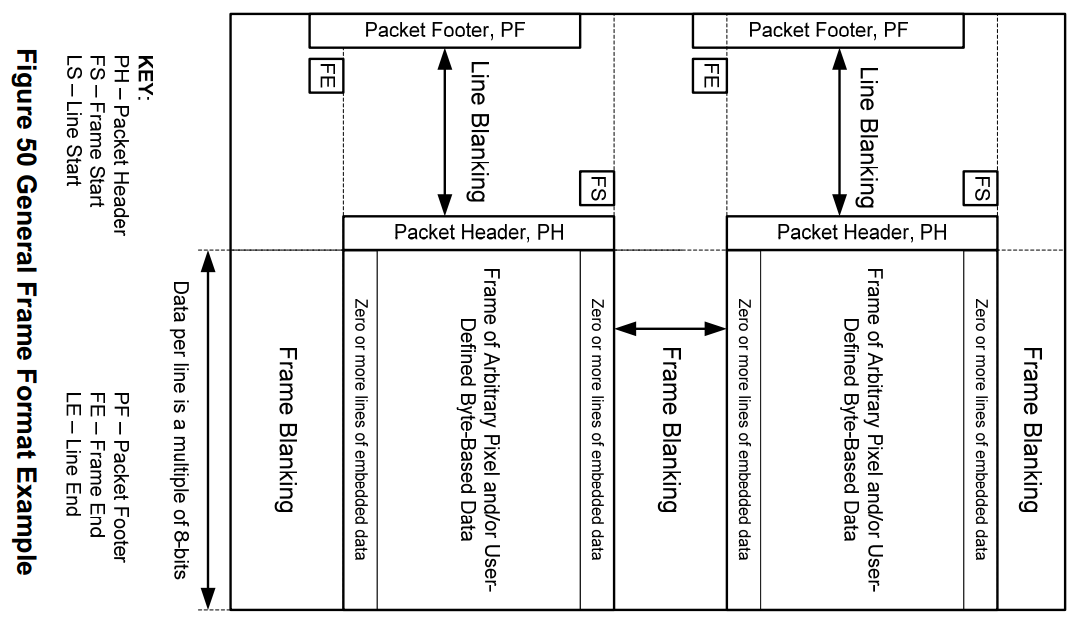


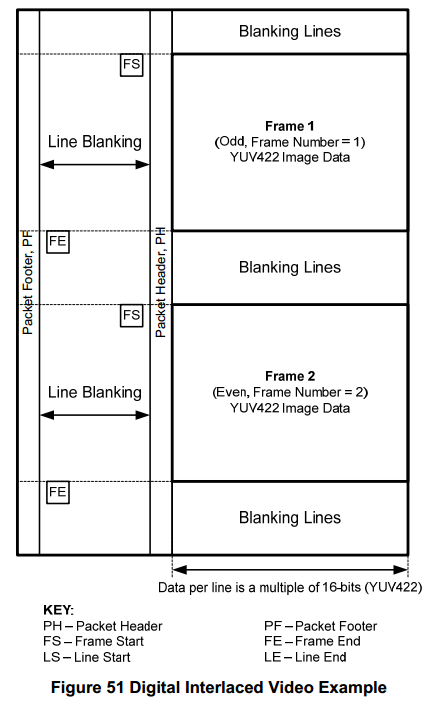


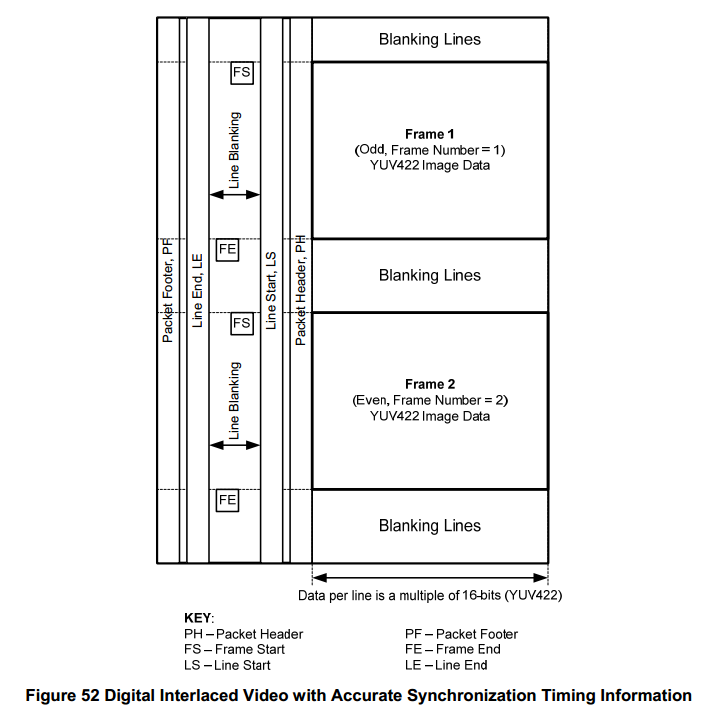


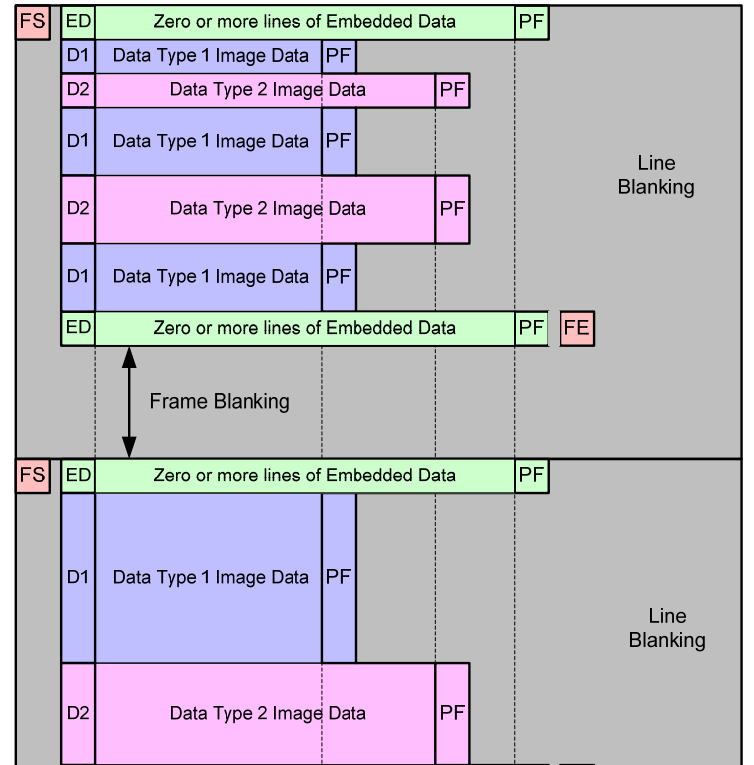


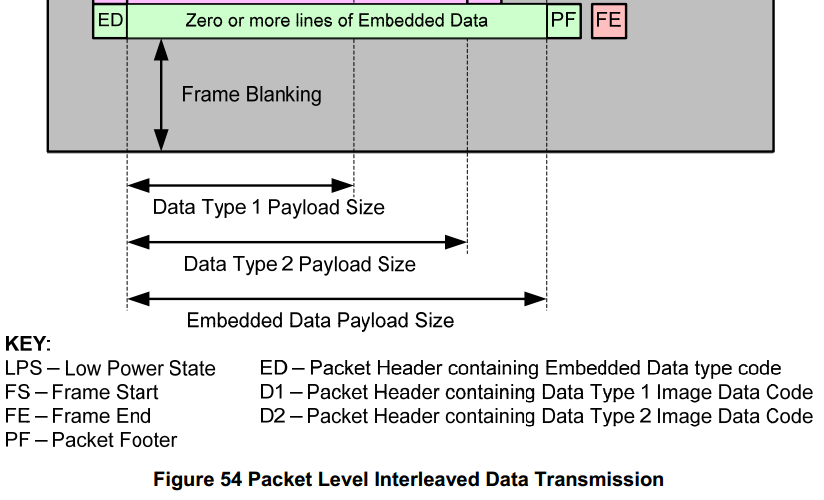


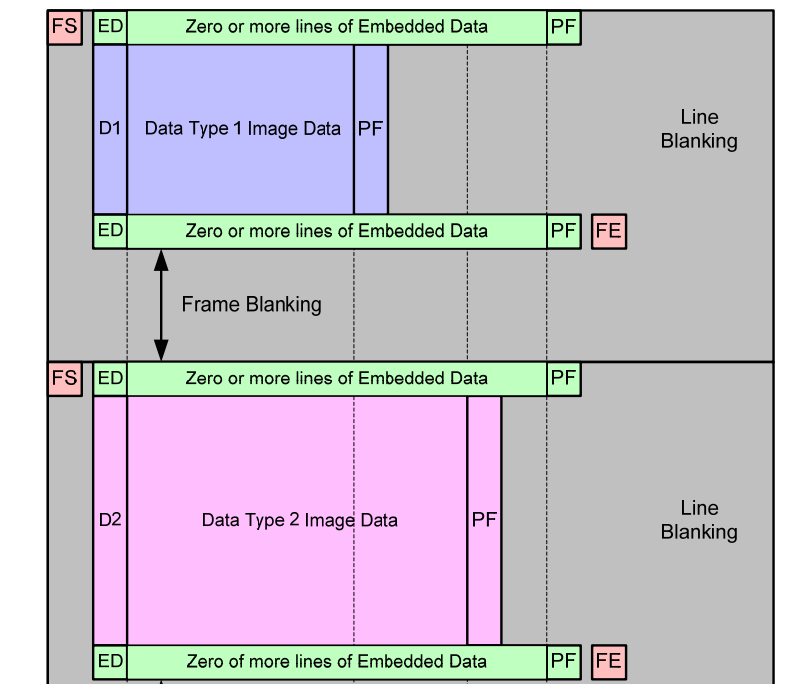


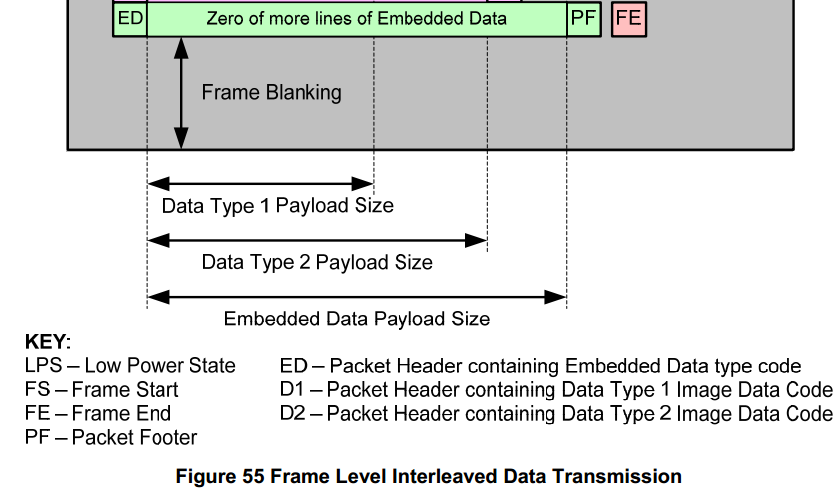


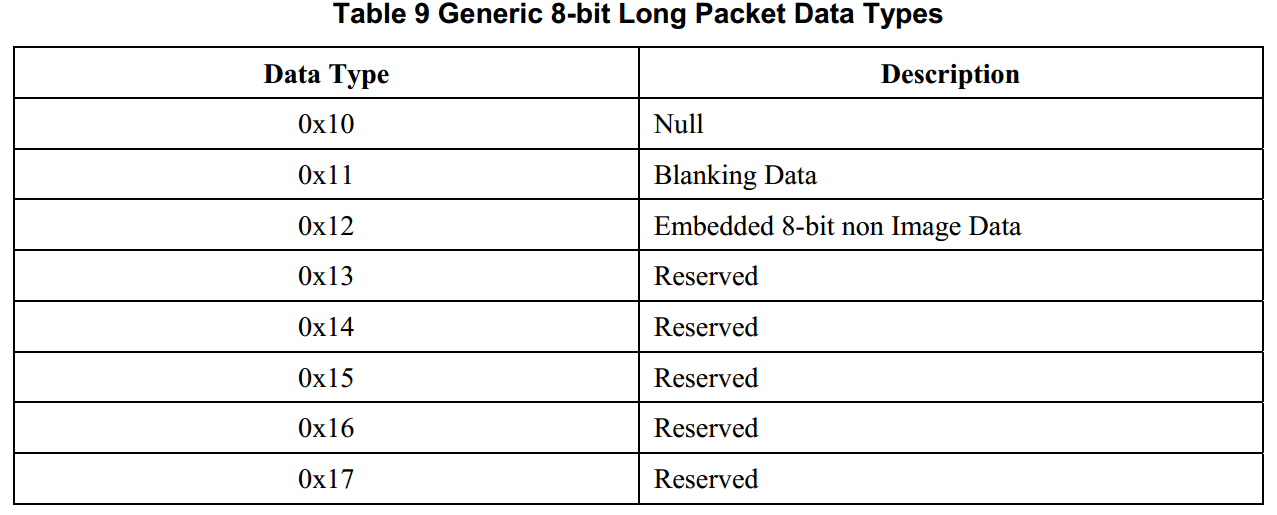


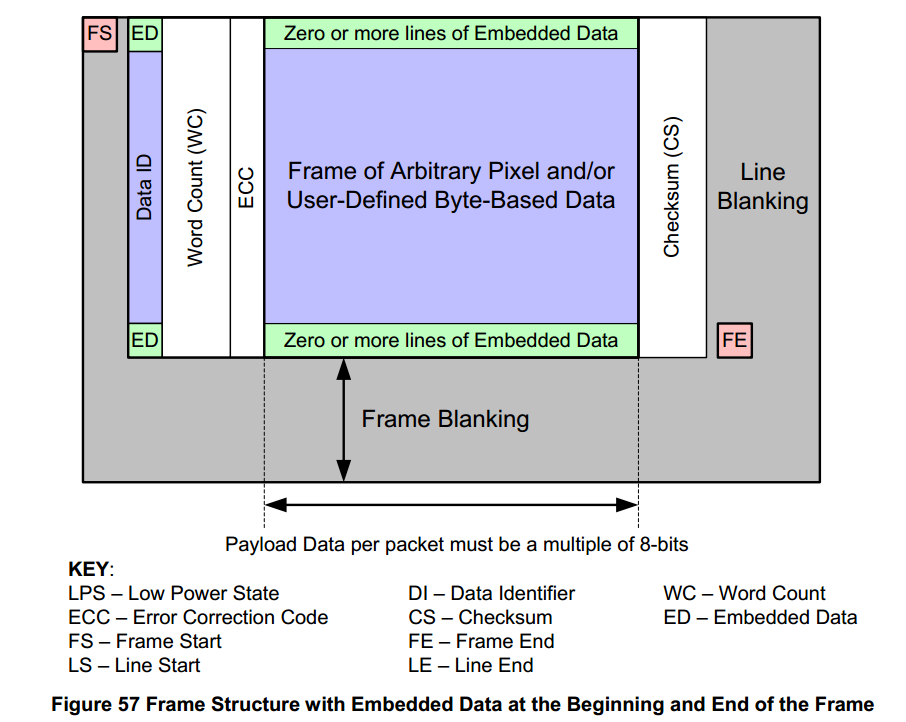


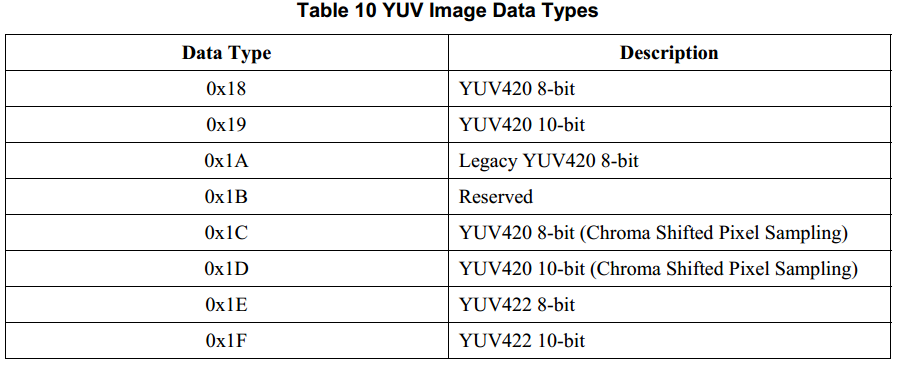


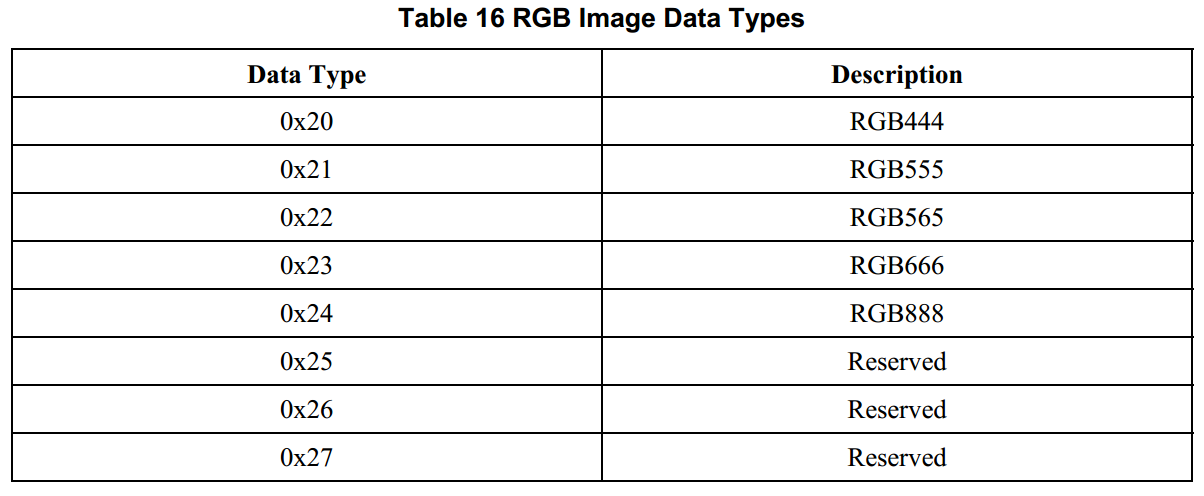


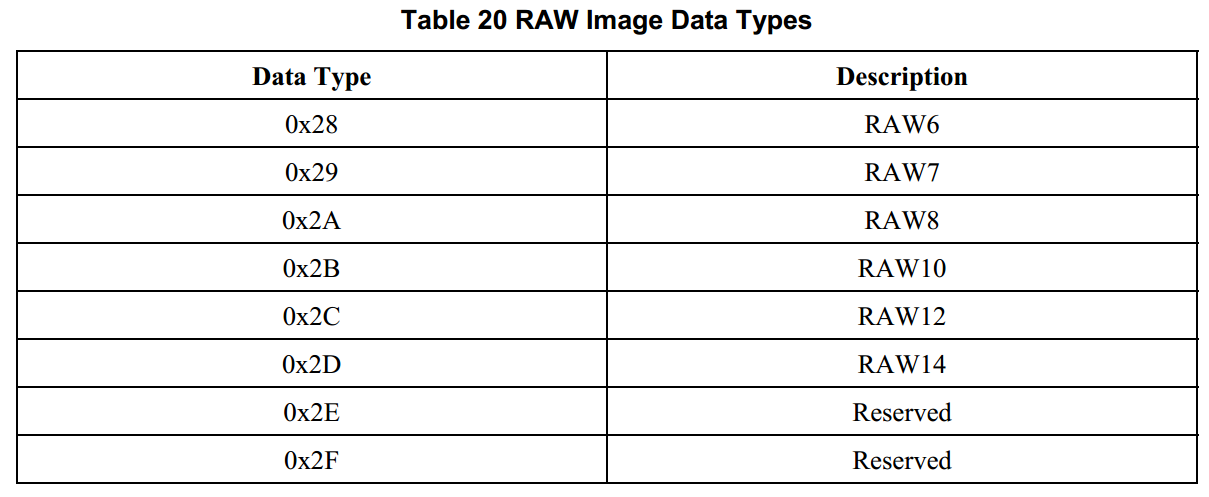


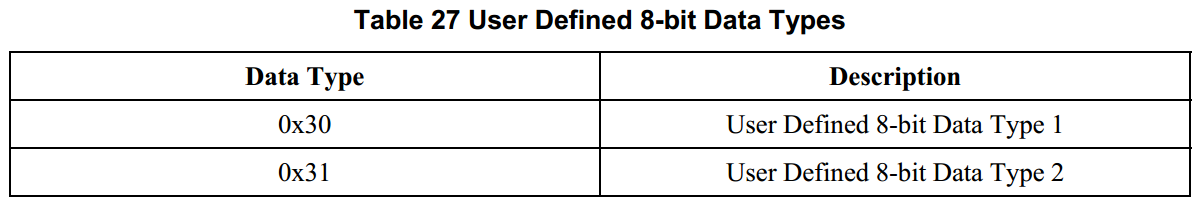


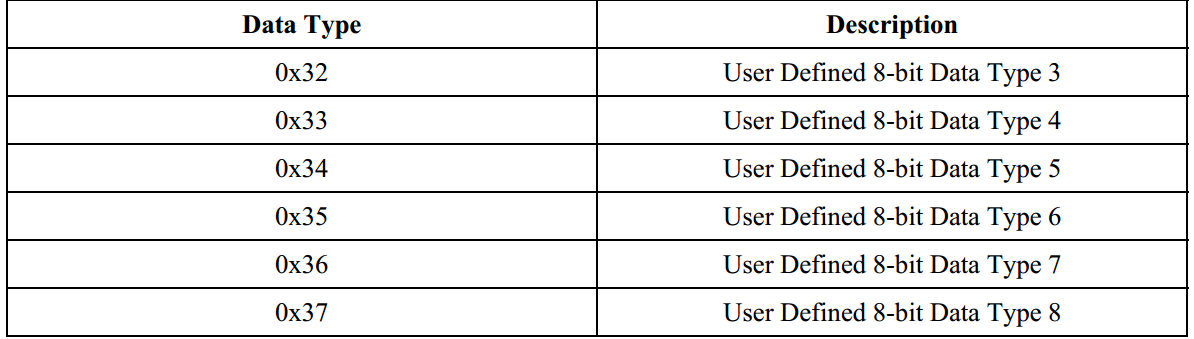


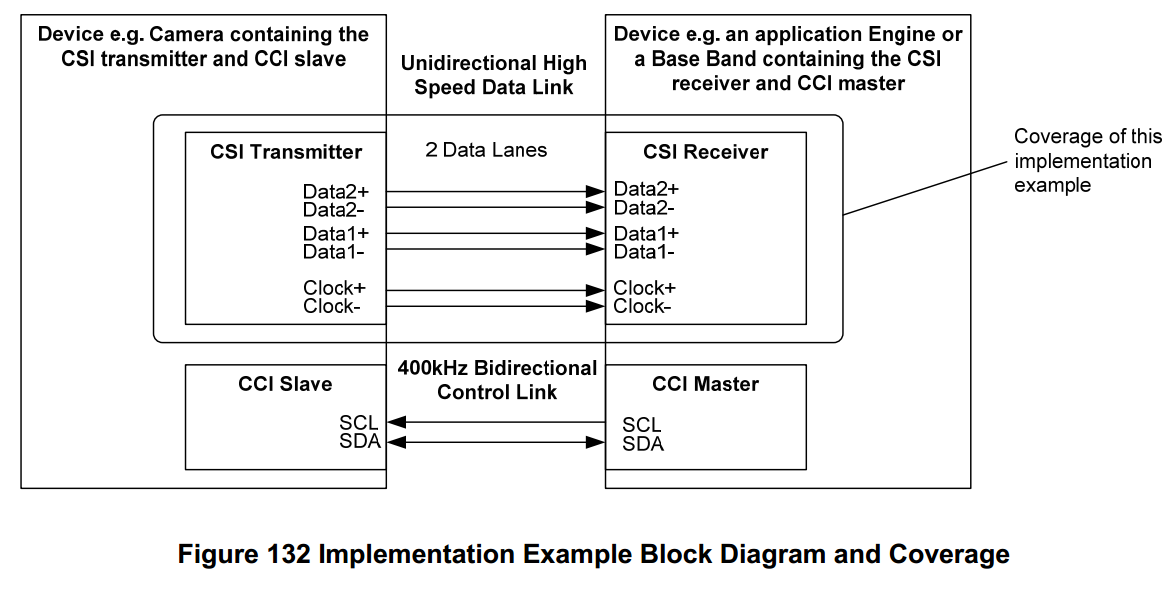


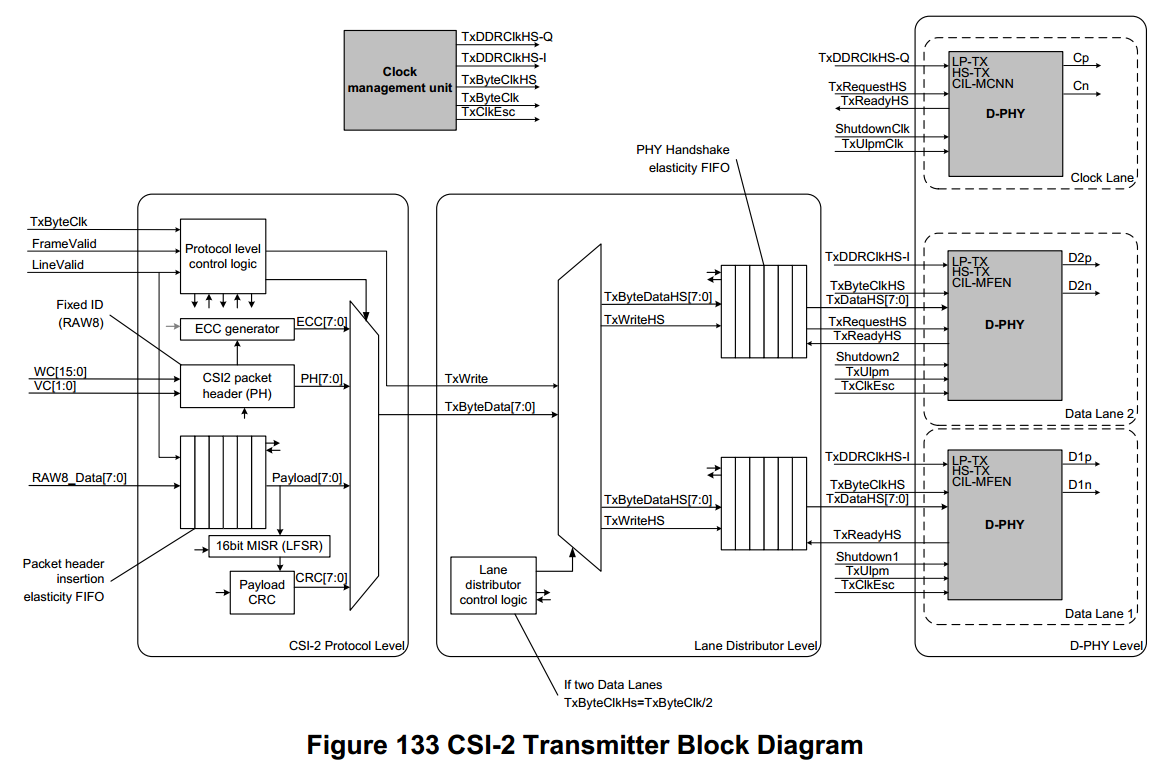


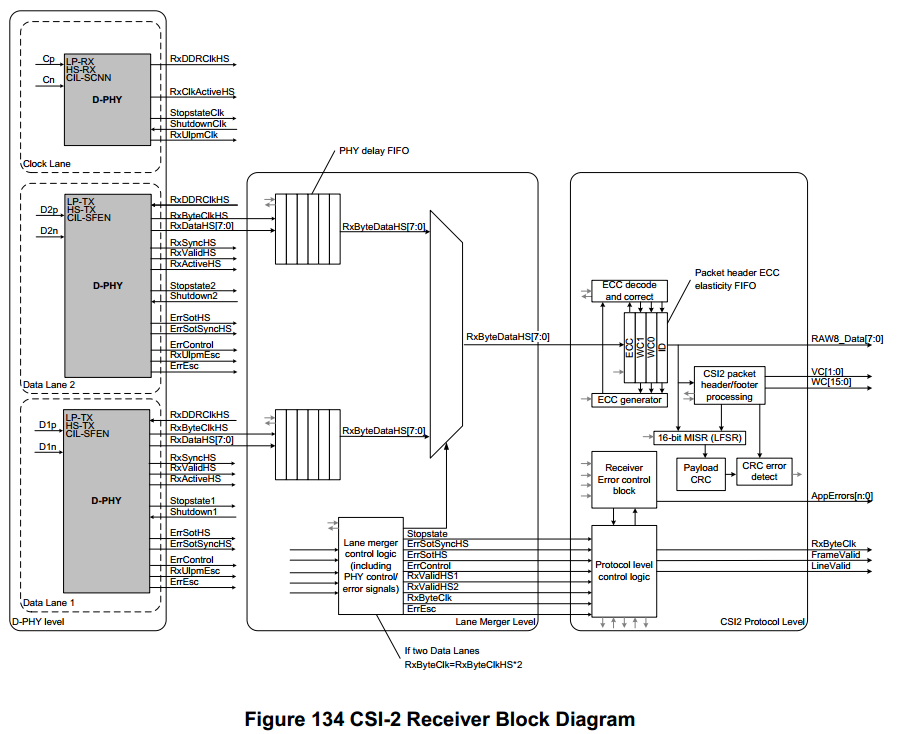


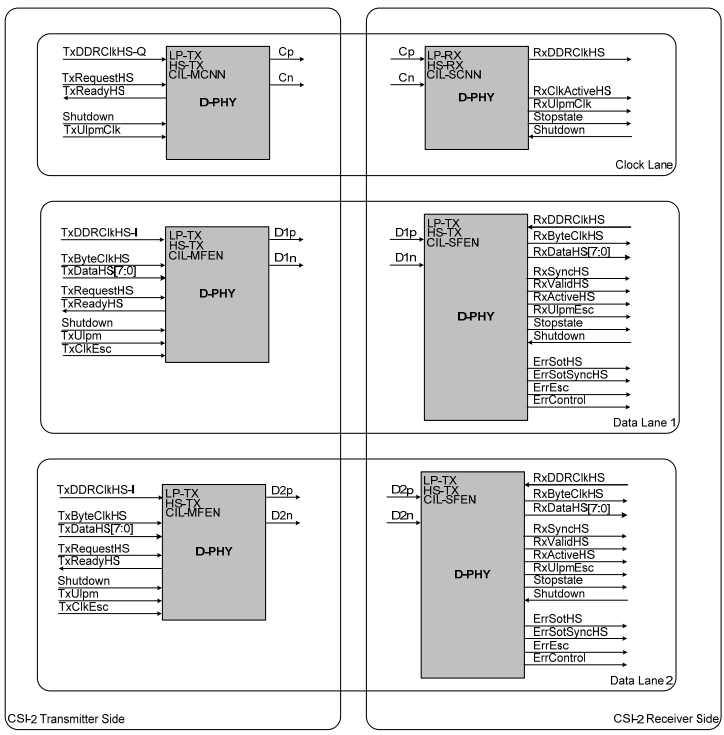












Other information like:

9.5 Packet Header Error Correction Code

12 Recommended Memory Storage

Annex A JPEG8 Data Format (informative)

Annex C CSI-2 Recommended Receiver Error Behavior (informative)

Annex E Data Compression for RAW Data Types (normative)

...