

团 体 标 准

T/CSAEXX—20XX

车载音视频桥（AVB）技术要求

Technical requirements of automotive audio video bridging (AVB)

（报批稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

2020-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国汽车工程学会 发布

目 次

前 言	II
1. 范围	1
2. 规范性引用文件	1
3. 术语和定义	1
3.1. 系统	1
3.2. 节点	2
4. 缩略语	2
5. 车载 AVB 网络架构	3
6. 功能要求	4
6.1. 以太网传输	4
6.2. 时间同步	4
6.3. 传输调度	6
6.4. 流过滤和管控	6
6.5. 业务封装	7
6.6. 数据加密和完整性保护	7
6.7. 帧复制和消除	7
7. 节点要求	7
7.1. 桥节点	7
7.2. 源节点	8
7.3. 目标节点	8
参 考 文 献	9

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则编写。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国智能网联汽车产业创新联盟组织提出。

本标准起草单位：华为技术有限公司、中国信息通信研究院、国汽（北京）智能网联研究院有限公司、浙江吉利汽车研究院有限公司、长城汽车股份有限公司、帝亚一维新能源汽车有限公司、广州小鹏汽车科技有限公司、苏州裕太车通电子科技有限公司、是德科技（中国）有限公司、东软集团（大连）有限公司、上海博泰悦臻电子设备制造有限公司、杭州云动智能汽车技术有限公司。

本标准主要起草人：张兴新、李巍、常伟、王学寰、户亚松、傅强、李晨博、王意、李爽、严伟、周轩羽、李利平、李春林、郑洪江、全剑敏、朱正龙、王传鑫

车载音视频桥（AVB）技术要求

1. 范围

本标准规定了车载音视频桥的系统功能要求和节点要求。
本标准适用于车企的车载音视频桥企标制定参考，系统厂商、设备厂商的车载音视频桥系统和节点的开发指导。

2. 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

IEEE Std 1722	电气与电子工程师协会 桥接局域网标准—时延敏感应用传输协议 (IEEE Standard for a Transport Protocol for Time-Sensitive Applications in Bridged Local Area Networks)
IEEE Std 802.1AS	电气与电子工程师协会 局域和城域网标准—桥接局域网时间敏感应用的定时和同步 (IEEE Standard for Local and metropolitan area networks—Timing and Synchronization for Time-Sensitive Applications in Bridged Local Area Networks)
IEEE Std 802.1BA	电气与电子工程师协会 局域和城域网标准—音视频桥接系统 (IEEE Standard for Local and metropolitan area networks—Audio Video Bridging (AVB) Systems)
IEEE Std 802.1Qat	电气与电子工程师协会 局域和城域网标准—虚拟桥接局域网 补丁 14: 流预留 (IEEE Standard for Local and metropolitan area networks—Virtual Bridged Local Area Networks—Amendment 14: Stream Reservation Protocol (SRP))
IEEE Std 802.1Qav	电气与电子工程师协会 局域和城域网标准—虚拟桥接局域网 补丁 12: 时间敏感业务流的转发与排队增强 (IEEE Standard for Local and metropolitan area networks—Virtual Bridged Local Area Networks Amendment 12: Forwarding and Queuing Enhancements for Time-Sensitive Streams)

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1. 系统

3.1.1. 车载音视频桥系统 Automotive audio video bridging (AVB) system

车载音视频桥网络，以及承载的车载音视频流，共同构成车载音视频桥系统。

3.1.2. 车载音视频桥网络 Automotive AVB network

符合本标准要求的桥节点、端节点等节点，通过车载以太网连接构成的连续集合。

3.1.3. 车载音视频流 Automotive AVB stream

车载 AVB 网络中，预留了传输带宽的音视频流。

3.1.4. 流预留域 Stream reservation protocol (SRP) domain

车载 AVB 网络中，具有相同的流预留类别 (SR Class)和 AVB 流传输优先级的连续节点的逻辑集合。

3.1.5. 时间同步域 Generalized precision time protocol (gPTP) domain

车载 AVB 网络中，符合本标准时间同步要求的连续节点的逻辑集合。

3.1.6. 车载音视频域 Automotive AVB domain

SRP域和gPTP域的交集。

3.2. 节点

3.2.1. 桥节点 Bridging Node

车载AVB网络中，中转AVB流的桥接设备。

3.2.2. 源节点 Source Node

车载AVB网络中，AVB流的源终端设备。

3.2.3. 目标节点 Target Node

车载AVB网络中，AVB流的目标终端设备。

3.2.4. 端节点 End Node

源节点 Source Node和目标节点Target Node的统称。

4. 缩略语

下列缩略语适用于本标准。

AAF	AVTP 音频格式	AVTP Audio Format
AN	自动协商	Auto-negotiation
AV	音视频	Audio Video
AVB	音视频桥	Audio Video Bridging
AVTP	音视频传输协议	Audio Video Transport Protocol
BMCA	最佳主时钟算法	Best Master Clock Algorithm
CBS	基于信用的整形	Credit-Based Shaping
CVF	压缩视频格式	Compressed Video Format
EEE	高效以太网	Energy Efficient Ethernet

GM	授时主节点	Grand Master
IEC	国际电工委员会	International Electrotechnical Commission
IEEE	电气电子工程师协会	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IIDC	工业数字摄像头	Instrumentation and Industrial Digital Camera
LAN	局域网	Local Area Network
MAC	媒质接入控制	Media Access Control
PCM	脉冲编码调制	Pulse Code Modulation
PHY	物理层	Physical
PSFP	基于流的过滤策略	Per Stream Filter and Policing
QoS	服务质量	Quality of Service
Slave	授时从节点	Slave
SR Class	流预留类别	Stream Reservation Class
SRP	流预留协议	Stream Reservation Protocol
VLAN	虚拟局域网	Virtual Local Area Network

5. 车载 AVB 网络架构

车载 AVB 网络可包括以下节点类型:

- 源节点,
- 目标节点,
- 同时作为源和目标的节点,
- 桥节点。

车载 AVB 网络的一个架构示例，如图 5-1。

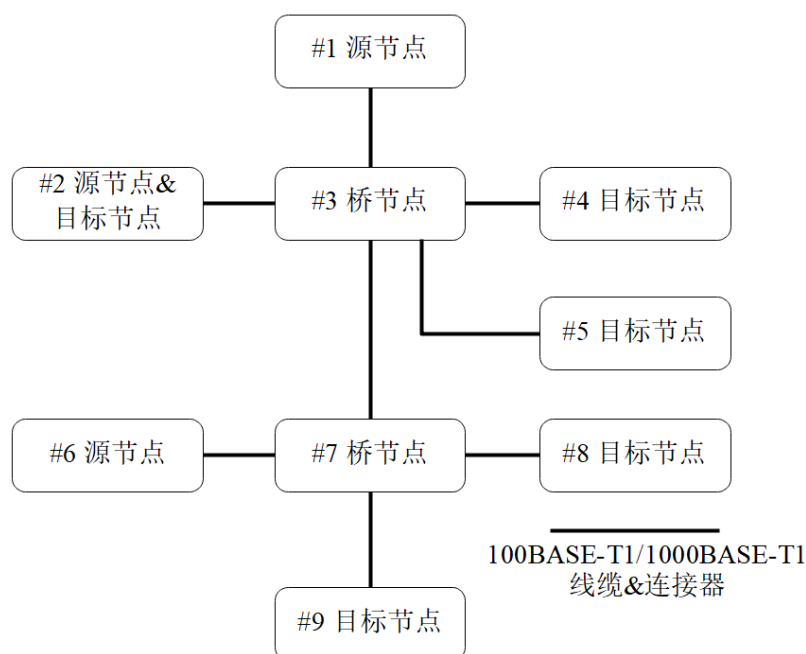


图 5-1 车载 AVB 网络架构示例

节点#1 和#6 为源节点，提供音视频服务。节点#4、#5、#8 和#9 为目标节点，节点#2 同时作为源节点和目标节点。目标节点通过桥节点#3 和#7，获取源节点提供的音视频服务。所有节点通过符合

IEEE802.3bw (100BASE-T1)或 IEEE802.3bp(1000BASE-T1)要求的线缆和连接器连接，形成一个车载 AVB 网络。需要说明的是，车载 AVB 网络中桥节点不是必须的，可仅由源节点和目标节点直接连接构成。

车载 AVB 网络中，节点配置的 SR Class 参数不同，SR Class 对应的传输优先级不同，将车载 AVB 网络分割为 2 个或多个车载 AVB 域。

图 5-2 左侧的车载 AVB 网络 1 中，车载 AVB 域 1 包含节点#1~#5，使用 SR Class B、优先级 3 传输车载 AVB 流。车载 AVB 域 2 包括节点#6~#9，同样使用 SR Class B，但配置的传输优先级为 2。图 5-2 右侧的车载 AVB 网络 2 中，车载 AVB 域 3 包含节点#1~#4，使用 SR Class B、优先级 3 传输车载 AVB 流。车载 AVB 域 4 包括节点#5~#9，使用 SR Class A，优先级 2。

SR Class A 和 SR Class B 详见本标准的 6.3.2。优先级 2 和 3，参考 IEEE Std 802.1Q。

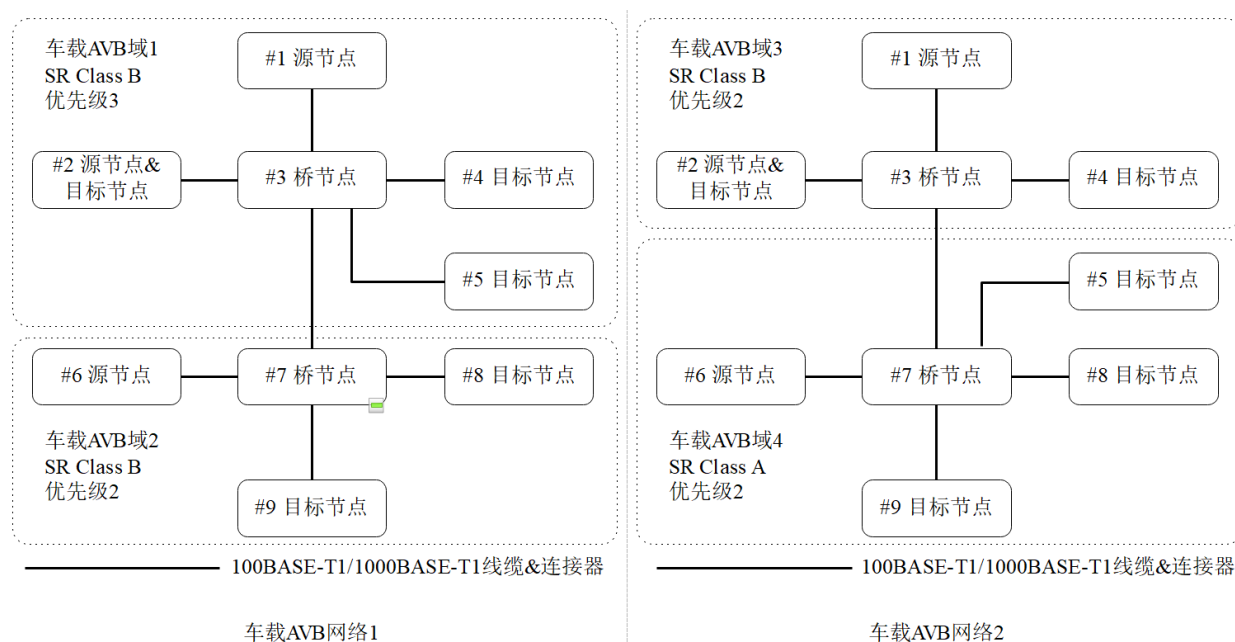


图 5-2 包含 2 个域的车载 AVB 网络架构示例

本标准保障车载 AVB 流等时延敏感业务在车载 AVB 域内传输的服务质量 QoS，跨车载 AVB 域的 QoS 保障不在本标准范围内。

6. 功能要求

本章节从功能层面，细化保障车载 AVB 域内车载 AVB 流传输 QoS 的特定要求。

6.1. 以太网传输

传输速率：支持至少 100Mbps 车载以太网，如 IEEE Std 802.3bw、IEEE Std 802.3bp。

自动协商 AN：承载 AVB 流的车载以太网的 1000BASE-T1 PHY，不宜开启 AN。

高效以太网 EEE：承载 AVB 流车载以太网端口不宜启用 EEE。

包长约束：以太网包净荷不应超过 1500 字节。

6.2. 时间同步

符合本节要求的多个连续节点构成时间同步 gPTP 域，车载 AVB 域内的所有节点属于同一个 gPTP 域。

6.2.1. 同步精度

本标准使用 IEEE Std 802.1AS 定义的时间同步机制,为车载 AVB 流的对口型、多屏同步播放等需求提供时间同步基础。车载 AVB 网络中的所有节点应支持 IEEE Std 802.1AS, 在不超过 7 跳的车载 AVB 网络中, 任意两个节点间的时间误差不超过 $1\ \mu\text{s}$ 。

6.2.2. 节点和端口的时间同步类型

车载 AVB 网络中, 不宜使用最佳主时钟算法 BMCA 确定时间同步的授时主节点 GM, 宜使用预配置方式确定节点在 gPTP 域中的角色, 以及承载 AVB 流的端口的时钟类型, 缩短车载 AVB 系统启动时间。

一个时刻, 车载 AVB 网络的 gPTP 域内应有且只有一个节点作为 GM, 其余节点均为授时从节点 Slave。如图 6-1 所示, 节点 1 为 GM, 其余节点为 Slave。GM 对接桥节点#3 的车载以太网端口为时钟 Master 端口, 对应的桥节点#3 端口为时钟 Slave 端口, 桥节点#3 的其他端口为时钟 Master 端口。

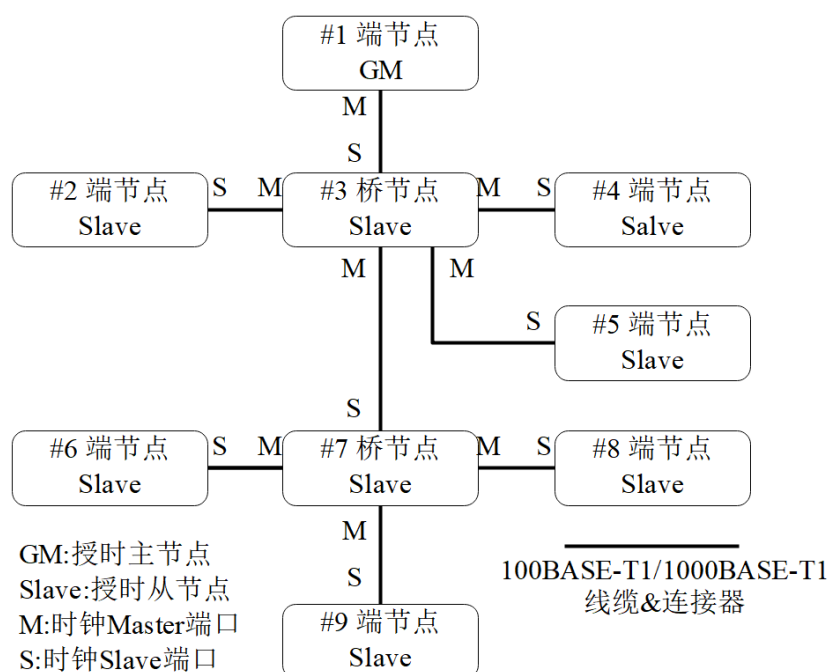


图 6-1 车载 AVB 时间同步域示例

6.2.3. 邻节点传导延迟

邻节点传导延迟 neighborPropDelay 用于计算当前的时间。在车载封闭环境中, 邻节点传导延迟相对固定, 授时从节点 Slave 应在不可破坏存储中预先配置邻节点传导延迟。在启动时, 使用预配置的邻节点传导延迟修正 Slave 的本地时钟。启动后, 通过 IEEE Std 802.1AS 定义的标准方法, 计算并获得邻节点传导延迟的当前稳定值。当前稳定值可用于刷新预配置的邻节点传输延迟, 获得新的预配置邻节点传输延迟。当前稳定值与预配置的邻节点传输延迟的差异超过 100ns , 将当前稳定值作为新的预配置邻节点传输延迟。多种滤波方法可以用于获得当前稳定值, 本标准不做约束。

IEEE Std 802.1AS 中, 当邻节点传输延迟超过邻节点传导延迟门限 $\text{neighborPropDelayThresh}$ 时, 将导致端口同步失败。本标准不允许该情况出现。

Slave 可预先配置速率比率 rateRatio 和邻节点速率比率 neighborRateRatio , 用于加速时间同步。 rateRatio 和 neighborRateRatio 随时间和温度变化较大, 加速作用可能有限。

6.2.4. 时间同步信息发送间隔

在时间同步的不同阶段，灵活调整时间同步消息的发送间隔，平衡不同需求。初始同步阶段，配置较短的发送间隔，加快同步收敛，支持快速启动。同步维持阶段，配置较长的发送间隔，降低设备负载，减少带宽占用。gPTP 域的所有节点应支持表 6-1 所示的时间同步信息发送间隔配置。

表 6-1 推荐的时间同步信息发送间隔配置

消息类型	初始同步阶段	正常维持阶段
Sync	31.25ms~125ms	125ms~1s
PdelayReq	1s	1s~8s

时间同步信息发送间隔调整由 Slave 触发。Slave 应在完成时间同步后 60s 内发送该调整信息，该调整信息携带希望使用的 Sync/PdelayReq 消息发送间隔。桥节点可根据所有活跃时钟 Master 端口上的间隔调整信息，触发 Slave 端口上的消息发送间隔调整，Slave 端口的时间同步消息发送间隔，应与所有 Master 端口上的时间同步消息发送间隔最小值相等。

6.3. 传输调度

车载 AVB 网络中，通过带宽预留和基于信用的调度机制，保证 AVB 流的传输 QoS。符合本节要求的连续节点构成 SRP 域，车载 AVB 域内的所有节点，属于同一个 SRP 域。

6.3.1. 带宽预留

车载 AVB 系统应支持通过预配置方式实现传输带宽预留。在激活 AVB 流的任一端口上，所有 AVB 流的预留带宽累计不宜超过端口带宽的 75%。

6.3.2. 基于信用的调度机制

车载 AVB 系统应支持绝对优先级调度机制和基于信用的调度机制 CBS，AVB 流优先级应高于非 AVB 流。绝对优先级调度机制，参考 IEEE Std 802.1Q。

基于信用的调度机制 CBS，在提供符合 AVB 流需求的传输带宽基础上，平滑 AVB 流在整个系统中的传输，减少网络拥塞，确保传输时延上界在 AVB 流的要求范围内。AVB 流的最大传输时延，为不超过 7 跳的车载 AVB 网络中，AVB 流从源节点层 2 到目标节点层 2 的端到端时延。CBS 的参数定义和技术细节，参考 IEEE Std 802.1Qat。

针对 AVB 流，本标准定义了 4 类 SR Class 模板，如表 6-2 所示。

表 6-2 SR Class 模板

SR Class 模板	模板 1	模板 2	模板 3	模板 4
带宽占用测量周期	125.00us	250.00us	1333.33us	1451.25us
最大传输时延	2ms	10ms	15ms	15ms

实际应用中宜选择其中最多 2 种 SR Class 用于传输 AVB 流，分别对应 SR Class A 和 SR Class B。其中 SR Class A 对应最大传输时延要求较高的 SR Class 模板，在传输中使用优先级 3，SR Class B 对应最大传输时延要求较低的 SR Class 模板，在传输中使用优先级 2。当仅使用 1 种 SR Class 时，默认为 SR Class B。在激活 AVB 流的端口上不宜启用 IEEE Std 802.3 定义的 MAC control PAUSE、Priority-based flow control 功能。

6.4. 流过滤和管控

使用同一 SR Class 的多条 AVB 流，共用该 SR Class 预留的传输带宽。当某一条 AVB 流出现异常突发时，会挤占其他正常 AVB 流的传输带宽。开启 IEEE Std 802.1Qci 定义的 PSFP 特性，对异常流进行过滤，可避免对其他正常流的影响。

6.5. 业务封装

本标准中，AVB 流使用 IEEE Std 1722 进行封装。

源节点和目标节点应支持的 1722 业务封装格式：

- a) AAF(AVTP Audio Format)
16bit/24bit PCM 量化、48Khz/44.1Khz 采样率、正常/稀疏的时间戳模式。当目标节点支持的声道数低于源节点时，目标节点仅播放其声道数对应的音频采样。当源节点音源的声道数变化时，源节点通过 AAF 帧头的 Event 字段指示声道变化。更多细节，参考 IEEE Std 1722。
- b) CVF(Compressed Video Format)
H.264，MJPEG（Motion JPEG）
- c) IEC 61883/IIDC Format
MPEG2-TS

1722 帧头中的演示时间 Presentation Time、最大定时不确定性 Maximum Timing Uncertainty 与 SR Class 的对应关系如表 6-3 所示。

表 6-3 Presentation Time、Maximum Timing Uncertainty 与 SR Class 的对应关系

SR Class 模板	模板 1	模板 2	模板 3	模板 4
带宽占用测量周期	125.00us	250.00	1333.33us	1451.25us
Presentation Time	2ms	10ms	15ms	15ms
Maximum Timing Uncertainty	125us	1000us	500us	500us

6.6. 数据加密和完整性保护

本标准不涉及 AVB 流的数据加密和完整性保护约束。

6.7. 帧复制和消除

当源节点和目标节点之间存在多条传输路径，通过帧复制和消除技术，使用不同的路径传输，避免某条路径被干扰或失效导致的丢包或业务中断，可提升 AVB 流的传输可靠性。源节点进行帧复制，桥节点和目标节点进行重复帧消除，参考 IEEE Std 802.1CB-2017。

7. 节点要求

本章节从组件层面，明确车载 AVB 网络中各类节点的要求。

7.1. 桥节点

桥节点至少两个端口应符合以下要求。

必选要求：

- a) 支持 100Mbps/1Gbps 车载以太网；
- b) 支持 gPTP 时间同步；
- c) 支持端口时钟角色配置、邻节点传输延迟配置；
- d) 支持 Sync/PdelayReq 传输周期调整；
- e) 支持静态带宽预留，所有 AVB 流累计带宽占该端口带宽的比例不超过 75%；
- f) 至少支持 2 类优先级，其中至少一种用于 AVB 流；
- g) 支持 CBS 调度，至少支持 SR Class B；

可选要求：

- h) 支持流过滤和管控；

- i) 支持帧复制和消除。

7.2. 源节点

源节点至少一个端口应符合以下要求。

必选要求：

- a) 支持 100Mbps/1Gbps 车载以太网；
- b) 支持 gPTP 时间同步；
- c) 支持端口时钟角色配置、邻节点传输延迟配置；
- d) 支持 Sync/PdelayReq 传输周期调整；
- e) 支持至少 1 条 AVB 流发送；
- f) 支持静态带宽预留，所有 AVB 流累计带宽占该端口带宽的比例不超过 75%；
- g) 支持 6.5 中 Presentation Time、Maximum Timing Uncertainty 的填写；
- h) 支持 6.5 中至少一种 1722 封装格式，用于封装 e) 中的 AVB 流；
- i) 支持 CBS 调度，至少支持 SR Class B；

可选要求：

- j) 支持帧复制和消除。

7.3. 目标节点

目标节点至少一个端口应符合以下要求。

必选要求：

- a) 支持 100Mbps/1Gbps 车载以太网；
- b) 支持 gPTP 时间同步；
- c) 支持端口时钟角色配置、邻节点传输延迟配置；
- d) 支持 Sync/PdelayReq 传输周期调整；
- e) 支持至少 1 条音视频流接收；
- f) 支持 6.5 中 Presentation Time、Maximum Timing Uncertainty 的读取；
- g) 支持 6.5 中的所有 1722 业务封装；

可选要求：

- h) 支持帧复制和消除。

参 考 文 献

- [1] IEEE Std 802.3bp-IEEE Standard for Ethernet Amendment 1: Physical Layer Specifications and Management Parameters for 100Mb/s Operation over a Single Balanced Twisted-Pair Cable
 - [2] IEEE Std 802.3bw-IEEE Standard for Ethernet Amendment 4: Physical Layer Specifications and Management Parameters for 1 Gb/s Operation over a Single Twisted-Pair Copper Cable
 - [3] IEEE Std 802.1Q-IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks-Bridges and Bridged Networks
 - [4] IEEE Std 802.1Qci-IEEE Standard for Local and metropolitan area networks-Virtual Bridged Local Area Networks Amendment 28: Per-Stream Filtering and Policing
 - [5] IEEE Std 802.1CB-2017 - IEEE Standard for Local and metropolitan area networks-Frame Replication and Elimination for Reliability
-