

Оглавление

Введение	3
Литература	6
1. Мультисервисные сети	7
1.1. Особенности сетей Ethernet	7
1.2. Коммутируемый Ethernet	9
1.3. Виртуальные локальные сети	13
1.3.1. Виртуальные сети на основе стандарта IEEE 802.1Q	14
1.3.2. Управление потоком на основе приоритетов ...	17
1.3.3. Виртуальные коммутаторы	18
Литература	20
2. Дисциплины и классы обслуживания трафика ...	21
2.1. Приоритеты	21
2.1.1. Беспriorитетное обслуживание	21
2.1.2. Относительные приоритеты	21
2.1.3. Абсолютные приоритеты	22
2.1.4. Смешанные приоритеты	23
2.2. Классы обслуживания трафика	25
2.3. Процесс пересылки кадров	27
2.3.1. Формирование потока на основе кредитов IEEE 802.1Qav	33
2.3.2. Циклическая организация очереди и пересылка	35
2.3.3. Асинхронное формирование трафика	41
2.3.4. Репликация потока и исключение избыточности	42
Литература	43
3. Применение и развитие TSN	45

3.1. Интерес других отраслей технологии TSN	45
3.2. Будущее TSN	63
Литература	66
4. Технология TSN	68
4.1. Предпосылки	68
4.1.1. Гетерогенные сети	68
4.1.2. Развитие сетей с негарантированной доставкой	70
4.1.3. Создание TSN	71
4.1.4. Стандарты TSN	72
4.2. Работа TSN	82
4.2.1. Принципы функционирования	82
4.2.2. Архитектура	83
4.3. Компоненты и виды потоков в TSN	87
Литература	90
5. Синхронизация	92
5.1. Цели синхронизации TSN	92
5.2. Архитектура сети с учетом времени	97
5.3. Концепции и терминология IEEE 802.1AS.....	97
5.3.1. Домен gPTP	97
5.3.2. Всемирное координированное время	98
5.3.3. Экземпляры PTP	99
5.3.4. Синхронизация времени	100
Литература.....	104
6. Платформы разработки TSN.....	105
6.1. Платформа TTTech и Intel.....	105
6.2. Проект OpenTSN.....	110
Литература.....	124
7. Планирование трафика	126
7.1. Планирование трафика с детерминированными за- держками	126
7.2. Планирование трафика высокой критичности.....	128
7.3. Планирование трафика смешанной критичности на основе протокола TTEthernet.....	136

7.3.1. Модели TTEthernet	137
7.3.2. Протокол TTEthernet	140
7.4. Циклическое обслуживание трафика по расписанию.	151
7.5. Пример составления расписания для трафика высокой критичности	154
Литература	157
8. Моделирование TSN	159
8.1. Основные определения	159
8.2. Сравнение решений для Ethernet реального времени	162
8.3. Анализ эффективности стандартов TSN	163
8.4. Моделирование сетей с использованием программного обеспечения OMNeT	166
8.4.1. Архитектура среды моделирования	167
8.4.2. Сценарии моделирования TSN	169
8.5. Создание моделирующей системы с использованием языка Java	180
8.5.1. UML-диаграммы	181
8.5.2. Работа симулятора	185
8.6. Сравнение	193
Литература	194