



KL-920

Современная цифровая система связи



*Компьютер не входит в комплект поставки.

KL-920 применяется с быстродействующими устройствами MCU, DSP и FPGA высокой гибкости, обеспечивая студентам больше возможностей для настройки и наблюдения цифровых сигналов данных на каждой передаче.

Учебные темы включают передачу АМн / ЧМн сигналов в беспроводном диапазоне ISM, кодек с прямой коррекцией ошибок (FEC) (блочный и сверточный коды), форматирование цифровых данных (пreamбула, ID, FEC и CRC), манчестерское кодирование, транспортировочный кадр SONET (STS-1 и STM-1), TDMA, ИКМ, TDM, DSSS, CDMA, цифровой фильтр и др.

● Особенности

1. Полный формат передаваемых цифровых данных, включающий стартовый бит, преамбулу, идентификатор, данные с кодированием FEC, CRC и стоповый бит
2. Все передающиеся цифровые данные перед их передачей с помощью АМн или ЧМн кодируются манчестерским кодом.
3. Программируемые данные, скорость передачи данных, идентификатор и шум задаются с помощью DIP-переключателей.
4. Можно включить или проигнорировать кодирование FEC, механизм CRC и манчестерское кодирование перед передачей ISM.
5. В канале TDMA передаются или принимаются 3 пакета звуковых сигналов посредством кадров STS-1 и STM-1
6. Передача по сдвоенному каналу TDM ШИМ-модулированного звукового сигнала ИКМ или компандер с распределением А/распределением μ

● Технические характеристики

KL-96001 Главный блок

1. Генераторы дуальных функций
 - (1) Форма выходного сигнала : синусоидальные, треугольные, прямоугольные импульсы и сигнал уровня ТТЛ.
 - (2) Выходное напряжение
 - a. 1 Гц~50 кГц : 0 ~ 20 В пик. с плавной регулировкой
 - b. 50 кГц~200 кГц : 0 ~ 16 В пик. с плавной регулировкой
 - c. 200 кГц ~500 кГц : 0 ~ 10 В пик. с плавной регулировкой
 - (3) Выходная частота : 6 диапазонов на выбор
 - a. 1 Гц ~ 10 Гц с плавной регулировкой
 - b. 10 Гц ~ 100 Гц с плавной регулировкой
 - c. 100 Гц ~ 1 кГц с плавной регулировкой
 - d. 1 кГц ~ 10 кГц с плавной регулировкой
 - e. 10 кГц ~ 100 кГц с плавной регулировкой
 - f. 100 кГц ~ 500 кГц с плавной регулировкойВсе эти диапазоны регулируются ручкой точной настройки на 10 оборотов
- (4) Вход АМ модуляции
 - a. Входная амплитуда : 0 ~ 5В пик.
 - b. Диапазон входных частот : 1Гц ~ 100кГц
 - c. Процент модуляции : 80%
 - d. Выход : АМ амплитуда с плавной регулировкой
- (5) Вход ЧМ модуляции
 - a. Входная амплитуда : 0 ~ 5В пик.
 - b. Входной импеданс : 10KΩ
 - c. Максимальный коэффициент модуляции : 50:1
- (6) Вход ЧМн (частотной манипуляции)
 - a. Входной импеданс : 10KΩ
 - b. Входной низкий уровень $\leq 0.7В$ и выходная частота регулируются Фиксированный Входной высокий уровень $\geq 3В$ и фиксированная выходная частота
2. Преобразователь напряжение-частота
 - (1) Входное напряжение : 0 ~ 20В
 - (2) Выходная частота : 0 ~ 20кГц
 - (3) Коэффициент преобразования : 1В = 1кГц
3. Регулируемый источник питания постоянного тока
 - (1) Выходное напряжение : 0 ~ 20В с плавной регулировкой
 - (2) Максимальный выходной ток : 100мА с защитой от перегрузки
4. Источник фиксированного напряжения питания постоянного тока
 - (1) Выходное напряжение : +5В, -5В (номинальный ток 500мА)
 - (2) Выходное напряжение : +12В, -12В (номинальный ток 300мА)
5. Универсальный счетчик частоты / периода
 - (1) Функции : Логический щуп / Частота / Период / Ширина импульса / Одиночный импульс
 - (2) Диапазон входных частот (F) : 1Гц ~ 99.999999МГц, 10Гц ~ 100.000000МГц
 - (3) Диапазон входных периодов (ТН и ТЛ) : 0.01 мкс ~ 999999.99 мкс, 1 мкс ~ 99999999 мкс
 - (4) Входной уровень : ТТЛ, аналоговый сигнал ($V_{in} \geq 2.2В$ пик.)
 - (5) Время дискретизации : 1сек и 0.1сек
 - (6) Отображение : 8-разрядный, 7-сегментный дисплей
6. Вход питания : переменное напряжение 90 ~ 230В, 50 / 60 Гц



KL-96021 ISM AMн / ЧМн трансивер и кодер цифровых данных

1. Несущая радиочастота
 - (1) Несущая частота трансивера : 434.92МГц
 - (2) Мощность несущей передатчика : 10дБм
 - (3) Чувствительность приемника к сигналу несущей : около -100дБм при 2.4Кбит/с
 - (4) Модуляция : На выбор АМн/ЧМн
 - (5) Сигнал промежуточной частоты : АМн (250кГц), ЧМн (150кГц)
 - (6) Полоса модуляции : 100Гц ~ 16кГц
2. Скорость данных
 - (1) 100 / 62.5Гц
 - (2) 160 / 100Гц
 - (3) 1.6К / 1кГц
 - (4) 16К / 10кГц
3. Формат передачи данных
 - (1) Стартовый бит
 - (2) 64-разрядные закодированные данные : 8-разрядные данные, закодированные с 8-разрядным расширением спектра
 - (3) Стоповый бит
4. Передача данных
 - (1) Непосредственная модуляция
 - (2) Манчестерское кодирование
5. Настройки и отображение данных : 8-разрядные данные с высоким и низким уровнями, устанавливаемыми переключателями, и светодиодным дисплеем
6. Кодирование и настройки кодового разделения : 8-разрядный двухпозиционный переключатель

KL-96022 ISM AMн / ЧМн трансивер и декодер цифровых данных

1. Несущая радиочастота
 - (1) Несущая частота трансивера : 434.92МГц
 - (2) Мощность несущей передатчика : 10дБм
 - (3) Чувствительность приемника к сигналу несущей : около -100дБм при 2.4Кбит/с
 - (4) Модуляция : На выбор АМн/ЧМн
 - (5) Сигнал промежуточной частоты : АМн (250кГц), ЧМн (150кГц)
 - (6) Полоса модуляции : 100Гц ~ 16кГц
2. Скорость данных
 - (1) 100 / 62.5Гц
 - (2) 160 / 100Гц
 - (3) 1.6К / 1кГц
 - (4) 16К / 10кГц
3. Частота дискретизации декодера :
Частота передаваемого сигнала x 16
4. Формат декодирования принимаемых данных
 - (1) Проверка стартового бита
 - (2) Проверка 8-разрядного кода с расширенным спектром
 - (3) Стоповый бит
5. Принятые данные
 - (1) Непосредственная демодуляция
 - (2) Манчестерское декодирование
6. Отображение принятых данных с кодовым разделением :
16 светодиодов для отображения 64 разрядов данных,
16 бит x 4, выбираются двумя DIP переключателями
7. Отображение декодированных данных : 8 светодиодов
8. Настройки декодирования кодового разделения :
8-разрядный двухпозиционный переключатель

KL-96023 Кодер кода идентификатора / CRC / FEC (блочный код) / манчестерский

1. Скорость данных
 - (1) 100 / 62.5 Гц
 - (2) 160 / 100 Гц
 - (3) 1.6К / 1кГц
 - (4) 16К / 10кГц
2. Настройки и отображение данных : 8-разрядные данные с высоким и низким уровнями, устанавливаемыми переключателями и светодиодным дисплеем
3. Режим прямой коррекции ошибок 8-разрядных данных :
Два 16-разрядных кода Хэмминга
 - (1) 4-разрядные данные + 3-разрядный корректирующий код, две последовательности
 - (2) 7-разрядные данные + 4-разрядный корректирующий код, одна последовательность
4. Отображение 16-разрядного кода Хэмминга :
16 светодиодов
5. Настройки 8-разрядного кода идентификатора :
8-разрядный двухпозиционный переключатель
6. Код CRC : CRC-16
7. Формат данных : 58-разрядные данные
 - (1) Стартовый бит
 - (2) 16-разрядного код преамбулы
 - (3) 8-разрядный идентификатор
 - (4) 16-разрядный код Хэмминга
 - (5) Код CRC-16
 - (6) Стоповый бит
8. Передача данных
 - (1) Непосредственная модуляция
 - (2) Манчестерское кодирование
9. Настройки кода ошибки :
6-разрядный двухпозиционный переключатель
10. Передача данных с помощью трансивера ISM ЧМн/АМн для дистанционной передачи данных на РЧ

KL-96024 Декодер кода идентификатора / CRC / FEC (блочный код) / манчестерский

1. Скорость данных
 - (1) 100 / 62.5Гц
 - (2) 160 / 100Гц
 - (3) 1.6К / 1кГц
 - (4) 16К / 10кГц
2. Режим прямой коррекции ошибок 8-разрядных данных :
Два 16-разрядных кода Хэмминга
 - (1) 4-разрядные данные + 3-разрядный корректирующий код, две последовательности
 - (2) 7-разрядные данные + 4-разрядный корректирующий код, одна последовательность
3. Отображение данных FEC :
8 светодиодов, отображающих 8- или 7-разрядные принятые откорректированные данные
4. Настройки 8-разрядного кода идентификатора :
8-разрядный двухпозиционный переключатель
5. Код CRC : CRC-16
6. Формат данных : 58-разрядные данные
 - (1) Детектирование стартового бита
 - (2) 16-разрядный код преамбулы :
мощность детектируемого сигнала и синхронизация
 - (3) Проверка 8-разрядного кода идентификатора
 - (4) 8/7-разрядные данные, декодированные из 16-разрядного кода Хэмминга
 - (5) Проверка кода CRC-16
 - (6) Стоповый бит



7. Принятые данные
 - (1) Непосредственная демодуляция
 - (2) Манчестерское декодирование
8. Отображение принятых данных :

16 светодиодов, отображающих 64-разрядные принятые данные (включая код CRC)
9. Отображение декодированных выходных данных :

8 светодиодов
10. Проверка декодирования
 - (1) Флажки для проверки ID и CRC
 - (2) Детектирование ошибок кода Хэмминга :

6 светодиодов
11. Передача данных с помощью трансивера ISM ЧМн/АМн для дистанционной передачи данных на РЧ

KL-96025 Кодер кода идентификатора / CRC / FEC (блочный код) / манчестерский

1. Формат данных
 - (1) Стартовый бит
 - (2) 32-разрядные данные или 32-разрядные перемежающиеся данные : Настройки 16-разрядных данных со сверточным FEC кодированием (1/2 скорость передачи данных)
 - (3) 8-разрядный код идентификатора
 - (4) Передача 64-разрядных данных : 40-разрядные данные плюс код CRC-16 плюс 8-разрядный ID
2. Настройки кода ошибки и монитор передаваемых данных
 - (1) Комбинация 2-разрядного адреса бита ошибки и 8-разрядной настройки ошибки для выбора ошибочных битов
 - (2) 16 светодиодов для отслеживания передаваемых данных
3. Можно выбрать манчестерское кодирование передаваемых данных
4. Передача данных с помощью трансивера ISM ЧМн/АМн для дистанционной передачи данных на РЧ

KL-96026 Декодер кода идентификатора / CRC / FEC (блочный код)/манчестерский

1. Принятые данные
 - (1) Детектирование стартового бита
 - (2) Проверка 8-разрядного кода идентификатора
 - (3) 64-разрядные данные :

Расчет и детектирование кода CRC-16
 - (4) Настройки 32-разрядных перемежающихся данных
 - (5) Алгоритм Витерби для декодирования 16-разрядных данных
2. Манчестерское декодирование
3. Светодиодный дисплей декодированных данных и светодиодный дисплей данных приема
4. Прием данных с помощью трансивера ISM ЧМн/АМн для дистанционной передачи данных на РЧ

KL-96027 ISM ЧМн / манчестерский код / код идентификатора / CRC / FEC / Передача

1. Несущая радиочастота
 - (1) Несущая частота трансивера : 433.2МГц
 - (2) Мощность несущей передатчика : 15дБм
 - (3) Чувствительность приемника к сигналу несущей :

около -105дБм при 100Кбит/с
 - (4) Модуляция : ЧМн
 - (5) Сигнал промежуточной частоты : 200кГц при 100Кбит/с
 - (6) Полоса модуляции : 1кГц ~ 100кГц

2. Формат передачи данных
 - (1) Программируемая преамбула : 2 или 4 байта
 - (2) Программируемый идентификатор : 2 или 4 байта
 - (3) Программируемые данные : от 1 до 64 байт
 - (4) Кодирование Хэмминга FEC : 4-разрядные данные FEC + 3-разрядный корректирующий код
 - (5) CRC-16
 - (6) Манчестерское кодирование и декодирование
3. Передающий интерфейс : интерфейс SPI
4. Связь с ПК через интерфейс SCI

Примечание* 1. Экспериментальный модуль : 2 шт.

2. Опционально - компьютер, для проведения большего числа экспериментов.

KL-96028 Мультиплексор / демультиплексор SONET TDMA-STS1

1. Модуляция и передача TDMA
 - (1) Частота дискретизации речевого АЦП : около 8кГц
 - (2) Выход речевого АЦП : 7 разрядов
 - (3) Каналы передачи : 5
2. Входные данные : 5 последовательностей, задаваемых 8-разрядными DIP переключателями, 00-7FH (MSB=0), 2 из пяти последовательностей можно задавать DIP переключателем или АЦП
3. Код преамбулы : AAAA55H
4. Биты передачи TDMA : 64 разрядов
5. Скорость передачи TDMA : около 512.8кГц
6. Выходные сигналы TDMA :

данные STS1, передача кадровой синхронизации (FSX) и тактовая частота битовой синхронизации (SYNCLK)
7. Прием и демодуляция TDMA
 - (1) Данные STS1 с выхода передатчика
 - (2) Регенерация битовой синхронизации
 - (3) Детектирование кода преамбулы
8. Выходы демультиплексора TDMA : 3 канала (24 бита, по 8 бит на канал) индицируются светодиодами, в 2 из 3 каналов можно выбрать светодиодную индикацию или выход ЦАП
9. Скорость передачи TDMA : около 512.8кГц

KL-96029 Кодер данных SONET TDMA-STM1

1. Частота дискретизации речевого АЦП : около 8кГц
2. Выход речевого АЦП : 7 разрядов
3. Канал передачи : 3 последовательности для передачи с мультиплексированием STS1
4. Входные данные :

7 последовательностей, устанавливаемых семью 8-разрядными двухпозиционными переключателями, 00-7FH (MSB=0)
5. Код преамбулы : AAAA55AA55H
6. Биты передачи TDMA : 160 разрядов
7. Скорость передачи TDMA : около 2.105МГц
8. Два выхода данных STS1
9. Данные STM1 :

мультиплексированный выход трех входов данных STS1

KL-96030 Декодер данных SONET TDMA-STM1

1. Принятые данные STM1
 - (1) Регенерация битовой синхронизации
 - (2) Детектирование кода преамбулы : AAAA55AA55H
 - (3) Данные демультиплексора STS 1 : 3 последовательности
2. Отображение выходных данных демультиплексора :

7 x 8 светодиодов
3. Скорость передачи TDMA : около 2.105МГц



KL-96031 TDM / CODEC; ИКМ/ШИМ; DSP-FIR

1. TDM-SADC-SDAC-CODEC

- (1) Модуль кодека : чип TI TLV320AIC23
- (2) Сигнал мультиплексирования с временным уплотнением (TDM)
- (3) Источники сигнала TDM
 - a. Внутренний генератор сигналов :
Слева - синусоидальный сигнал, справа - треугольный сигнал
 - b. Внешняя линия и микрофонные входы

2. АЦП-ИКМ-SDAC-ШИМ

- (1) Модуль АЦП
 - a. Разрешение : 12 разрядов
 - b. Наивысшая частота дискретизации : 2МГц
- (2) ИКМ (импульсно-кодовая модуляция)
 - a. Передача ИКМ : шина SPI
 - b. 4-канальные переключаемые входы
- (3) ИКМ-SDAC :
Данные ИКМ для аналогового сигнала с помощью SDAC
- (4) ШИМ (шиотно-импульсная модуляция)
Разрешение ШИМ : 12 разрядов
- (5) Параллельный выход АЦП и дисплей с разверткой
 - a. Входы : 4-канальные входы с выходов АЦП
 - b. Выходы : 12-разрядные параллельные выходные данные уровня TTL, отображаются светодиодами
 - c. Отображение выходных данных АЦП : 4-разрядный 7-сегментный светодиодный дисплей с разверткой

KL-96032 Кодер и декодер DSSS / CDMA

1. Кодер CDMA

- (1) Каналы кодера CDMA : 3 канала
- (2) Входные данные каждого из каналов : задаются 8-разрядным двухпозиционным переключателем
- (3) Вход PN кода каждого из каналов : задаются 8-разрядным двухпозиционным переключателем
- (4) Суммарная закодированная последовательность CDMA : 4 разрядов

2. Генератор DSSS

- (1) Генератор синусоидального, nSine и прямоугольного сигналов
Частотный диапазон : регулируемый 300Гц ~ 10кГц, $\pm 20\%$
- (2) 3-канальный кодер DSSS
3 сигнала CDMA с расширенным спектром для 2ФМн модуляции
- (3) Многоканальный генератор несущей DSSS
Суммарный 2ФМн выходной сигнал квадратурной амплитудной модуляции с регулируемым усилением (значение усиления : 1~2)

3. Декодер CDMA

- (1) Код PN : задаются 8-разрядным двухпозиционным переключателем
- (2) Выход умножителя CDMA : 5 разрядов
- (3) Выход накопителя CDMA
- (4) Детектирование знака накопителя CDMA
- (5) Выход декодированных данных слова CDMA

4. DSSS Decoder

- (1) Умножение суммы 2ФМн на последовательность PN в декодере умножителя DSSS
- (2) Регулировка задержки синхронизации 2ФМн
- (3) Выходы BAPSK
(двоичной амплитудно-фазовой манипуляции)
- (4) Демодулятор CDMA BAPSK
- (5) 5-разрядная обработка DSSS с накопительным суммированием и детектирование знака
- (6) Выход декодированных данных слова DSSS

KL-96033 Модуляция / демодуляция ИКМ-TDM-компандер

1. Модуляция ИКМ-TDM-компандер (распределение А/μ)

- (1) Модуль 8-разрядного АЦП
 - a. Стробующий сигнал : 8кГц
 - b. Регулируемые положительный и отрицательный уровни сигнала с размахом 4В
 - c. Входная звуковая частота : 100Гц ~ 2кГц
 - d. Выход ИКМ : 8-разрядные параллельные данные ИКМ на последовательном выходе TDM
- (2) Сжатие звукового 14-разрядного сигнала с распределением μ и 13-разрядного сигнала с распределением А в выходной сигнал TDM
 - a. Сжатие 14-разрядного сигнала с распределением μ и 13-разрядного сигнала с распределением А
 - b. Преобразование входных данных с распределением А/μ с помощью 14-разрядного двухпозиционного переключателя в 8-разрядные сжатые данные
 - c. Индикация 8-разрядных сжатых выходных данных с распределением А/μ : 8 светодиодов
 - d. Частота сжатия данных с распределением А/μ : не менее 1МГц

(3) Система передачи TDM

- a. Рабочая частота : 20МГц
- b. Биты мультиплексирования :
преамбула (55ААН) плюс 32-разрядные данные
- c. Битовая синхронизация: 434кГц и выше
- d. Частота кадровой синхронизации передачи (FSX) :
не менее 46кГц
- e. Настройки ведущий/ведомый
- f. Выход TDM :
TTL-уровень Q и NQ с открытым коллектором
- g. Подключение двух последовательностей 16-разрядных данных для передачи с мультиплексированием ведущий / ведомый

2. Демодуляция ИКМ-TDM-компандер (распределение А-μ)

- (1) Модуль 8-разрядного ЦАП
 - a. Выходной аналоговый сигнал :
Буфер R-2R и устройство сдвига уровня
 - b. Выходная звуковая частота : 100Гц ~ 2кГц
- (2) Расширение 14-разрядного сигнала с распределением μ и 13-разрядного сигнала с распределением А
 - a. Расширение звукового 14-разрядного сигнала с распределением μ или 13-разрядного сигнала с распределением А
 - b. Светодиодная индикация 14/13-разрядного выходного сигнала
- (3) Система приема TDM
 - a. Рабочая частота : 20МГц
 - b. Разряды демультимплексора :
преамбула (55ААН) плюс 32-разрядные данные
 - c. Битовая синхронизация :
434кГц, полученная в результате регенерации тактовой частоты
 - d. Настройки демультимплексирования ведущий/ведомый



● Список экспериментов

1. Модуляция расширенного спектра данных и Манчестерское кодирование
2. Манчестерское кодирование / декодирование последовательных данных
3. Широкополосная выборка данных, декодирование и проверка
4. АМН цифровая передача данных
5. ЧМН цифровая передача данных
6. Манчестерское кодирование и кодирование данных по Хэммингу
7. Декодирование цифровых данных и исправление ошибок
8. Передача и декодирование цифровых данных АМН и ЧМН
9. Сверточное кодирование и Чередувание Данных
10. Декодирование Витерби и исправление ошибок
11. Декодирование Витерби и передача с частотной манипуляцией
12. 64-байтная передача данных
13. 1-байтная передача данных
14. 1-байтная передача данных АЦП
15. 10-байтная передача данных АЦП
16. Цифровая передача данных ПК
17. Мультиплексирование SONET STS-1
18. Демультимплексирование SONET STS-1
19. Мультиплексирование SONET STM-1
20. Демультимплексирование SONET STM-1

21. TDM кодек
22. FIR-фильтр на основе DSP
23. Многоканальный АЦП
24. SPI и последовательный ЦАП
25. ШИМ модуляция
26. Кодирование CDMA
27. Декодирование CDMA
28. Кодирование DSSS
29. Декодирование DSSS
30. Кодирование распределения μ
31. Кодирование распределения A
32. Мультиплексирование с временным разделением и сжатие данных
33. Демультимплексирование с временным разделением и расширение данных

● Аксессуары (KL-98006)

1. Соединительные провода и разъемы : 1 комплект
2. Шкаф для хранения : 2 комплекта (KL-99001)
3. Руководство по проведению опытов : 1 шт.

Дополнительные принадлежности

1. Стойка с рамой (KL-89003)
2. Цифровой осциллограф с памятью и БПФ
3. Логический анализатор