Введение:

В условиях, когда на производстве используется множество различных приборов, необходимо своевременно контролировать их состояние.

Существует несколько способов передачи этой информации, но классически телеметрия передаётся через беспроводные локальные сети, такие как wi-fi, или по проводным стандартам, например, Ethernet. Безопасность беспроводной передачи вызывает опасения, в связи с возможными хакерскими атаками или банально помехами, а проводные системы, в свою очередь, может быть тяжело организовать особенно на старых предприятиях, где много проводов и требуется их обслуживание.

В этой связи, технология PLC является хорошей альтернативой, так как позволяет передавать телеметрическую информацию по сетям электропитания. Это решение может быть реализовано в уже существующих условиях на предприятии, что делает его особенно привлекательным.

Проблемы:

Но у такого способа передачи данных есть свои проблемы.

Линейные искажения вызваны фильтрами питания, индуктивностями в проводах, ёмкостями по входу. Они приводят к изменению соотношений между амплитудами и фазами спектральных компонентов сигнала. Линейные искажения мы можем минимизировать, выбрав частотную полосу, где они минимальны.

Сеть нелинейна (диоды, выпрямители), поэтому сигналы подвергаются нелинейным искажениям. Они приводят к появлению новых гармоник. Увеличить устойчивость к ним можно путём выбора модуляции несущего сигнала.

Помехи – зашумляют канал связи. Они непредсказуемы (неизвестны мощности); их можно обобщить и выбрать зону, где передачи информации будет происходить с минимальными шумами.

Соответственно, необходимо передавать такой сигнал, который будет выше уровня шумов и не будет быстро затухать.

Задачи исследования:

На базе СКБ-4 «Сигнал» МАИ проводятся исследования и конструируется PLC-модем для передачи информации. В данный момент у нас есть его параметры: рабочая частота – 60,150 кГц и полоса пропускания   
10 кГц.

В рамках этих требований необходимо выбрать такую модуляцию, которая вписывалась бы в эти параметры.

Обзор видов модуляции:

После теоретического исследования видов модуляций, которые может реализовывать генератор в нашей лаборатории, был составлен список приоритетов. Оценка проводилось по следующим параметрам:

**Простота реализации –** то естьнасколько легко реализовать модуляцию в аппаратуре, + ставился тем, которые реализуются с минимальными вычислениями или простыми компонентами и не требует, например, сложной фильтрации.

**Эффективность использования спектра -** насколько "экономно" модуляция использует полосу частот по отношению к передаваемым битам, + стоит там, где передаётся много бит на малой полосе.

**Помехоустойчивость –** насколько хорошо модуляция способна передавать данные при наличии шумов или искажений.

Эксперимент:

Для проведения эксперимента мы собрали блок передатчика и приёмника. Суть состоит в том, что генератор через передатчик передаёт сигнал в сеть электропитания, в другой розетке через какое-то расстояние подключён входной фильтр (гальваническая развязка + фильтр 2-го порядка на резонансном контуре), который принимает сигнал для осциллографа.

Эксперимент проводился в условиях лаборатории, где в сеть подключены паяльные станции, нагреватели, измерительные приборы, зарядные устройства, то есть приборы, активно эксплуатируемые на производстве. Расстояние между приёмником и передатчиком примерно 50 метров силовой линии.

Дальше некоторые графики – изначальный шум, АМ, DSBAM, 3FSK. Вначале эксперимента мы записали шумовую обстановку, которая изначально есть в сети. Для наглядности на графиках выведены сразу спектры генерируемого сигнала и полученного в приёмной части. Параметром оценки эффективности модуляции был выбран коэффициент корреляции – степень схожести двух спектров, в нашем случае.

Результаты:

Результаты полученных коэффициентов моделяции сведены в столбчатую диаграмму. По оси абсцисс отложены параметры каждой используемой модуляции. Видно, что коэффициент высок у AM и ASK, но у них плохая помехоустойчивость и не эффективное использование спектра – не подходит. Вообще, лучше всего показывает себя модуляция QPSK, но это с точки зрения энергетической зависимости, так как фазовые соотношения мы не проверяли и не знаем наверняка, как изменения фазы повлияют на саму передаваемую информацию. Поэтому в нашем случае, топ-3 являются класс FSK модуляций, OSK и SUM.

ДаЛЕЕ будет приниматься решение в нашей лаборатории, какую из них будем использовать для передачи сигналов.