

Проблема работы серверов телемеханики при приеме телесигнализации с метками времени по протоколам МЭК.

Повсеместный плановый переход на протоколы МЭК 101/104 с требованием передачи ТС с метками времени изменения состояния обнаружил отсутствие методологии обработки этой информации в сложных системах. Вместе с возможностью присваивать «точные» метки времени событиям появилось требование ведения «точного» архива событий в системе верхнего уровня. Это требование подразумевает способность системы не только делать записи в архив событий с метками присвоенными аппаратурой, но и уметь восстанавливать записи событий пропущенные по различным причинам. Однако обнаружилось несколько источников проблем:

- «относительность» времени объекта и диспетчерского центра (ДЦ). Тут я конечно не про теорию относительности в ее прямом виде, а про то - что информация с объекта попадает в ДЦ с достаточно большой (относительно точности меток времени) задержкой. На практике реальная задержка от источника события (модуль ТС) до ДЦ лежит в диапазоне 100 мс до 5000 мс и включает в себя не только время передачи в канале связи, но и время фильтрации, задержку ретрансляции, буферизация потоков информации и т.п.

- протоколы МЭК101/104 не имеют возможности в явном виде различать «свежую» и «архивную» информацию и мало того - телесигналы могут передаваться как с метками времени (спорадика), так и без них (периодическое обновление).

- часы в разных точках системы не всегда (мягко говоря) идут синхронно с желаемой точностью. Как примера отмечу, что стандартные часы Windows имеют шаг коррекции ~16мс. В реальной практике наблюдаются самые разные «фокусы» с часами «забегание», «отставание», «скакки» и даже остановки часов... Причем далеко не всегда нижний уровень способен диагностировать «уход» и выставить бит качества времени в протоколе обмена.

Я, конечно, понимаю, что придание точных временных меток событиям дает диспетчеру больше информации для правильного решения, но при этом уверен, что ложная информация о порядке следования событий или отсутствие информации при наличии канала связи (уверенности диспетчера в его работе) могут (и приводят) к неприятным последствиям.

Для пояснения проблем начну с простого случая – имеем один канал с протоколом без меток времени, тут все понятно - пакеты с состоянием приходят всегда последовательно и при работающем канале связи диспетчер имеет текущее состояние и архив событий по факту приема пакета с измененным состоянием ТС или при циклическом обновлении.

! проблема «относительности»

Два канала с протоколом без меток времени – каналы могут быть (скорее всего) не идентичными и приход события (изменения ТС) в одном канале возможен, когда по второму каналу еще передается «старое» значение. Если в данной ситуации допустить прямое смешивание информации с двух каналов – получим ложную картинку

- {Истинное Событие приходу пакета с первого канала }
- {Ложное Событие по приходу старого значения с резервного канала связи}
- {Повтор События по факту обновления информации по любому каналу}

Диспетчер по факту будет видеть картинку, которая не соответствует действительности, причем время жизни ложной информации зависит от скорости обновления и может составлять десятки секунд или иногда минут. Метод решения проблемы достаточно прост - игнорирование информации резервного канала при работе основного.

! проблема «относительности» для МЭК101/104

Теперь рассмотрим ситуацию при появлении меток времени (при этом учитываем, что в протоколах МЭК телесигналы передаются с метками времени при изменениях и без меток времени при циклических обновлениях)

Простой случай - Один канал непосредственно с устройством, рождающим события (обнаружения изменений и присвоение меток времени) - тут вроде все должно быть нормально – но... посмотрим типичный пример:

Условия – время в точках синхронизировано, скорость передачи данных в канале 100 мс (тут можно брать любое – это не меняет сути проблемы). Ситуация – в момент начала передачи пакета в канал связи (время=000мс) с текущим состоянием TC=0 возникает его изменение(TC=1) и присваивается метка времени (время = 010мс). Пакет со старым состоянием (TC=0) принимается сервером (время=100мс), а затем (время=200мс) принимается пакет с событием (TC=1), где метка времени события = 010мс. Через время цикла обновления (пусть 1 минута) передастся текущее значение (TC=1)

Что в такой ситуации должен делать сервер? Строго по времени получится такая картинка:

000мс TC=0 (значение на момент начала отсчета)
010мс TC=1 (значение принятое по спорадике в 200мс)
100мс TC=0 (значение принятое по обновлению в 100мс)
60000мс TC=1 (значение принятое по обновлению в 6000мс)

Реальная практика – Диспетчер делает ТУ на включение и видит, что команда прошла, но по какой-то причине управляемый аппарат сразу отключился, а потом через минуту самостоятельно включился...

Как избежать такой ситуации? Можно ли вообще рассматривать метку времени, присвоенную внизу как информацию для построения последовательности событий? Очевидно это не так...

Решение, которое мы посчитали правильным (работает в текущей версии ОИК), пытаться проверять метки времени с учетом возможной задержки. Сейчас мы поставили 5 сек... В определенных ситуациях работает...

Проблема различаемости «свежей» и «архивной» информации

Сначала поясню что «свежей» информацией мы называем последнее известное состояние, которое диспетчер может считать текущим состоянием. Так вот вопрос - последнее состояние это последний принятый пакет с информацией или с учетом метки времени? Так вот – если делать проверку времени, то в приведенном выше примере спорадическая информация

010мс TC=1 (значение принятое по спорадике в 200мс)

будет распознана сервером как устаревшая и на мнемосхеме и щите останется прежнее значение... Это наиболее часто встречающаяся проблема. Особенно тяжело проявляется при сбоях или неправильной коррекции часов.

Теперь самое неприятное - «точность»

Временные метки не есть чего-то стабильное – это лишь текущие показания часов устройства на момент обнаружения события. Сами эти часы живут своей жизнью – отстают/ забегают/ корректируются/ (даже встают иногда) и сами эти факты зачастую никак не анализируются... Ну что делать с ТС которому присвоена метка времени из будущего (пусть даже на пару секунд)? Что делать с ТС который пришел с меткой времени пару дней назад из канала связи, который два дня не работал (а по требованиям должен храниться и потом передаться)? Пришли два пакета с разными состояниями ТС с одной и тоже меткой времени?

Разбор реальных претензий по таким ситуациям показал, что однозначного алгоритма, который бы однозначно предотвратил выдачу диспетчеру ложной информации - НЕТ.

Отмечу что мы в течении 15 лет пытались написать алгоритм обработки данных принимаемых по МЭК – и чем больше мы вводили проверок тем неприятнее были последствия... количество вариантов возможных ситуаций задержек информации и нарушений хода часов бесконечно .

Реальное решение проблемы – разделить два требования на две цели и две задачи – для целей оперативного наблюдения за состоянием - не брать во внимание метки времени присвоенные устройством и обязать устройство передавать изменения состояний строго по порядку их обнаружения, не буферизировать (минимально возможно буферизировать) передачу текущих состояний и изменений (отдавая приоритет последним). Для целей анализа, где информация о «точном» времени возникновения (обнаружения) события безусловно важна, обеспечить оперативный доступ к архиву устройства, причем в архиве событий устройства желательно помещать информацию о коррекции часов или (что мне кажется более правильным) корректировать часы не на лету – а по определенному расписанию (скажем каждый день в 00:00) с фиксацией величины коррекции, что позволит при необходимости вычислить «абсолютное» значение времени по величине средней погрешности.

Для тех, кто скажет, что наше дело маленькое – давайте все вывалим на диспетчера - он сам разберется, скажу: опыт разбора ситуаций с нарушением временных осей показал, что время, которое надо затратить на анализ временных меток очень большое. Сами по себе временные метки – это сложная для анализа информация. Каждая метка состоит из 7 цифр и сравнивать необходимо все семь в строгой последовательности.

Попробуйте для примера расположить в хронологии 5 меток времени

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1) 11.11.2016 01:07:17.307 | 2) 11.11.2016 02:52:14.984 |
| 3) 11.11.2016 00:47:53.210 | 4) 10.11.2016 01:00:03.631 |
| 5) 11.11.2016 00:57:28.313 | |

Получилось? (правильный ответ в конце) И примерное затраченное время? А представите себе, что пара меток из этого списка взяты от других часов имеющих погрешность 30 сек... И какое будет решение диспетчера.... .Скорее всего в реальной аварийной ситуации все будет хуже – диспетчер просто перестанет доверять информации... и правильно сделает!

Проблема выдачи событийной информации диспетчеру – отдельная головная боль... Очень тяжело читается картинка в которой мы пытаемся строить последовательность событий по задержанным событиям с метками времени.

При этом имея на руках запись трассировки обмена (т.е. наблюдая хронологию поступления информации) картина изменений читается без проблем.

Т.е. передавая по каналу связи информацию в порядке хронологии и без ощутимых (для работы диспетчера) задержек (рекомендовано стандартами <2 сек) мы избавим диспетчера от лишней работы по анализу достоверности информации и дадим ему картину текущего состояния объекта адекватную возможностям канала связи. Сопровождение передаваемой информации метками времени возможно только в качестве дополнительной информации для решения задач анализа.

ПОЭТОМУ для снятия с себя ответственности (до появления официальных рекомендованных алгоритмов обработки) мы сейчас сделаем несколько вариантов обработки (на выбор пользователя):

1. Без учета меток времени принятые от нижнего уровня (при этом ретрансляция их возможна и в записях архива они будут записаны как дополнительная информация). РЕКОМЕНДУЮ! Но будут проблемы с устройствами, которые пытаются передавать архивную информацию.
2. Проверка хронологии по последней ранее принятой метке – событие принимается как текущее состояние, если его метка времени больше последней принятой. Тут уже возможны проблемы ложной информации при искажении времени.
3. Текущий алгоритм(2016г) которым мы пытаемся выстроить хронологию на лету кучей проверок:

Метка есть-нет?

Прошлый раз была-не была?

Текущее состояние ТС достоверно?

Метка из сильно далекого будущего или не очень (5мин)?

Насколько отличается от метки присвоенной последний раз сервером (допуск погрешности на 5 сек)?

есть ли уже такая метка времени и значение ТС в архиве?

Результат – постоянные претензии о неправильном информировании диспетчера, и слава ... что пока без серьезных аварий...

В общем - хотели как лучше...

(Ответ на задачу по сортировке времени 4 3 5 1 2)

PS/ Я еще раз на эту тему подумал вот что - работа диспетчера электросетей в целом сходна с любым диспетчером по сути это дистанционная контроль за некой ситуацией и регулирование с целью предотвращения нежелательных последствий. А тогда представьте себе ситуацию что авиа диспетчеру сообщения от авиалайнеров идут с указанием времен – "самолет XXX взял эшелон YYY в 11.10.2016 12:00:35"... зачем это диспетчеру? Чтобы думать а какое время сейчас? А если сейчас у него на часах 11:50? Или 12:10? Какая ценность в такой информации с точки зрения безопасности полетов? Я предполагаю что сообщение "самолет XXX взял эшелон YYY" более полезно (при условии что время его доставки лежит в требуемых пределах). Т.е. полезность меток времени для оперативной работы – это контроль времени доставки? Но время доставки это не показания часов – а разница показаний... и точность милисекундная тут не нужна... Ну и опять же - а если часы у одной

*стороны дали сбой? ну скажем отстали на величину допустимой задержки информации?
Информацию бракуем? А если это приведет к потере самолета??? Даже не само по себе а в
комплексе с другими проблемами (как это обычно и случается).*

*Все мы наверняка сталкивались с задержанными SMS. Мне как-то в четыре утра начали
сыпаться СМСки про списание денег с банковской карты...сначала паника... потом немного
проснувшись соображаю что я в дальней командировке(прилетел накануне) а в дороге
конечно немного тратил, а связи не было. Вроде полезно что когда то доходит –но это ведь
не оперативное наблюдение и управление. Более информативно (я даже не смотрю чаще
всего) это писк СМСки через пару секунд после расчетов в магазине.*