

Анализ сигналов вибрации и тока

Послан Барков - 29.04.2013 14:01

При обсуждении вопросов диагностики насосов с регулируемым асинхронным приводом меня спросили (Сергей), как диагностировать подшипники качения, если преобразователь добавил много высокочастотной вибрации в те точки контроля, в которых анализируются огибающая высокочастотной подшипниковой вибрации.

Это довольно сложный вопрос из области анализа вибрации различного происхождения, который можно решать в лоб, как это сделано в приборах фирмы SKF, а можно посложнее (и поточнее)

Для обсуждения вопросов анализа вибрации как в простых, так и в сложных задачах вибрационной диагностики предлагаю поднять еще одну тему для дискуссий особенности анализа сигналов вибрации (и тока).

=====

Re: Анализ сигналов вибрации и тока

Послан Барков - 23.03.2016 18:14

Андрей!

Спасибо за проявленный интерес.

Чтобы прояснить вопрос – что от нас в ближайшее время (год-два) можно ждать, попробую рассказать о направлениях, развиваемых небольшой группой специалистов, работающих вместе со мной на перспективу.

Главная наша задача – измерять, анализировать и диагностировать объекты мгновенно.

Казалось, такую задачу надо решать в первую очередь для узлов с поступательным или возвратно - поступательным движением, но после первых успехов в ее решении дальнейшее движение замедлилось и пару лет назад мы передали эти работы в другие предприятия Ассоциации ВАСТ.

Но осталось понимание того, что основная диагностическая информация о состоянии машины с любыми видами изнашиваемых узлов – не в установившемся режиме работы, а в динамическом – на разгоне, смене нагрузки и т.д. Только получать ее гораздо сложнее, чем на стабильной частоте вращения.

И первый вопрос в этом направлении – сложность создания приборов. Вообще, разработать современную электронику на нашем предприятии, да и в России вообще – практически безнадежная затея. Пока мы делали один тип приборов, программируя быстрый анализ сигналов на сигнальных процессорах, появлялось даже не одно, а два новых поколения электроники и все технические решения заведомо устаревали.

Поэтому мы и поставили перед собой задачу – отрабатывать новые алгоритмы и программировать их на компьютере – для стационарных систем мониторинга и диагностики, в

которых быстро перейти на новые компьютеры не представляет сложности.

А необходимость новизны в алгоритмах очевидна – в переходных режимах работы объекта нужен многоканальный онлайн анализ, причем длительный, так как переходной процесс может идти часами. Да и диагностировать можно, хотя и очень сложно, не отдельные узлы объекта, как мы это делали в DREAMe, а весь объект в целом.

Тогда же и пришла следующая естественная мысль – делать не только стационарные системы, а и приборы, но не в виде одного корпуса – слишком много кабелей, а в виде хотя бы двух, в каждом по компьютеру. Одна часть (с разъемами для датчиков) – на полу, в ней весь анализ сигналов, тогда проще решаются все задачи синхронного измерения сигналов по всем каналам, другая – в руках и это, например, планшет, выполняющий роль терминала (управление и графика).

Ну а если хочешь оставить прибор на месте на неделю подключаешь первую часть в сеть и поезжай со второй в офис или на курорт, только положи первую часть под замок, чтобы не украли. Такой прибор проектировать и изготавливать (из покупных частей) гораздо быстрее и проще.

Именно таким системами мы сейчас и занимаемся, стационарные системы уже начинаем ставить (первая эксплуатируется больше года), мобильные (по частям) даем на испытания опытным заказчикам. Проблема, в основном, одна, финансовая, раньше можно было взять деньги под имя на разработку у заказчика – среди заказчиков с деньгами были и технари. Теперь технари отдельно, деньги отдельно, и кредиты не возьмешь - они стали нереальными.

Поэтому скорости наших разработок резко снизились, но в любом случае на сертификацию мобильная система скоро пойдет. И то, что она по возможностям, по крайней мере, не хуже западных приборов, уже начали подтверждать те, кто с ней попробовал работать

Очень надеюсь, что требования Вашей заявки по средствам измерения, анализа и диагностики на следующий год она сможет удовлетворить. Но сомневаюсь, что одно из Ваших заданий - возможность вставлять в систему Ваши программы анализа сигналов, мы сможем реализовать.

=====

Re: Анализ сигналов вибрации и тока

Послан Руслан - 11.01.2017 12:44

На выставках я встречал виброанализаторы и отдельные программы, использующие порядковые спектры, из которых можно строить трехмерные спектры. В них очень удобно анализировать сечения на определенных частотах, где расположены вершины линий, так как хорошо видны тренды.

К сожалению, в Ваших программах я таких трехмерных спектров не встречал, можно только посмотреть широкие сечения по частоте, в которые часто попадают чужие сильные линии.

Почему Вы не хотите использовать порядковые спектры и для графического анализа, и для диагностики?

=====

Re: Анализ сигналов вибрации и тока

Послан Юрий - 12.01.2017 15:18

Уважаемый Руслан,

Для того, чтобы измерить порядковый спектр, необходимо параллельно вибрации измерять и синхронный сигнал с датчика оборотов, имеющего один импульс на оборот.

К сожалению, при проведении диагностирования далеко не всегда удается использовать датчик оборотов – либо из экономии времени на его установку, либо из-за невозможности установить его на агрегат.

Поэтому для массовой диагностики мы производим автоматическую обработку спектров, идентифицируем известные линии и можем строить тренд для каждой из них, а порядковый спектр используем тогда, когда при проведении измерений устанавливаем датчик оборотов на агрегат с нестабильной частотой вращения.

Что касается «красивого» трехмерного спектра, то измеренный спектр можно «переоцифровать» в порядковый. Но все равно для этой операции нужно точно знать или определить по спектру частоту вращения машины. К сожалению, точность определения частоты вращения машины по спектру недостаточна, линии на высоких частотах преобразованного спектра все равно «съезжают» по каналам от измерения к измерению, да и точность измерения амплитуд этих линий после такой «переоцифровки» падает.

Есть и еще одно ограничение на «красоту» трехмерного порядкового спектра – эти линии не жестко связаны с частотой вращения вала (обороткой). Типовая ситуация – подшипниковые частоты, они в относительных к оборотке единицах могут от износа, перекоса или направления нагрузки на подшипник изменяться до 1-2%, а частота вращения тел качения – еще больше.

В будущем мы планируем резко повысить точность определения частоты вращения по спектру вибрации, тогда и появится возможность при построении трехмерных графиков переходить на их «порядковое» отображение, но будет ли это очень «красиво» - не уверены.

=====

Re: Анализ сигналов вибрации и тока

Послан Гарик - 14.09.2017 16:49

Здравствуйте! Хочу уточнить один вопрос, на который не нашел ответа ни в литературе, ни в интернете.

Уже несколько раз слышал о том, что в системах аварийной сигнализации и защиты нельзя

использовать цифровые фильтры для выделения вибрации по стандарту - реакция сильно запаздывает. Нужно использовать только электронные, аналоговые.

Уважаемые специалисты, можете ли вы объяснить причину, если это правда?

=====

Re: Анализ сигналов вибрации и тока

Послан Барков - 15.09.2017 11:07

Я думаю, что Вы слышали отголоски спора специалистов о том, должна ли система аварийной сигнализации реагировать на короткий одиночный импульс (удар), если в дальнейшем они не повторяются, или не должна, и каков предел длительности пропускаемого импульса. При использовании аналоговых фильтров решение этой задачи переводится на пользователя. Не хочет он отключать агрегат по одному короткому удару - увеличил время накопления выпрямленного на выходе фильтра сигнала и тогда либо одиночный удар должен быть многократно больше по амплитуде, чтобы защита сработала, либо удары шли чаще.

В цифровых системах конечный результат зависит от способа обработки оцифрованного сигнала при расчете его мощности в заданной полосе частот, и таких способов, как минимум, четыре - три способа построения фильтров и расчет мощности по спектру вибрации.

Первый способ - расчет цифрового IIR фильтра, точно совпадающего с аналоговым и имеющего внутренние обратные связи. В последнее время, как правило, им не пользуются - есть шанс возбудить его, т.е. сделать из фильтра генератор мощного сигнала

Второй способ фильтрации (FIR-фильтры) - умножать скользящий отрезок сигнала на передаточную характеристику фильтра, получим задержку выходного сигнала на половину длины этого отрезка (на половину длины передаточной характеристики), а она тем больше, чем больше отношение верхней граничной частоты фильтра к нижней и чем жестче требования к спаду частотной характеристики вне полосы пропускания. Такие фильтры при соотношении частот более 10 нет смысла использовать

Третий способ - последовательные FIR-фильтры верхних и нижних частот. В них время задержки определяется передаточной характеристикой нижнего фильтра, а ее длина и, соответственно, задержка - требованиями к АЧХ ниже нижней граничной частоты. В последних стандартах требования к спаду АЧХ принимались, скорее всего, без оглядки на то, что есть и цифровые методы обработки сигналов - получают и длинные передаточные характеристики, и приличные задержки.

Четвертый, самый популярный способ - взять быстрое Фурье, и сосчитать мощность сигнала в заданной полосе частот

Тогда время измерения и принятия решения определяется величиной, обратной разрешению по частоте в спектре сигнала.

Соответственно хочется брать спектр с разрешением, определяемым нижней границей контролируемого частотного диапазона, например 10 Гц (время принятия решения 0,1 сек).

Но не получается - опять надо обеспечить заданную АЧХ ниже частотного диапазона, приходится брать Фурье с более высоким разрешением (в 4, а иногда и в большее число раз), а

затем делать дополнительную обработку (умножать на окно определенной формы)

Таким образом, любая цифровая обработка сигнала в системах аварийной сигнализации имеет свою "защиту" от срабатывания на очень короткий удар, и это не так уж плохо.

Просто это надо ее учитывать, а если хочешь ввести дополнительную задержку, и это во многих случаях необходимо. Соответственно, появляется много дополнительных возможностей отстройки от "случайных" срабатываний систем сигнализации. Многие из таких возможностей мы стараемся использовать в своих системах защитного мониторинга.

Так что не стоит обращать внимание на мнение не очень знающих специалистов, что аналоговые системы аварийной защиты лучше.

=====

Re: Анализ сигналов вибрации и тока

Послан Сергей - 18.09.2017 14:12

Я хочу высказаться за применение аналоговых систем защиты - в них все понятно.

Например, у нас требование на время срабатывания защиты - 40 мс. Пусть вибрация на частоте вращения - в 2 раза выше порога срабатывания, максимально нужен 1 период, чтобы защита сработала. Следовательно на машинах с частотой вращения 25 Гц и выше все получается просто. Теперь я пропущу сигнал через двухполупериодный выпрямитель - сигнал достигнет порога меньше, чем за половину периода, т.е. защита сработает за 40 мс для всех машин с частотой вращения от 600 об/мин и выше.

Все цифровые фильтры, как Вы говорите, дадут задержку, и не маленькую. Я ее не понимаю, но понимаю, что будет если брать Фурье. У нас фильтр для машин более 600 об/мин с нижней частотой 10 Гц, по Вашим словам разрешение в спектре должно быть не более 2,5 Гц, значит гарантированно мы получим спектр со скачком уровня в конце измерения спектра, через 400 мс, а не через 40, т.е. требования не выполним.

Так что делать защиту по спектру - нельзя. Но можно, как мне кажется, перевести аналоговый сигнал в цифру без всяких фильтров и по нему делать защиту. Если это так, пропадает разница между аналоговой и цифровой аварийной защитой машин по вибрации.

=====