

Применение анализатора мощности

для измерения важнейших параметров электропитания

Боб Золло (Bob Zollo)

В Нью-Джерси, где я живу, только что закончился сезон тропических циклонов. Обычно циклоны сопровождаются ливневыми дождями, которые могут привести к наводнениям и нарушениям электроснабжения. Поэтому, узнав о приближении нового урагана к побережью Нью-Джерси, я задумался о возможности работы дренажного насоса, установленного в подвале моего дома, от источника бесперебойного питания (ИБП).

ИБП мощностью 2000 ВА/1200 Вт, который я обычно использую для компьютера, обеспечивает его работу в течение времени, необходимого для правильного завершения выполняемых программ. Что касается дренажного насоса, то мне хотелось бы поддерживать его работу в течение нескольких часов, чтобы успеть подключить насос к резервному генератору. При этом возникли три вопроса:

1. Не приведет ли пусковой ток насоса к повреждению ИБП?
2. Не станет ли мощность насоса в установившемся режиме причиной перегрузки ИБП?

3. Как долго ИБП сможет обеспечить работу насоса до разряда аккумуляторных батарей?

Для поиска ответов на поставленные вопросы можно было использовать анализатор мощности. Я выбрал прибор Keysight IntegraVision PA2201A, представляющий собой отличное средство для выполнения необходимых измерений (рис. 1). Такие анализаторы позволяют легко измерять потребляемую мощность. Кроме того, они могут выполнять динамические измерения для захвата и отображения сигналов напряжения, тока и мощности переходных процессов. Один такой прибор можно использовать для измерения всех важнейших параметров питания.

Измерение пускового тока

Чтобы узнать пусковой ток, необходимо выполнить измерение мгновенных значений тока, потребляемого насосом от сети. Измерить мгновенные значения я мог бы с помощью осциллографа, но для измерения параметров сети нужны токовые и дифференциальные пробники. Анализатор мощности — наиболее подходящий прибор, так как он предназначен для измерения мощности переменного тока. Несмотря на то, что большинство анализаторов мощности могут непосредственно измерять ток и напряжение без применения специальных пробников, многие из них не способны выполнять измерения мгновенных значений. А вот прибор IntegraVision измеряет не только мгновенные значения, но и непосредственно ток (до 100 А_{пик.}) и напряжение (до 1000 В_{перем.}) с гальванической развязкой.

Установив анализатор мощности в режим запуска по положительному перепаду тока, я начал заливать воду в водосборный резервуар дренажного насоса. Насос включился, когда объем воды в резервуаре составил 76 л. Как показано на рис. 2, в первом периоде ток достиг 41 А, а затем, в течение 10 периодов, установился на значении, не превышающем 20 А. Эти значения тока невелики и вряд ли создадут проблемы при питании насоса от ИБП.



Рис. 1. Анализатор мощности Keysight IntegraVision PA2201A

Измерение мощности в установившемся режиме

Теперь определим мощность, потребляемую насосом. Анализатор мощности отлично подходит и для точного измерения мощности переменного тока. На рис. 3 в синем прямоугольнике справа на снимке экрана приведены основные параметры мощности переменного тока. В центре прямоугольника показаны активная и полная мощность — 492,1 Вт и 922,17 ВА, а также коэффициент мощности 0,5339. На основе этих значений можно сделать вывод, что рабочий диапазон моего ИБП мощностью 2000 ВА/1200 Вт вполне подходит для насоса.

Определение времени работы от ИБП

Время работы насоса от ИБП можно определить с помощью секундомера, обеспечив непрерывную работу насоса, но при наличии анализатора мощности можно измерить это время непосредственно. На рис. 4 представлены два сигнала. Менее яркий сигнал в виде жирной сплошной линии — переменное напряжение. Отметим, что скорость развертки равна 2 с/дел. Это означает, что каждому делению соответствует 120 периодов захваченного синусоидального напряжения. Из-за такого большого числа периодов в делении развертка превращается в сплошную линию. Изменяя скорость развертки, можно увидеть отдельные периоды синусоидального напряжения, как показано на рис. 2. Однако это мне не подходит, так как я должен видеть полный рабочий цикл насоса. Яркая желтая трасса на рис. 4 представляет ток. Он равен нулю до момента включения насоса (выброс тока в центре экрана). Затем ток протекает в течение примерно 6 с (три деления), после чего водосборный резервуар опустошается и насос выключается.

Кроме того, анализатор мощности IntegraVision может измерять суммарную энергию. На рис. 4 справа в синем прямоугольнике приведено значение потребляемой энергии в миллиампер-часах. Это значение представляет площадь под кривой зависимости тока от времени. При нулевом токе (ток не протекает) энергия не потребляется. Если насос включен, то ток протекает, и энергия 57,13 мАч потребляется от аккумуляторной батареи в каждом рабочем цикле насоса.

Разделив емкость аккумуляторной батареи на значение энергии, потребляемой от нее в одном рабочем цикле насоса, я получил время работы насоса от ИБП. В ИБП используются две 12-В аккумуляторные батареи емкостью 9 Ач, соединенные последовательно. Если в каждом рабочем цикле насос потребляет 57 мАч, то при работе от ИБП насос может выполнить 157 рабочих циклов (9000 мАч/57 мАч). Даже при КПД 75% ИБП обеспечит 117 рабочих циклов насоса.

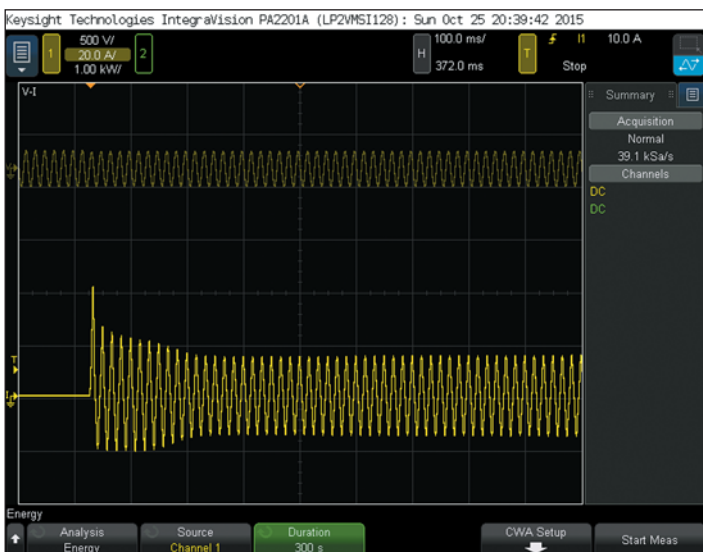


Рис. 2. Снимок экрана анализатора мощности Keysight IntegraVision, показывающий сигнал переменного напряжения (вверху) и пусковой ток дренажного насоса

Выводы

Используя анализатор мощности, который, подобно осциллографу, может выполнять измерения мгновенных значений, я измерил мощность, потребляемую насосом в одном рабочем цикле. Также анализатор мощности позволяет с высокой точностью измерить потребляемую энергию. Разделив общую емкость батареи на суммарную энергию, потребляемую насосом в одном рабочем цикле, я вычислил время работы насоса от ИБП. И теперь я уверен, что в случае нарушения электроснабжения из-за дождей мой дренажный насос сможет поддерживать подвал в сухом состоянии в течение времени, достаточного для подключения и запуска бензинового генератора.

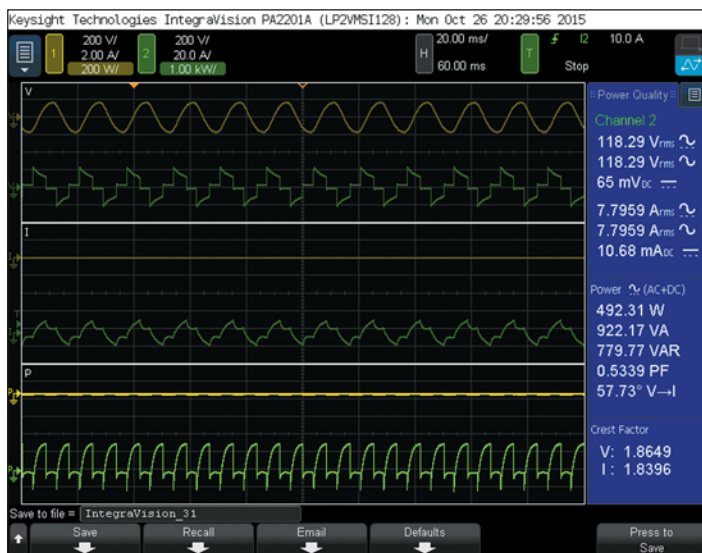


Рис. 3. Снимок экрана анализатора мощности IntegraVision, показывающий сигнал переменного напряжения (верхняя зеленая трасса), сигнал переменного тока (средняя зеленая трасса) и сигнал мощности (нижняя зеленая трасса), потребляемой дренажным насосом. Параметры в синем прямоугольнике справа: потребляемая насосом активная и полная мощность (492 Вт и 922 ВА) и коэффициент мощности (0,53)

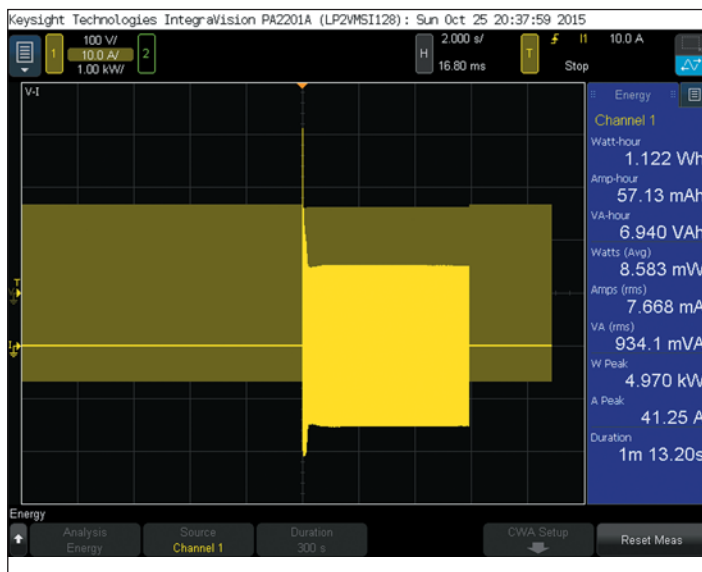


Рис. 4. Снимок экрана анализатора мощности Keysight IntegraVision, показывающий сигнал переменного напряжения (неяркая желтая развертка) и переменный ток (яркая желтая развертка), потребляемый дренажным насосом. Справа в синем прямоугольнике приведены измеренные значения мощности, тока и суммарной энергии, потребляемой насосом в течение 6 с рабочего цикла