

합리적인 30A 에너지 미터

A Sensible 30A Energy Meter

LTC2947은 $300\mu\Omega$ 감지 저항을 통합한 편리한 보드 레벨 에너지 모니터로서, 고전류를 측정할 때 발생할 수 있는 일반적인 감지 저항 문제를 없애준다. 어느 전류 레벨에서나 3개의 ADC는 전류, 전압, 전력, 에너지, 전하, 온도 및 시간에 대한 높은 정확도의 판독을 제공하도록 설정할 수 있다.

글/Christopher Gobok
Senior Product Marketing Engineer, Mixed Signal Products
Linear Technology Corporation

들어가며

만약 누군가에게 태양광 설비를 지붕에 설치했다고 말한다면 아마도 ‘몇 개의 패널을 설치했는지’, ‘설치 면적은 얼마나 되는지’를 포함해 많은 질문 세례를 받게 될 것이다. 대부분의 사람들은 우회적인 방법으로 태양광 발전 설비의 전력 정격이 어느 정도인지 가늠하려고 한다. 그런 다음, 당신이 여전히 그리드 시설에 대해서 설명한다면 태양광 패널이 얼마나 효율적인지 또는 비용이 전부 얼마나 들었는지 물어볼 것이다. 하지만, 모두 당연한 질문이기는 하지만, 만약 나라면, 먼저 질문을 최소화할 수 있도록 ‘큰 그림’으로 얼마나 많은 에너지를 사용하고 생산하는지부터 설명하기 시작할 것이다. 전력과 달리 에너지는 전기 소비와 생산의 관점에서 어느 시스템에서나 최종 단계이자 진정한 성능 지표이기 때문이다.

에너지 모니터링은 태양광뿐 아니라 많은 애플리케이션에서 유사한 장점을 갖는다. 휴대형, 랙 장착, 인-라인(in-line) 방식의 에너지 미터가 광범위하게 사용되고 있으며, 설비 관리자들은 이러한 에너지 미터를 사용하여 장비별 또는 부서별로 에너지를 추적하고 할당할 수 있다. 여기에는 부하 프로파일링을 포함할 수 있는데, 즉 예상되는 에너지 소비와 현재 사용을 비교하여, 모델링

Introduction

Tell someone that you have a solar panel system installed on the roof of your home and you’ve likely opened yourself up to a slew of questions, including “How many panels do you have?” or “What size is your system?” Most people try and gauge your system’s power rating in a sometimes roundabout way. Then, they may proceed to ask how efficient your panels are, if you are still tied to the grid, or how much the whole system cost you – all perfectly valid questions. However, if you’re like me and like to explain the “big picture” first (and minimize the questions), try starting the conversation with an explanation of how much energy you consume and generate, since unlike power, energy is the endgame and true performance metric of any system from an electrical consumption and generation standpoint.

Monitoring energy has similar benefits in many applications, not just solar. Handheld, rack-mounted and in-line energy meters are widely available and can be used by people such as facility managers to track and allocate energy used by equipment or departments among many things. This may also include load profiling, where

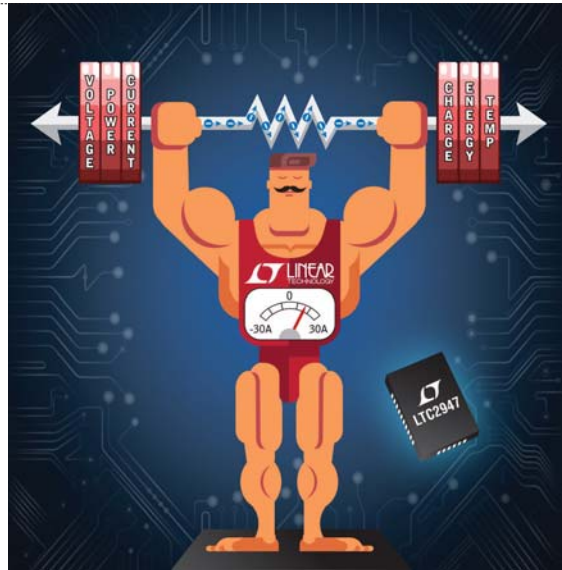
된 에너지 패턴으로부터 벗어난 정도를 기준으로 문제가 될 수 있는 부분을 알아내는 것이다. 담당자는 부하 크기를 결정함으로써 언제라도 조명, 컴퓨터, 배터리 등을 포함해 얼마나 많은 장치를 시스템에 연결할지 판단할 수 있다. 전기 자전거와 전기 자동차는 거리당 에너지 사용을 알 수 있어 배터리로부터 소모되고 다시 배터리로 충전되는 에너지를 수치화할 수 있다.

에너지 모니터링 애플리케이션은 매우 많지만, 시장에 나와 있는 에너지 모니터링 IC는 찾아보기 어렵다. 많은 시스템 설계자는 리니어 테크놀로지의 100V LTC2945 전력 모니터와 같은 전력 모니터링 IC를 사용하여 이러한 문제를 해결해 왔지만, 이 솔루션은 마이크로프로세서가 에너지를 계산하면서 전력과 시간을 동시에 추적해야 하기 때문에 비록 복잡한 코딩은 필요하지 않지만 컴퓨팅 자원이 제한된다는 주요 단점이 있다. 리니어 테크놀로지의 100V LTC2946 에너지 모니터는 직접적인 에너지 측정을 제공하는 보다 우아한 솔루션으로서, 사용자는 유연하게 독자적인 감지 저항을 선택할 수 있다. 그러나 높은 전류를 측정할 필요가 있을 때는 어려움이 따른다. 한편 리니어 테크놀로지의 최신 LTC2947 에너지 모니터는 30A 감지 저항을 통합하고 있어 최근의 가장 까다로운 애플리케이션에도 매우 실용적인 에너지 모니터링을 제공한다.

감지 저항 통합

전류 감지를 위해 감지 저항을 사용하는 전력 또는 에너지 모니터링 IC를 설계할 때 필요한 감지 저항을 계산하는 작업은 보통 간단하다. 옴의 법칙을 적용해 데이터 컨버터의 풀스케일 전압을 부하 전류로 나누면 된다. 그런 다음 자주 이용하는 전자부품 유통업체의 웹사이트에 들어가 사용 가능한 실제 저항 값을 확인한다. 두 자릿수 전류를 측정하기 전까지는 이처럼 간단하다.

예를 들어 LTC2946는 약 100mV의 풀스케일 전압을 갖는 넓은 범위의 I²C, 전력, 전하 및 에너지 모니터이다. LTC2946을 사용해 30A 레일을 측정하고 이때 3.3mΩ 감지 저항이 필요하다면, 여기까지는 아무 문제가 없겠지만, 소비 전력이 2.9W에 달한다면 말이 달라



expected energy consumption patterns are compared to present usage and areas of concern are flagged based on deviations from modeled energy patterns. By sizing loads, people can determine how many widgets, including lights, computers, batteries, can be connected to a system at any time. Electric bikes and vehicles can report their energy use per mile and quantify the energy being extracted from or returned to a battery.

Although energy monitoring applications are plentiful, there are very few energy monitoring ICs in the market. Many system designers have gotten by with using power monitoring ICs, such as Linear Technology's 100V LTC2945 power monitor, and having a microprocessor keep track of both power and time while also calculating energy; although complex coding is not required, the main drawback with this solution is that computing resources are tied down. Linear Technology's 100V LTC2946 energy monitor is a more elegant solution that provides direct energy measurements, where users have the flexibility to choose their own sense resistor; however, the challenge arises when you need to measure high currents. Enter Linear Technology's long overdue LTC2947 energy monitor with an integrated 30A sense resistor, which makes energy monitoring extremely practical for today's most demanding applications.

Revisiting the Sense Resistor

When designing in a power or energy monitoring IC

그림 1a. 3.3mΩ 감지 저항을 사용하여 30A 레일의 에너지를 측정하는 LTC2946

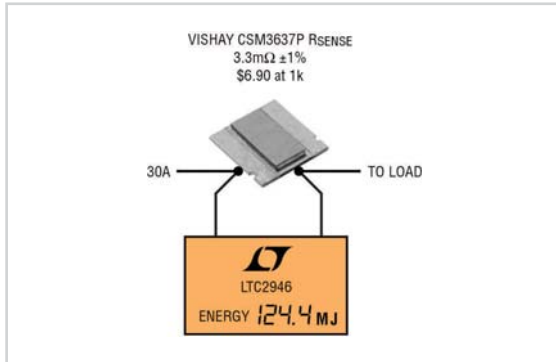
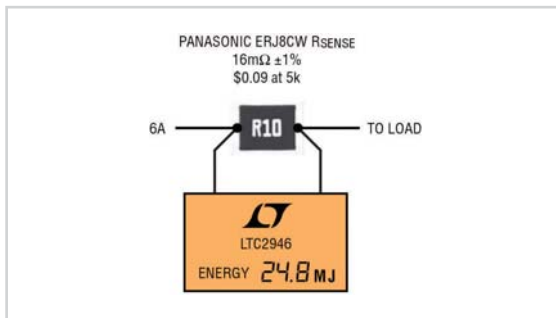


그림 1b. 16mΩ 감지 저항을 사용하여 6A 레일의 에너지를 측정하는 LTC2946



진다! 어느 누구도 단순한 에너지 측정을 위해 이처럼 많은 전력을 소비하려고 하지 않을 것이다. 뿐만 아니라 높은 소비 전력으로 인해 패키지는 ‘표준’이 아닐 가능성이 높기 때문에 가격이 상당히 높아진다. 예를 들어 디지키(Digi-Key)에서 판매하는 비췌이(Vishay)의 CSM3637P 3.3mΩ ±1% 5W 감지 저항(그림 1a)은 1,000개 수량 기준으로 무려 6.90달러이다! 또 6mm x 3mm x 0.6mm 벌크 금속 포일 패키지로 제공돼 5W 히트싱크를 장착하기 어렵다.

이제, LTC2946을 사용하여 보다 낮은 전류의 6A 레일을 측정하고 이때 16mΩ 감지 저항이 필요하다면 소비 전력이 0.57W가 되므로 보다 수용 가능한 수준이 될 것이다. 디지키에서 판매하는 파나소닉(Panasonic)의 ERJ8CW 16mΩ ±1% 1W 감지 저항(그림 1b)은 1,000개 수량 기준으로 합리적인 0.09달러이다. 또 소형 3.2mm x 1.6mm x 0.65mm 1206 패키지로 제공돼 실장이 어렵지 않으며 전체 보드 공간을 많이 차지하지

that uses a sense resistor for its current sense element, calculating the required sense resistor is generally a straightforward task. You simply apply Ohm’s law – that is, you take the data converter’s full scale voltage and divide by the load current. Then, you check your favorite electronics distributor’s website to see what real resistor values are available. Simple enough, until you start measuring double digit currents.

Take the LTC2946 wide range FC, power, charge and energy monitor for example, which has a full-scale voltage of approximately 100mV. If the LTC2946 is used to measure a 30A rail, a 3.3mΩ sense resistor is required, which is readily available, but it will have to dissipate 2.9W of power! Very few people in the world, if any, would be willing to dissipate this much power for a simple energy measurement. Furthermore, because of the high power dissipation, the package will likely not be “standard” by any means and, therefore, fairly expensive. For example, Digi-Key sells Vishay’s CSM3637P 3.3mΩ ±1% 5W sense resistor, shown in Figure 1a, for \$6.90 in 1kpcs quantities! Its 6mm x 3mm x 0.6mm bulk metal foil package practically makes it a 5W heatsink that’s difficult to mount.

Now, if the LTC2946 is used to measure lower currents, say a 6A rail, then a 16mΩ sense resistor is required and the power dissipation would be a more acceptable 0.57W. Digi-Key sells Panasonic’s ERJ8CW 16mΩ ±1% 1W sense resistor, shown in Figure 1b, for a reasonable \$0.09 in 1kpcs quantities; it is housed in a tiny 3.2mm x 1.6mm x 0.65mm 1206 package, which isn’t difficult to mount and wouldn’t add much to the overall board space. If anything, this makes for a 2.4% energy monitoring solution that works over the -40°C to 85°C operating temperature range, which may be too inaccurate for some applications; the 2.4% does not include any inaccuracy due to the thermocouple effects created by the external connections (i.e., leads and traces) between the LTC2946 and sense resistor.

Whether you want to measure a 30A rail or 6A rail, a

도 않는다. 그러나 이 경우 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 온도 범위에서 동작하는 2.4% 에너지 모니터링 솔루션을 구성한다. 이는 일부 애플리케이션에서는 너무 부정확한 수준일 수 있으며, 게다가 이 2.4%는 LTC2946과 감지 저항 간의 외부 연결(리드와 트레이스 등)에 의해 발생하는 열전 효과로 인한 부정확성은 포함되지 않았다.

30A 레일 또는 6A 레일을 측정하든, LTC2946보다 간단한 방법은 그림 2에 보이는 LTC2947 에너지 모니터를 사용하는 것이다. LTC2947은 $300\mu\Omega$ 감지 저항을 통합하고 있어 소비 전력, 온도 드리프트, 크기 문제를 포함해 고전류를 측정하기 위해 외부 감지 저항을 사용하는 것과 관련된 문제를 없애준다. 30A의 폴스케일 전류를 측정할 때 LTC2947의 통합된 감지 저항의 전압 강하는 10mV에 불과하므로 단 0.25W의 전력을 소비하고, 6A 레일 측정 시 10mW의 소비 전력만 발생한다. 이와 같은 낮은 소비 전력 외에도, LTC2947은 단 -9mA (또는 $2.7\mu\text{V}$)의 낮은 오프셋으로 높은 동적 범위를 제공한다. 온도 보상되는 에너지 리딩은 실온에서 1.2% 정확도 또는 전체 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 동작 온도 범위에서 1.5% 정확도를 갖도록 보장된다. 뿐만 아니라 LTC2947은 4mm x 6mm 32핀 QFN 패키지로 제공돼 공간이 제한된 설계에 매우 효과적으로 이용할 수 있다.

에너지 측정

LTC2947은 전류, 전압, 전력, 전하, 에너지, 온도, 시간을 포함해 많은 파라미터를 측정한다. 그림 3의 블록 다이어그램을 참조한다. LTC2947은 3개의 $\Delta\Sigma$ ADC를 사용하는데, 이중 2개는 전압과 전류를 측정하고, 세 번째 ADC는 전력을 계산한다. 연속 모드 동작에서 ADC는 동시에 전류, 전압, 전력, 온도를 측정하고 100ms마다 대응하는 내부 레지스터를 갱신한다. 단일 샷 모드는 단일 세트의 라운드 로빈(round-robin) 방식의 측정을 트리거한다. 측정할 필요가 없을 때 LTC2947은 셋다운 모드로 전환하여 전체 전류 소비를 $10\mu\text{A}$ 미만으로 낮추거나, 아니면 아이들 모드로 전환하여 단일 샷 또는 셋다운 모드로 들어갈 준비를 한다.

LTC2947에서 제공하는 1.3% 정확도의 에너지 측

그림 2. 감지 저항을 통합한 LTC2947 전력/에너지 모니터

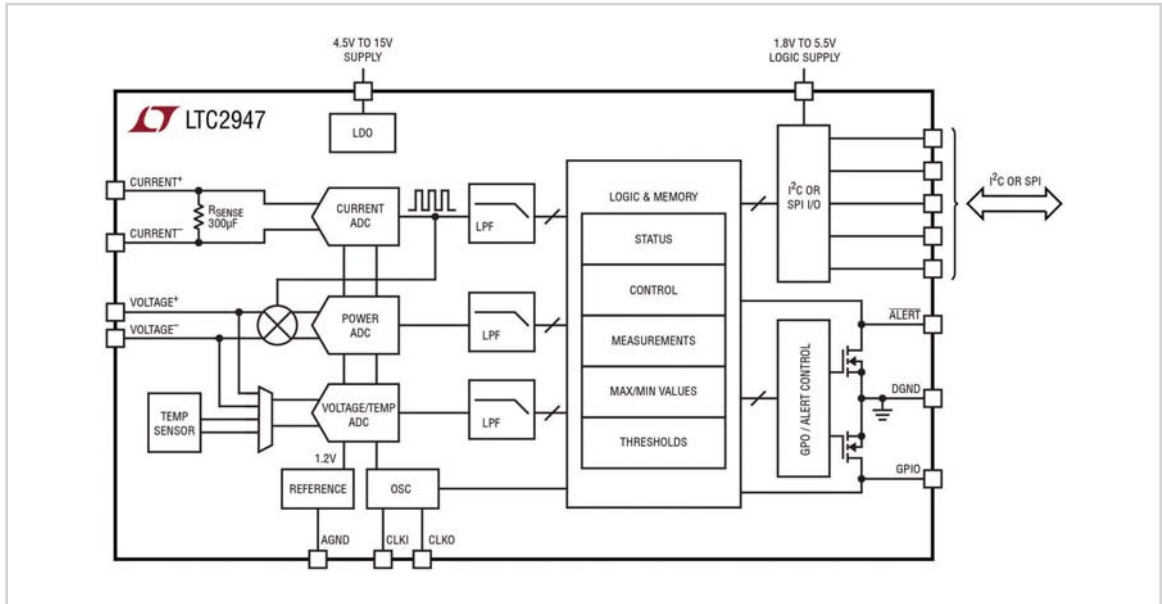


simpler alternative to the LTC2946 would be the LTC2947 energy monitor, shown in Figure 2, which integrates a $300\mu\Omega$ sense resistor and eliminates the headaches of using external sense resistors to measure high currents, including power dissipation, accuracy, temperature drift and size issues. When measuring a full-scale current of 30A, the voltage drop over the LTC2947's integrated sense resistor is only 10mV, causing a power dissipation of only about a quarter Watt or 10mW when measuring a 6A rail. In addition to low power dissipation, the LTC2947 offers high dynamic range due to its low offset of only -9mA (or $2.7\mu\text{V}$). Temperature compensated energy readings are guaranteed to be 1.2% accurate at room temperature or 1.5% accurate over the entire -40°C to 85°C operating temperature range. Furthermore, the LTC2947 is housed in a 4mm x 6mm 32-pin QFN package, making it very effective in space-constrained designs.

Energy Measurements

The LTC2947 measures many parameters, including current, voltage, power, charge, energy, temperature and time. Refer to the block diagram in Figure 3. The LTC2947 uses three $\Delta\Sigma$ ADCs, two of which measure voltage and current while the third ADC calculates power. In continuous mode, the ADCs continuously and simultaneously measure current, voltage, power and temperature and update corresponding internal

그림 3. LTC2947 블록 다이어그램



정은 실제로 전력을 계산하는 고유한 방식에서 온다. ADC의 변환율과 전력을 공급하는 기존 전력 모니터와 달리 LTC2947은 고유의 측정 방식을 구현함으로써 전력 측정 정확도를 극대화한다. LTC2947에 포함된 3개 ADC는 각기 특정한 작업을 담당한다. 첫 번째 ADC는 -30A~30A의 전류를 측정하고 연속적인 오프셋 캘리브레이션을 사용하므로 모든 입력 샘플이 동일한 가중으로 평균화되고 어떤 샘플도 손실되지 않도록 보장한다.

두 번째 ADC는 첫 번째 ADC가 전류를 측정할 때 동시에 내부 온도와 차동 전압을 측정한다. 온도는 호스트에 보고될 뿐 아니라 LTC2947에 의해 내부적으로 내부 전류 감지 저항의 온도 드리프트를 보상하는 데 사용됨으로써 보다 정확한 전류 측정을 제공한다. 0V~15V 레일-투-레일 동작 전압으로 LTC2947은 다양한 종류의 시스템에 유용하게 사용할 수 있다. 20V 절대 최대 정격 전원 핀과 감지 핀은 12V 애플리케이션을 위한 많은 헤드를 제공하며, 또한 제로 볼트 감지 모니터링 기능은 단락 회로나 정전 상황에서 전류 레벨을 모니터링하는 데 유용하다. 제로 볼트에서의 오류 전류 레벨은 추가적인 회로 없이 전원이나 부하에 이상이 있다는 것을 즉시 나타낸다.

registers every 100ms. A single shot mode triggers a single set of round-robin measurements. When no measurements need to be made, the LTC2947 can park itself in either shutdown mode, where total current consumption is reduced to less than 10µA, or idle mode, where all circuitry stays active and ready to go into continuous, single shot or shutdown mode.

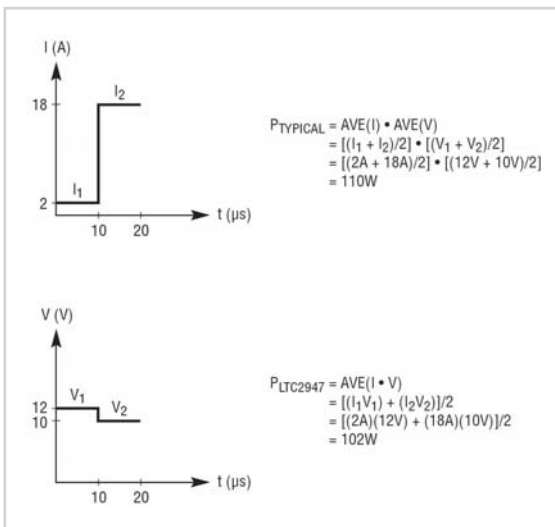
The LTC2947's 1.3% accurate energy measurements are really owed to the unique way it calculates power. Unlike existing power monitors where power is multiplied at an ADC's conversion rate, the LTC2947 implements a unique measurement scheme that results in maximum power measurement accuracy. Each of the three ADCs in the LTC2947 is tailored for a specific task. The first ADC measures current from -30A to 30A and uses a continuous offset calibration to ensure that all input samples are averaged with equal weight and no samples are missed.

The second ADC measures both internal temperature and differential voltage at the same time the first ADC is measuring current. Temperature is both reported to the host and used internally by the LTC2947 to compensate for the temperature drift of the internal current sense resistor, resulting in more

전력과 에너지를 측정할 때 LTC2947의 ‘비법’은 실제로 세 번째 ADC 안에 있다. 바로, 변환 평균화 전에 5MHz 샘플링 주파수에서 전류와 전압을 곱하는 것이다. 잘 알다시피, 일반적인 전력 또는 에너지 모니터링 IC는 1개 또는 2개의 ADC를 사용해 전류와 전압을 모두 측정 한 다음 결과를 곱해 전력을 얻는다. 그러나 이 경우 보통 $\Delta \Sigma$ ADC가 사용되기 때문에 곱해지는 값은 기본적으로 평균 전류와 평균 전압이다. 따라서 항상 일부 전력 오차가 발생한다. LTC2947은 평균화된 값을 곱하는 대신, 전류와 전압 원래의(프리-데시메이션 필터) 리딩을 곱한 다음, 그 결과를 변환한다. 이러한 방식으로 LTC2947은 변환 주파수보다 훨씬 높은 최대 50kHz까지 전류와 전압 변화가 존재하는 경우에도 전력을 정확하게 측정할 수 있다. 이와 같은 경우는 예를 들어, 상당한 임피던스를 갖는 배터리로부터 전력을 소비할 때 발생할 수 있다.

그림 4는 20 μ s 간격으로 위상이 변하는 전류 및 전압 파형의 예를 보여주고 있으며, 또 일반적인 전력 또는 에너지 모니터링 IC와 LTC2947가 어떻게 다르게 전력을 계산하는지 볼 수 있다. 일반적인 전력 에너지 모니터링 IC에서 전력은 평균 전류와 평균 전압을 곱하여 계산되지만, LTC2947에서 전력은 곱해진 샘플에 대한 평균으로 계산된다(이 예에서는 2개 샘플 사용). LTC2947의 102W 전력 계산은 실제 전력에 보다 가깝지만, 일반적

그림 4. 일반적인 전력 계산과 LTC2947 전력 계산의 비교



accurate current measurements. Because of the 0V to 15V rail-to-rail operating range, the LTC2947 is useful in many types of systems. Not only do 20V abs-max-rated supply and sense pins provide a lot of headroom for 12V applications, but the zero volt sense monitoring capability is just as useful in monitoring current levels during short circuit or blackout situations. Fault current levels at zero volts can immediately indicate whether the power supply or load has gone bad without additional circuitry.

The LTC2947’s “secret sauce” when measuring power and energy really resides in the third ADC, which multiplies current and voltage at a 5MHz sampling frequency, prior to any conversion averaging. You see, in typical power or energy monitoring ICs, one or two ADCs are used to measure both current and voltage, and the results are multiplied to obtain power; however, because $\Delta \Sigma$ ADCs are normally used, the values being multiplied are inherently average current and average voltage, which will always contribute to some power error. Instead of multiplying averaged values, the LTC2947 multiplies raw (pre-decimation filter) readings of current and voltage, then converts the result. This enables the LTC2947 to accurately measure power in the presence of current and voltage variations up to 50kHz – far beyond its conversion frequency. This might happen if, for example, power is drawn from a battery with significant impedance.

Figure 4 shows an example of a current and voltage waveform that are changing phases over a 20 μ s interval, as well as how power would be calculated differently in typical power or energy monitoring ICs versus the LTC2947. In typical power or energy monitoring ICs, power is calculated as the average current multiplied by the average voltage. In the LTC2947, power is calculated as the average of multiplied samples (in this example, two samples are used). The LTC2947 102W power calculation more closely resembles actual power and the typical power or energy monitoring IC’s 110W power calculation is a 7.8% error. The LTC2947 avoids this error and maintains accuracy with up to 50kHz signals.

인 전력 또는 에너지 모니터링 IC의 110W 전력 계산은 7.8% 오차가 발생한다. LTC2947은 이러한 오차가 없으며, 최대 50kHz 신호까지 정확성을 유지한다.

전하는 시간에 따라 소모되는 전류의 양이고, 에너지는 시간에 따라 소모되는 전력의 양이므로 LTC2947은 시간에 따른 전류와 전력을 적분해 부하로 들어가거나 나오는 전하와 에너지를 계산한다. 또한 LTC2947은 적분에 사용된 전체 누적된 시간을 추적한다. 이 경우 1% 정확도의 내부 클록 또는 외부 100kHz~25MHz 시간 기준에 의해 적분의 시간 기준을 제공할 수 있다. 전하가 배터리의 충전 상태(SOC)를 정확히 결정하는 많은 사전 요건의 하나이므로 전하 데이터는 특히 배터리 애플리케이션에서 유용하다. 또한 에너지 데이터는 동작을 위해 정적인 전력 리딩에 의존하는 것과 달리 동적 부하를 가능하게 하므로 일상적인 애플리케이션에서 보다 일반적으로 사용되고 있다.

편리한 디지털 기능

LTC2947은 설계를 간소화하는 다수의 디지털 기능을 포함하고 있다. 가장 주목할 만한 디지털 기능은 곱셈기와 누산기를 통합하고 있어 사용자에게 24비트 전력 값과 48비트 에너지 및 전하 값을 제공함으로써 호스트가 전압과 전류 데이터를 폴링하고 추가적인 계산을 수행할 필요를 덜어준다. 또한 개별적인 1.8V~5.5V 디지털 전원이 제공돼 사용자가 모니터링되는 전원과 다른 전압에서 로직 레벨을 실행할 수 있다.

LTC2947은 전류, 전압, 전력, 온도에 대한 최소값 및 최대값 레지스터를 포함하므로 연속적인 소프트웨어 폴링이 필요 없고 버스와 호스트는 자유롭게 다른 작업을 수행할 수 있다. 최소값/최대값을 검출하고 저장하는 외에도, LTC2947은 임계값을 넘어서면 경보를 발생시킬 수 있는 임계값 레지스터를 포함하고 있으므로, 마찬가지로 마이크로프로세서가 LTC2947를 지속적으로 폴링하고 데이터를 분석할 필요가 없다. LTC2947은 또한 지정된 양의 에너지나 전하가 공급되거나 사전 설정된 시간이 경과하면 오버플로우 경보를 발생하도록 구성할 수 있다. 에너지 모니터의 경우 경보 응답이 최소값 및

Since charge is the amount of current consumed over time and energy is the amount of power consumed over time, the LTC2947 integrates current and power over time to calculate charge and energy flowing to or from the load. It also keeps track of the total accumulated time that has been used for integration, where the integration time base can be provided either by the 1% accurate internal clock or an external 100kHz to 25MHz time base. Charge data can be especially useful in battery applications where charge is just one of many prerequisites to accurately determining the state of charge (SOC) of a battery. Moreover, energy data is proving to be more common in everyday applications, as it allows for dynamic loading versus relying on static power readings for activities.

Digital Convenience


The LTC2947 includes a host of convenient digital features that simplifies designs. The most apparent digital feature is the integration of a multiplier and accumulator which provide users with 24-bit power and 48-bit energy and charge values, alleviating the host of polling voltage and current data and performing extra computations. A separate 1.8V to 5.5V digital supply allows users to run logic levels at a voltage different from the supply being monitored.

The LTC2947 has minimum and maximum registers for current, voltage, power and temperature, which eliminate the need for continuous software polling and free the bus and host to perform other tasks. In addition to detecting and storing min/max values, the LTC2947 has threshold registers that can be used to issue an alert in the event any of the thresholds are exceeded, again, eliminating the need for the microprocessor to constantly poll the LTC2947 and analyze data. The LTC2947 can also be configured to generate an overflow alert after a specified amount of energy or charge has been delivered or when a preset amount of time has elapsed. For an energy monitor, an alert response can be equally as valuable as minimum and maximum registers, so a separate alert register is

최대값 레지스터와 마찬가지로 유용할 수 있기 때문에 별도의 경보 레지스터가 제공되며, 사용자는 SMBus 경보 응답 프로토콜에 따라 어떤 파라미터를 응답할지 선택할 수 있다. 경보가 발생하면 경보 응답 주소(ARA)가 방송되고 /ALERT 핀이 로우로 구동되어 호스트에게 경보 발생을 통지한다.

사용자는 표준 SPI 또는 I²C 인터페이스를 지원하도록 LTC2947를 핀 구성해 외부와 통신할 수 있다. 6개의 I²C 디바이스 주소를 사용할 수 있어 동일한 시스템에 여러 개의 LTC2947을 쉽게 설계해 넣을 수 있다. 스택 버스 리셋 타이머는 I²C 신호가 어떠한 이유로 50ms 이상 로우를 유지할 경우(스택 버스 조건) 내부 I²C 상태 머신을 리셋해 정상적인 통신이 재개될 수 있게 한다. 많은 사람들이 찾는 이러한 스택 버스 보호 기능은 로우 상태로 고착된 버스를 호스트가 수동으로 해결할 필요를 없애준다. 그렇지 않을 경우 시스템 리셋을 발생시켜 작업이 중단되고 시간과 비용이 낭비될 수 있다. 또 LTC2947은 분할된 I²C 데이터 라인을 제공하므로, 절연 경계를 넘어 데이터의 양방향 전송과 수신을 위해서 I²C 분할기나 결합기를 사용할 필요가 없어 편리하다.

결론

LTC2947은 300 $\mu\Omega$ 감지 저항을 통합한 편리한 보드 레벨 에너지 모니터로서, 고전류를 측정할 때 발생할 수 있는 일반적인 감지 저항 문제를 없애준다. 어느 전류 레벨에서나 3개의 ADC는 전류, 전압, 전력, 에너지, 전하, 온도 및 시간에 대한 높은 정확도의 판독을 제공하도록 설정할 수 있다. -30A~30A 전류 범위와 0V~15V 전압 범위가 지원돼 양방향 전류가 존재하는 경우를 포함하여 다양한 애플리케이션에서 LTC2947을 사용할 수 있다. LTC2947은 뛰어난 아날로그 기능과 함께 곱셈기, 누산기, 최소값/최대값 레지스터, 구성 가능한 경보 및 강력한 SPI 또는 I²C 인터페이스를 포함하여 호스트 리소스를 절감하는 탁월한 디지털 기능들을 제공한다. 단 24mm²의 보드 공간을 차지하는 LTC2947은 현재까지 리니어 테크놀로지의 전력 모니터링 포트폴리오에서 가장 합리적인 디바이스이다. 

available and allows users to select which parameters will respond in accordance with the SMBus alert response protocol, where the Alert Response Address (ARA) is broadcasted and the /ALERT pin is pulled low to notify the host of an alert event.

Users can pin-configure the LTC2947 to support a standard SPI or I²C interface to communicate with the outside world. Six I²C device addresses are available so multiple LTC2947s can be easily designed into the same system. A stuck-bus reset timer resets the internal I²C state machine to allow normal communication to resume in the event that I²C signals are held low for over 50ms (stuck bus condition) for any reason; this sought-after stuck bus protection feature prevents a host from manually troubleshooting a bus stuck low, which might result in a system reset that is disruptive, costly and time consuming. The LTC2947 also provides a split I²C data line, which conveniently eliminates the need to use I²C splitters or combiners for bidirectional transmission and receiving of data across an isolation boundary.

Conclusion

The LTC2947 is a convenient board level energy monitor that integrates a 300 $\mu\Omega$ sense resistor to eliminate common sense resistor challenges that tend to arise when measuring high currents. At any current level, three ADCs are uniquely designed to provide users with highly accurate readings of current, voltage, power, energy, charge, temperature and time. The -30A to 30A current range and 0V to 15V voltage range allows the LTC2947 to work in a wide variety of applications, including applications where bidirectional currents are present. The LTC2947's analog prowess is equally matched by its host resource-reducing digital features, including a multiplier, accumulator, min/max registers, configurable alerts and a very capable SPI or I²C interface. Occupying only 24mm² of board area, the LTC2947 is the most sensible device in Linear Technology's power monitoring portfolio to date. 