

素人の観点から見た 1-Wireテクノロジー 及び使用に関する概要

ダラスセミコンダクタ社は、複数のスレーブ用にシングルツイストペアケーブルを介してデジタル通信及び動作電力を伝達する、単一のバスマスタに基づくテクノロジーを設計開発しています。このテクノロジーの重要な面は、どのスレーブもグローバル的に独自のデジタルアドレスを備えていることです。このテクノロジーは、単一のワイヤを使って通信及び電力送信の両方を実現するので、1-Wire®と呼ばれています。本文では、そのプロトコルを簡潔に説明し、多様なアプリケーションを紹介します。

1-Wire ネットとは何か？

1-Wire ネットは、1-Wire 素子を使い、ツイストペアケーブル上でPCまたはマイクロコントローラがデジタル通信を行うことに基づいた低価格のバスです。このネットワークは、マスタにおいて公称5Vの電源への抵抗ブルアップを使う、オープンドレイン(ワイヤードAND)マスタ/スレーブマルチドロップアーキテクチャによって定義されます。1-Wire ネットベースシステムは次の3つの主要素子で構成されています：1) TMEX™ iButton® ビューウのような制御ソフト付バスマスタ、2) 配線及び関連コネクタ、3) 1-Wire デバイスの3つです。マスタの要請がない限りいかなるノードも通話を許されず、マスタ経由以外はスレーブ間の通信が許可されないため、このシステムは厳密なコントロールが可能になります。

1-Wire プロトコルは、電源電圧範囲2.8Vから6Vに特定される動作に従来のCMOS/TTLロジックレベルを使用します。マスタ及びスレーブはトランシーバとして構成され、ビットシーケンスデータが双方向に流れます。しかしデータは一度に一方にのみ流れることが許可され、最下位ビット(LSB)を最初に読み出され書きこまれることを可能にします。経済的なDS9097U COMポートアダプタは、RS-232をネットにインタフェースします。また、DS2480シリアル1-Wireラインドライバチップも、性能を最大化する適切な信号及びプログラム可能な波形を発生するために提供されます。

1-Wire ネット上のデータは、タイムスロットによって伝達されます。例えば、ロジック1をスレーブに書き込むために、マスタは15µs間又はそれ以下の間バスをローにプルします。ロジック0を書き込むために、最悪のケース条件のタイミングマージンを提供すべく、マスタは最低60µsの間バスをローにプルします。それぞれの1-Wire 部品はその内部発振器によりマスタの立下りエッジに

同期化するように自動クロックされるので、システムクロックは必要ありません。DATAラインが5Vの時、それぞれのスレーブ上に半波整流器を包括することによって、アイドルコミュニケーション期間中のチップ動作電力はバスから供給されます。

データラインがハイにプルされる時は常に半波整流器のダイオードがターンオンして内部コンデンサを充電します。ネット上の電圧がコンデンサ上の電圧を下回ると、ダイオードはリバースバイアスされ、電荷を分離します。結果的に生じた電荷は、ネットがローにプルされた時、各インタバル期間中スレーブに電力供給するエネルギー源を提供します。これらの期間に失われた電荷量は、データラインがハイに戻る時に補充されます。半波整流器によってネットから電力を「スティリングする(盗む)」というこの概念は、「寄生電力」と呼ばれています。

通信する時、マスタはバスを最低480µs間ローにホールドし、リリースし、その後ラインに接続されているスレーブからの応答する現在のパルスを探すことによって、ネットワークをリセットします。パルスの存在が検出されると、そのアドレスを呼び出すことによってスレーブにアクセスし、タイムスロットを発生しスレーブからの応答を検査することによって、情報の伝達を制御します。このハンドシェイクが成功すると、マスタは必要なデバイス特有のコマンドを発行し、そのデバイスとスレーブ間の必要なデータトランスファを実行します。独自のデジタルアドレスがあるために、マスタはネット上の多くのスレーブの中から単一のスレーブを選択することができます。

全ての部品に独自のアドレス

それぞれの1-Wireスレーブ内に、ノードアドレスとして作用する独自の64ビットシリアル番号が保証されたレーザーROM部分が保存されています。このグローバルな独自のアドレスは、3つの主要部分に分割される8バイトで構成されています。LSBから始まり、最初のバイトは、デバイスの種類を特定する8ビットのファミリーコードを保存しています。次の6バイトにはカスタム化が可能な48ビットの個別アドレスが保存されています。最後のバイトは、最上位バイト(MSB)で、最初の7バイトに包括されるデータに基づいた値の周期冗長検査(CRC)が含まれます。これによってアドレスが誤差なくして読み取られたかをマスタが判断することが可能になります。2⁴⁸のシリアル番号プールによって、ネット上のノードアドレスの衝突または重複の問題が発生するようなことは決してありません。

1-Wire デバイスはフロッピーディスクのようなファイルディレクトリを使ってフォーマットが可能なので、ファイルはランダムアクセスが可能で、他の記録を妨害することなく変更できます。情報は、バスに接続されているデバイスにマスタがアドレスする時、又はiButtonが1-Wire ネット上のどこかのプローブにタッチされた時に読み出し又は書き込みがされます。最高64kのメモリを

デフォルトとしてCONTピンがターンオンされ、関連するPMOSトランジスタのゲートをグラウンドし、ターンオンします。パストランジスタをオンにすると、選択された交差点で電力がLEDに供給されLEDが点灯します。希望であれば、DS2409はLEDを点滅させ視覚的な効果をあげるため、メインとAUX出力を繰り返し変換することが可能です。全てのDS2409のメイン出力がターンオンされると、選ばれたDS2406のカラム全体のLEDがターンオンされます。交互に、全てのDS2406の出力がターンオンされると、選ばれたDS2409の行全体のLEDがターンオンされます。結果として、全てのカラム及び行のスイッチをターンオンすることによってアレイ全体が点灯されるので、システムが完全に機能していることを検証する試験として便利です。DS9092 iButtonプローブが例示されていますが、ハンダ付けされた1-Wireデバイスも使用可能です。

アドレス可能なデジタル装置

DS2406及びDS2409 1-Wire制御チップの他に、温度センサ及びアナログデジタルコンバータ(ADC)のようないくつかのデジタル機能もあります。これらのICは1-Wireネット上で、多様な物理的特性を測定します。1-Wire装置の顕著な利点は、計測されるものの特定の特性(例えば、電圧、電流及び抵抗)に関係なく、全てが1-Wireプロトコルを使って通信することにあります。他の方法では計装用アンブや電圧周波数コンバータのような様々な信号処理(シグナルコンディショニング)回路を使うので、異なった出力を必要とし、各センサに個々のケーブルが必要となります。

各デバイスの独自のIDアドレスは、バスマスタが特定の1-Wire装置がどのパラメータを測定しているかを解釈するための鍵となります。本文では、環境測定用の1-Wire装置の例をいくつか後述します。全ての回路例では、電力のローカルソースを提供するために、BAT54Sデュアルショットキダイオード及び入力コンデンサが使われていることに留意して下さい。パッケージ内の残りのショットキダイオードはDATA及びGNDを横切って接続され、グラウンドから約-0.4Vまで下回る信号の偏移を制限することによって、回路を保護します。このダイオードがないと、バス上で0.6Vを超える負信号の偏移が、寄生基板ダイオードをフォワードバイアスし、チップ機能が妨害されます。

最初の例では、ロジックレベルの変化、又はスイッチが閉じられると応答する入力具备したDS2423カウンタが使われており、多様な計数または速度センサの実行に最適です。磁気的に起動されるリードスイッチを使う回路の例が図2に示されています。この回路では、ターンオン中のスプリアスな計数の発生を防ぎ、ノイズのピックアップを最小限にするために、外部1M プルダウン抵抗が入力からグラウンドまでに使用されています。この回路は、

リチウムのバックアップを使って、1-Wire雨量計及びハブ取り付けホイールオドメータを作製するのに使われます。これらのアプリケーションでは、それぞれ計測用放下バケツが満たされ、空にされる毎、又はホイールが1回フル回転する度に、小型の永久磁石が、リードスイッチを通過します。これによって一時的にリードスイッチが閉じ、雨量0.01インチ、または1回転を示すようにカウンタを増分します。また、この回路は風速を測定する1-Wire気象観測所でも使用されています。

1-Wireネット上で湿度を測定

多くの製造工程で湿度は重要な要素であり、個人的な快適さにも影響します。適切な感知素子を使い、1-Wireネット上で湿度を測定することが可能です。ここで特定されているセンサ素子は、電源電圧に比率する直線性電圧対相対湿度(RH)出力を生成します。つまり、電源電圧が変化すると、センサ出力電圧が直接それに比例します。これには、センサ素子電圧及びその出力電圧両方の測定が要求されます。さらに、真のRHを計算するには、センサ素子での温度を知る必要があります。DS2438は計算に必要な全ての係数を包括しており、ADCを2つと温度センサを1つ備えているので、湿度センサを作る際の理想的な選択肢となっています。図3は、HIH-3610湿度センサ素子のアナログ出力がDS2438のメインADC入力によってデジタル変換されているところを示しています。バスマスタはまずU1、つまりDS2438に、V_{DD}上の電源電圧レベルを報告させます。これは又U2、つまりセンサ素子の電源電圧です。次にマスタはU1にU2の出力電圧を読ませ、オンチップセンサを使って局所温度を報告させます。最後にマスタはU1が供給する3つのパラメータを使って真のRHを計算します。

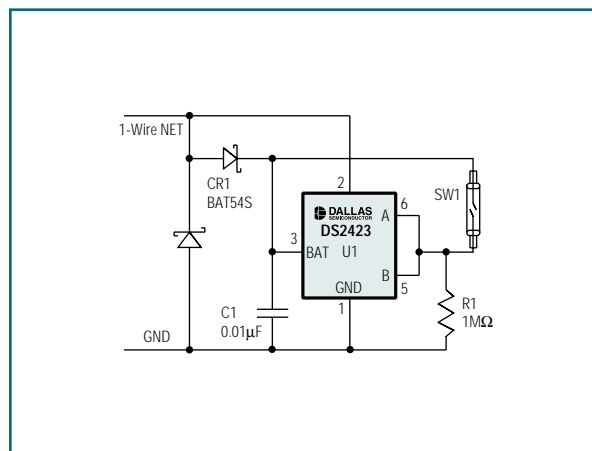


図2. 基本的なDS2423カウンタ回路は、入力としてリードスイッチを使用します。

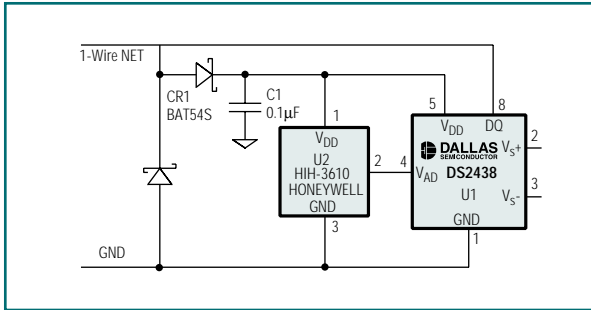


図3. 寄生電力をもつDS2438は湿度センサの製作に理想的です。

1-Wireネット上での気圧測定

気圧は、DS2438を使って1-Wireネット上で測定可能なもう1つの重要な気象学的なパラメータです。総合的な信号処理回路を内部に備えたレシオメトリック圧力センサを選択することによって、回路が非常にわかりやすいものとなります。気圧を正確に計測するためには、大気圧を表する出力電圧と素子への印加電圧を知る必要があります。MPXA4115圧力センサは、5Vで最高10mAを必要とすることがあるので外部電源が必要となります。DS2438のパワー端子にも外部電力を接続する必要があることを留意して下さい。これによってDS2438が圧力センサ素子に加えられた電源電圧を測定することが可能になります。フレキシブルなチューブによって、外気圧のサンプリングをしたり、ドアや窓の開閉または屋内のエレベータの昇降によってもたらされる不測の圧力変化(ノイズ)を避けたりするための経路をつくるのが可能です。

1-Wireネット上での風向の測定

最初の1-Wire気象観測所では、図4に示されるように、その風向センサの8つの磁気リードスイッチをそれぞれラベルするのにDS2401が使われました。単一のDS2450クワッドADCは、5つの抵抗器を使って、同様の機能を実行することができます。風が風向計を回転させると、トラッキングロータに取り付けられた磁石がリードスイッチを1つ(または2つ)開閉します。リードスイッチが閉じた場合、U1、つまりDS2450の入力端子で観察される電圧を変化させます。例えば、磁石がS1(北)を閉じる位置にあれば、端子7で観察される電圧は、 V_{CC} から $1/2V_{CC}$ に、つまりおよそ5Vから2.5Vに変化します。風向計の16の全位置がADCから独自の4ビット信号を発生するので、センサを初期化するにあたり、北を表示するか、又は現在風向計がどちらの方向を指しているかを特定することのみが必要となります。

磁石が2つのリードスイッチの中間にある時2つのリードスイッチは閉じているので、8つのリードスイッチが

16のコンパスポイントを示します。16の全方位点に関してADC入力における電圧をリストした図及び表1の2を参照して下さい。S1及びS2が閉じている時にADC入力のBとCに3.3Vが適用されていることをご覧下さい。これは、プルアップ抵抗R2とR3の並列の組み合わせが単一の抵抗として働き、その半分の値がR1に直列に接続され、R1を横切る $0.66V_{CC}$ の電圧デバイダを形成することから起こります。この状況はスイッチ位置4と16でさらに2回起き、これらの主要なポイントでも3.3Vを発生します。

表1. 4つのDS2450 ADC入力で観察される風向計の位置対電圧

方位点	電圧 入力@ D(V)	電圧 入力@ C(V)	電圧 入力@ B(V)	電圧 入力@ A(V)
1	5	2.5	5	5
2	5	3.3	3.3	5
3	5	5	2.5	5
4	5	5	3.3	3.3
5	5	5	5	2.5
6	0	5	5	2.5
7	0	5	5	5
8	0	0	5	5
9	5	0	5	5
10	5	0	0	5
11	5	5	0	5
12	5	5	0	0
13	5	5	5	0
14	2.5	5	5	0
15	2.5	5	5	5
16	3.3	3.3	5	5

1-Wireネット上での太陽放射輝度の測定

太陽光の量及びその持続時間は、1-Wireセンサを使って簡単に測定されるパラメータの1つです。太陽光の量は大気及び空の状況の測定で、持続時間は春分や秋分及び1日の長さに関連します。機械的及び光学的な実施は複雑になりますが、エレクトロニクスの部分はDS2438を使って簡単に製作できます。図5には、フォトダイオードと直列に接続された感知抵抗を使って構築された太陽放射センサが模式化されています。フォトダイオードに当る光によって光電流が生成され、ADCによって読み取られる感知抵抗を横切る電圧を生成します。センサが応答する波長及び光バンドパスの両方を制御するために、光フィルタを追加することが可能です。

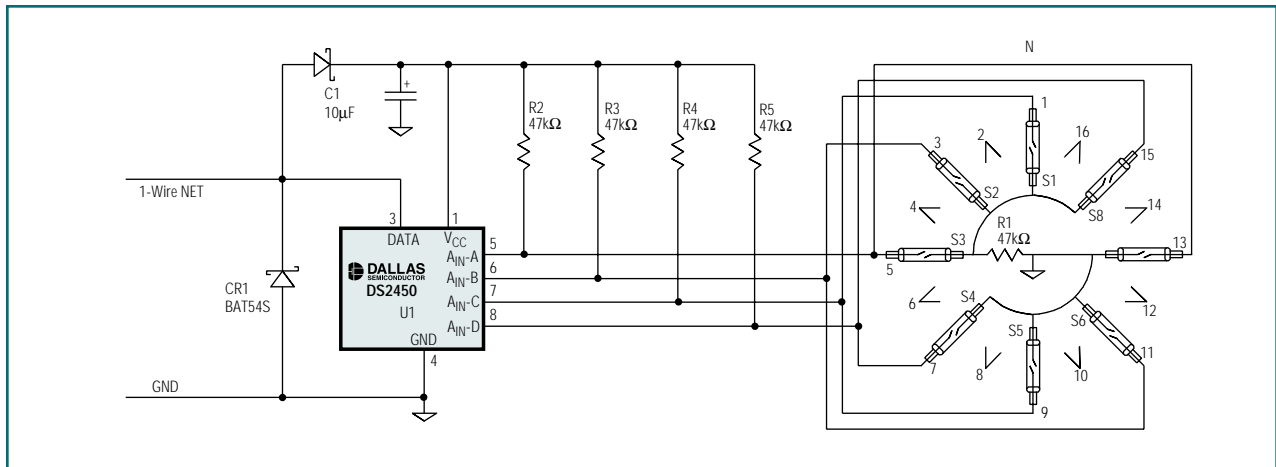


図4. DS2450クワッドADCベースの風向センサは16のコンパスポイントを測定します。

1-Wireネット上で熱伝対を測定する

DS2760多機能1-Wireチップを使い、低温接点で直接デジタル化される従来の熱伝対(TC)を使って極端な温度を測定することも可能です。1-Wireネットのツイストペアケーブルは、TCとバスマスタ間の距離をカバーし、通常使用される高価なTC拡張ケーブルの効率的な置換えとなります。独自のIDアドレスがあるので、複数のスマートTCをネット上で必要とされる任意の位置に置くことができ、位置決め及び取り付け費用を大きく低減します。オンチップ温度センサがTCの低温接点の温度を継続的にモニターするので、チップはLSB 15.625 μ Vで標準的なTCの温冷接点間で発生するミリボルトレベルの出力を直接デジタル化できます。チップには、TCの種類、場所、TCの使用開始日のようなセンサ特有のデータを保存するためのユーザアクセス可能なメモリが含まれています。この情報は、センサのミスラベルによる誤差の確率を最小化します。従って、DS2760は、バスマスタの計算が保存データ及びオンチップ温度センサによって報告される低温接点の温度に基づいてなされるため、あらゆる

種類のTCと併用することができます。図6は、いかにDS2760の採用が、標準熱伝対をマルチドロップ能力のスマートセンサに変換するのにシンプルで容易であるかを模式化しています。R1を追加することで、1-Wireネット上に提供される電圧が許容限界内であることを確認するトラブルシューティングに役立つV_{DD}の測定が可能となります。

まとめ

1-Wireテクノロジーは、単一セルフパワーネット上の個別ノードのポジティブなIDに基づいて、電気的な通信と計測の組み合わせを可能にしました。このテクノロジーの継続的な開発により、環境、計測、電圧、電流、温度、位置などとインタフェース可能な1-Wireチップの阵列が増加されました。本文中で述べられたように、これらのチップはまた単一ツイストペアケーブル上での多くの環境パラメータを測定するセンサの構築を可能にしました。

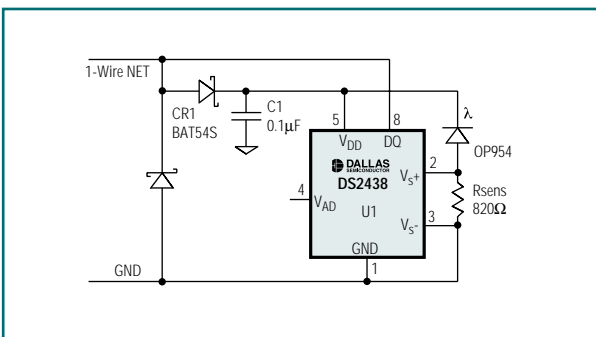


図5. フォトダイオード及びDS2438を使って利用できる太陽光の量を簡単に測定することが可能です。

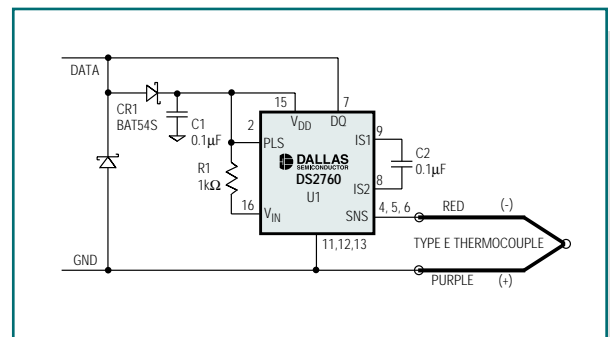


図6. DS2760は、従来のTCをマルチドロップ機能付のスマートセンサに変換することが可能です。

iButtonと呼ばれるステンレス鋼製ケースに入った1-Wireスレーブの中にROM、EPROM及びEEPROMを包括することで、さらに個人的な電子認証が可能になりました。個人及びデータのセキュリティは、金銭的なトランザクションに使われるiButtonのSHA-1に基づく1-Wireチップが作られたことによりさらに進歩しました。ステンレス鋼で外装されたiButton、又は標準ICパッケージに収められているかに関係なく、1-Wireコミュニケーション

は、ノンクリティカルな2つの接触インターフェースを使っています。1-Wireテクノロジーは、現在、運輸トークン、認証バッジ、入り口のセキュリティ、及びアフターマーケットの制御に使われています。新しいアプリケーションが続々追加されています。1-Wireテクノロジーを使った商業用アプリケーションについての詳細情報は、ウェブサイト、www.ibutton.com/solutions(英文のみ)をご覧ください。