

Keysight Technologies

ウルトラワイドバンド・パッシブエントリー／
パッシブスタートUWB PEPS

自動車セキュリティシステム用

ファンクション・テスト・ソリューション

パッシブエントリー／パッシブスタート(PEPS)とは、リモコンのボタンを押さなくても車のロックを解除できたり、物理的なキーなしで車を始動できたりするセキュリティシステムのことです。このシステムが導入された最初の目的はユーザーの利便性のためで、ドライバーが車に入るときや車を始動するときにリモコンを探さなくてもいいようにするためでした。ただし、このシステムは中継攻撃に対する脆弱性があるという問題がすぐに明らかになりました。攻撃者は、キーと車の間のメッセージを中継することにより、車とキーが物理的に100 mぐらい離れていても、車のドアを開けて始動することができるのです。通信は車とその正規のキーの間で行われているため、内蔵イモビライザーなどの高度なセキュリティ技術はこの場合は無意味です。

狭帯域PEPSの応答偏差には大きなばらつき(数 μ sから200 ~ 300 μ s)があるため、数100 ns程度の遅延による遠方中継攻撃を検出するのは困難です。このため、長期的な対策として、ウルトラワイドバンド(UWB)テクノロジーがPEPSセキュリティシステムに導入されようとしています。UWB信号は、500 MHz以上という広い帯域幅を持っていて、通常2 ns未満の高速パルスであり、急峻な立ち上がり／立ち下がりエッジを示します。これにより、干渉に対して高い耐性を示すとともに、正確で信頼性のある距離検出が可能です。メーカーは、UWB PEPSシステムに関してきわめて正確なゾーンを定義することができます。ドアのロックを解除する信号は、ドライバーが実際に自動車の近くにいる場合のみ有効になるので、信号ジャムを利用した不正なロック解除を防ぐことができます。

UWB PEPS ECUのファンクションテスト

通常の動作では、自動車内のPEPSの電子制御ユニット(ECU)が、UWBビーコンメッセージを定期的を送信して、自動車キーの存在を検出し、アクセスを許可または拒否します。自動車から送出されるこのUWBメッセージを検出すると、自動車キーは内部のマイクロコントローラーをアクティブにして、受信信号を解釈します。受信信号を処理した後、スマートキーはやはりUWB周波数スペクトラムでPEPSに応答します。PEPSと対応するキーの間では双方向の通信が行われるため、PEPSの機能には、スマートキーから入力されたコードの正しい検出と解釈、およびPEPSからスマートキーへのビーコン信号の送信があります。

この記事では、代表的なPEPSシステムの主要なテストについて説明します。UWB通信をエミュレートするためには、スマートキーまたは信号発生器が使用されます。図1に、PEPSシステムの機能チェックのためのテスターセットアップの概要を示します。「レシーバーテスト」と「感度テスト」は、スマートキーからのUWBメッセージを受信してコード検出を行い、PEPSレシーバーの検出機能を検証するものです。これに対して、「パワー伝送テスト」は、ウルトラワイド・バンド・トランスミッターの送信信号を解析して、その信頼性を検証するものです。最後に、オプションで「レンジングテスト」を行うこともできます。距離検出は、製造ラインでのファンクションテストの際に、アルゴリズムが設計段階で保証されていれば、不要な場合もあります。同時に、一般的なファンクションテスト(例えば、バッテリーの電圧入力、アイドル／動作モードの消費電流など)が必要な場合もあります。これらのテストはデジタルマルチメータ(DMM)を使用します。

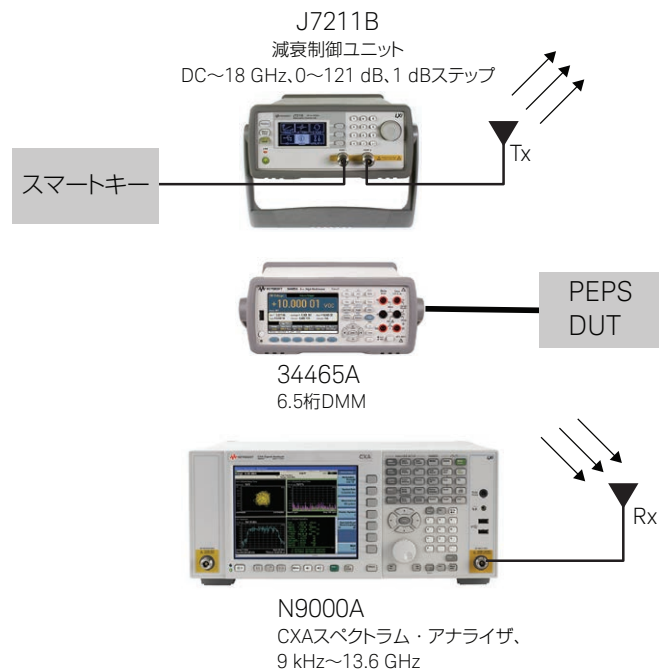


図1. PEPS機能のテストセットアップのブロック図

レシーバーテスト

レシーバーテストには、スマートキー信号を出力できるエミュレーターが必要で、その目的はPEPS DUTのオンボードUWB受信回路の検証です。マルチパス干渉への耐性を実現するために、バースト位置変調(BPM)とバイナリー位相シフトキーイング(BPSK)変調を組み合わせた、500 MHz以上の帯域幅を持つパルスベースのUWBが用いられます。マルチバンドUWB信号には、市販のベクトル無線周波数(RF)信号発生器または高速広帯域任意波形発生器が使用できます。ただし、製造ラインのテストでは、高精度が絶対的な要件ではない場合もあります。機能をチェックするには、PEPSと通信できるスマートキーがあれば十分だからです。このためメーカーは通常、スマートキーのUWB機能をエミュレートできる低コストの特殊モジュールを開発します。この特殊モジュールは、DUTの動作周波数で動作するように設計され、DUTに対応するスマートキーを模倣するようにプログラムされます。コマンドが開始されると、特殊モジュールは、DUTからある程度の距離にある送信アンテナ経由で、UWBキー信号を送信します。送信される信号は、ユーザーが定義する特定のUWBメッセージです。DUTは、メッセージの内容を受信して比較し、エラーコードが見つからないことを確認して、レシーバーの機能検証を行います。

感度テスト

このテストの目的は、DUTの受信回路の感度レベルを検証することです。感度は、スマートキーとPEPSの間の動作距離に関連する性能と言い換えることができ、PEPSの動作ゾーンの評価に利用できます。このテストでは、スマートキーモジュールと送信アンテナの間にプログラマブルアッテネータを挿入して、スマートキーのトランスミッターからのパワーレベルを調整します。受信テスト開始時に最大減衰レベルを設定することにより、スマートキーから送信されたメッセージが、最も小さい信号強度で正しく復元されるかどうかを検証することができます。送信されたメッセージが正しく復元されるまで、減衰レベルを段階的に下げながらシーケンスを繰り返します。アッテネータのdBレベルが、DUTの感度レベルを表します。図2に、この感度測定のプロセスを示します。より正確な結果を得るには、RFケーブルの損失、アッテネータの挿入損失、送信アンテナからDUTまでの距離を考慮する必要があります。

キーサイトでは、PEPS UWBアプリケーションに適したさまざまなプログラマブルアッテネータを提供しています。PXIカードタイプ(M9168C)やLXI準拠(J7211B)のアッテネータ制御ユニットが、DC ~ 18 GHzの周波数で利用できます。これらのソリューションは、周波数に関して優れたフラットネスを実現し、1 dBという小さいステップの減衰により、測定感度を高めることができます。

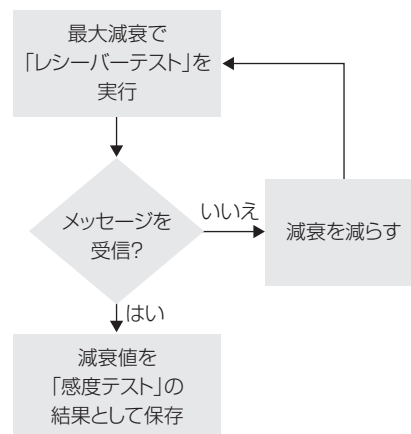


図2. 感度テストフロー

パワー伝送テスト

DUTのUWBトランスミッターの機能を検証する送信テストとして、送信パワーとその中心周波数/占有帯域幅があります。これらのテストでは、トランスミッターのRF信号品質を測定することで、トランスミッターがPEPSの動作に必要な仕様を満たすことを確認します。これらのテストパラメータを測定するには、周波数帯域内の個々のスペクトラム成分を測定できるシグナル・アナライザが必要です。このテストでは、UWB信号のドロップオフがない連続送信モードにDUTを設定して、シグナル・アナライザが信号を正確に測定できるようにします。図3に、シグナル・アナライザによる送信UWB信号のスクリーンショットを示します。ここに示されているのは、バンド内の複合パワー、すなわちスタート周波数からストップ周波数までのUWBの全パワーと、占有帯域幅およびその中心周波数(3993.6 MHzに設定)です。

狭帯域PEPSが低周波(LF)および超高周波(UHF)スペクトラムのRF信号で動作するのに対して、UWB PEPS ECUは、3 GHzを超える高い周波数のUWBスペクトラムのRF信号を使用してスマートキーと通信します。キーサイトでは、製造ラインでの機能検証用に、低価格のN9000A CXA Xシリーズシグナル・アナライザを提供しています。CXAの周波数レンジは9 kHz ~ 7.5 GHzまたは9 kHz ~ 13.6 GHzであり、UWB PEPSトランスミッターのスペクトラム測定に最適です。

レンジングテスト

レンジングテストは、UWBプロトコルの距離検出の確度を検証するためのものです。通常、PEPSでは、走行時間(TOF)測定手法を使用して、スマートキーから送信されたUWBパルスの距離を計算します。測定された距離はDUTのメモリに記憶されます。したがって、レンジング機能の検証には、テストシステムがDUTと通信できることが必要です。車載用ECUで使用される最も一般的なシリアルインタフェースは、ISO-11898 CAN(Controller Area Network)バスプロトコルまたはLIN(Local Interconnect Network)です。通信が必要な上記すべてのテストは、専用のDUT通信リンクを使用して行うこともできます。

キーサイトは、ソリューションプロバイダーとして、システムインテグレーターと協力することにより、キーサイトのソフトウェアプラットフォームを利用した自動車用通信デバイスを提供しています。これには、品質と性能を低下させることなく、ハードウェアライブラリがあらかじめ統合されています。

まとめ

自動車用無線エコシステムは、サイバー攻撃による深刻な脅威にさらされています。キーサイトは、自動車メーカーと協力して、自動車用セキュリティシステムを強化する新しいテクノロジー向けのテストソリューションを開発していきます。

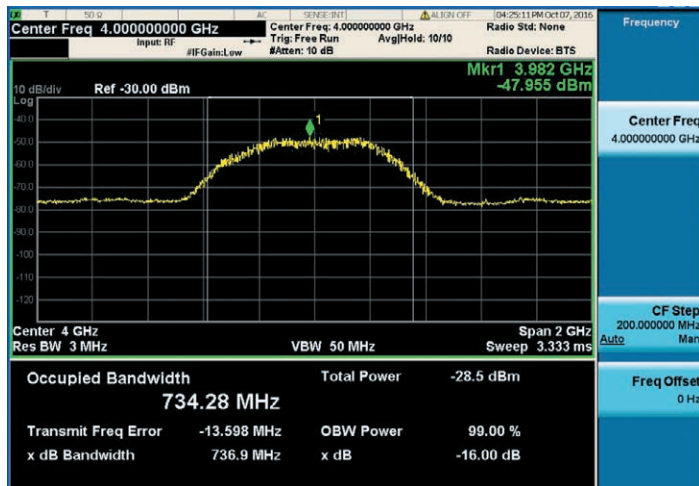
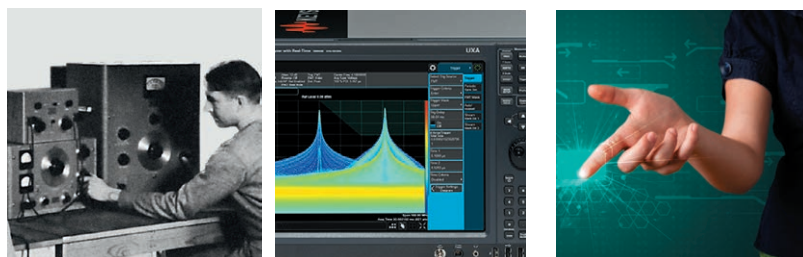


図3. 送信されたUWB信号

進化

キーサイト独自のハードウェア、ソフトウェア、サポート、スペシャリストが、お客様の次のブレークスルーを実現します。キーサイトが未来のテクノロジーを解明します。



ヒューレット・パッカードからアジレント、そしてキーサイトへ

myKeysight

myKeysight

www.keysight.co.jp/find/mykeysight

ご使用製品の管理に必要な情報を即座に手に入れることができます。

KEYSIGHT SERVICES

Accelerate Technology Adoption.
Lower costs.

Keysight Services

www.keysight.co.jp/find/service

私達は、計測器業界をリードする専門エンジニア、プロセス、ツールにて、設計、試験、計測サービスにおける様々な提案をし、新しいテクノロジーの導入やプロセス改善によるコスト削減をお手伝いします。

DEKRA Certified

ISO 9001 Quality Management System

www.keysight.com/go/quality

Keysight Technologies, Inc.
DEKRA Certified ISO 9001:2015
Quality Management System

10 YEAR WARRANTY

ASSURANCE PLANS

Keysight Assurance Plans

www.keysight.com/find/AssurancePlans

Up to ten years of protection and no budgetary surprises to ensure your instruments are operating to specification, so you can rely on accurate measurements.

契約販売店

www.keysight.co.jp/find/channelpartners

キーサイト契約販売店からもご購入頂けます。
お気軽にお問い合わせください。

www.keysight.co.jp/find/automotive

キーサイト・テクノロジー合同会社

本社 〒192-8550 東京都八王子市高倉町9-1

計測お客様窓口

受付時間 9:00-18:00 (土・日・祭日を除く)

TEL ☎ 0120-421-345 (042-656-7832)

FAX ☎ 0120-421-678 (042-656-7840)

Email contact_japan@keysight.com

ホームページ www.keysight.co.jp

記載事項は変更になる場合があります。
ご発注の際はご確認ください。