

最新の車載ヘッドランプ・システム におけるLINバス



ON Semiconductor®

<http://onsemi.com>

TECHNICAL NOTE

概要

オン・セミコンダクターは10年以上にわたり、車載照明システム用の混合信号ICを提供し続けてきました。大量生産品としては、ランプ故障検知器、無接点センサ・インタフェース、HID(高輝度放電)バラスト・ドライバ、ステッパ・モータ・ドライバなどがあります。現在の車載ヘッドランプ・システムは近い将来、センサとアクチュエータに大きく依存するようになるでしょう。こうしたリモート・センサとアクチュエータは、バス・ネットワークを通じて電子制御ユニットに接続されます。さまざまな種類

のバス・ネットワークが実現可能です。本稿では、ヘッドランプ・システムにLIN(ローカル相互接続ネットワーク)バス・ネットワークを使用する場合のコスト面および性能面での利点を中心に論じます。利用できる各種のLINバス・アーキテクチャを詳しく見ながら、さまざまなソリューションを示します。一例として、ステッパ・モータ・ドライバとLINインタフェースとの融合について説明します。結論を言えば、費用重視のアプリケーションの場合は、適切なシステム・アーキテクチャと組み合わせればLINバスは優れた性能が発揮できます。

はじめに

ヘッドランプ・アクチュエータの配線アーキテクチャと構成要素

Figure 1に、本稿を通じて使用する基本的な構成要素を示します。各種シャーシ・センサ(サスペンション、方向指示器、ハンドル、走行速度、レーン・センサなど)の信号は、個々の配線かマルチプレックス

・バスかいずれかを通じて“Light Control Unit”(LCU)に接続されます。このユニットには、センサ情報を処理して信号の変動率に応じてヘッドランプ内の小さなアクチュエータを駆動する機能などがあります。

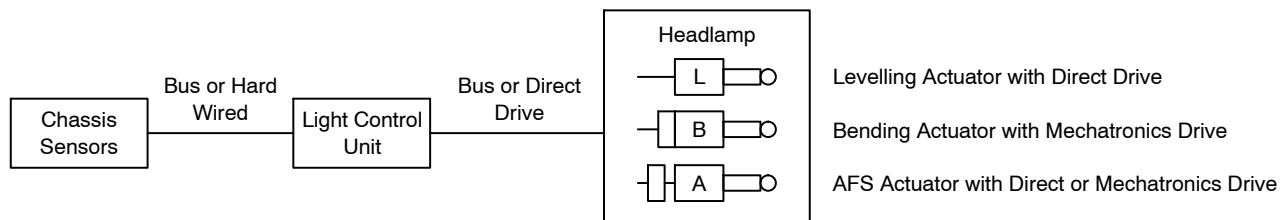


Figure 1. Basic Wiring Elements

ヘッドランプ・アクチュエータは、専用の配線(“Direct Drive”と呼ばれる)かマルチプレックス・バスかいずれかで制御されます。マルチプレックス・バスは、メカトロニクス・モジュールと一緒に使用する場合に理想的です。メカトロニクス・モジュールは、アクチュエータとそのドライバ(一般に電源用電子装置)とから成るコンパクトな組み立て品です。メカトロニクス・モジュールに接続される電線には、バスの低電力制御信号が流れます(もちろん電源

ラインもあります)。一方、“Direct Drive”の配線には、個々のモータの相電流(PWMのチョップ電流)が流れる他、診断信号やセンサ・フィードバック信号も流れます。このような違いから明らかなように、“Direct Drive”は、技術面(EMC、配線寸法、配線経路)でも、コスト面(配線数、コネクタ数、モジュール化不可)でも、製品化までの時間(LCUのハードウェアと配線は照明の種類によって左右されるため再認定が必要)でも、良いところがありません。

LINの基礎

以降の各章を理解しやすくするため、LINについて簡単に説明します。LINは基本的には、マスタ・コントロール・ユニットを1つと、スレーブ・コントロール・ユニットを1つ以上備えた低コスト・ネットワーク(またはマルチプレックス・バス)です。

LINマスタが「ヘッダ」を送信すると、通信が始まります。LINマスタまたはLINスレーブからは「データ・フィールド」が送信されます。1つのヘッダに応答するスレーブは1つだけです。

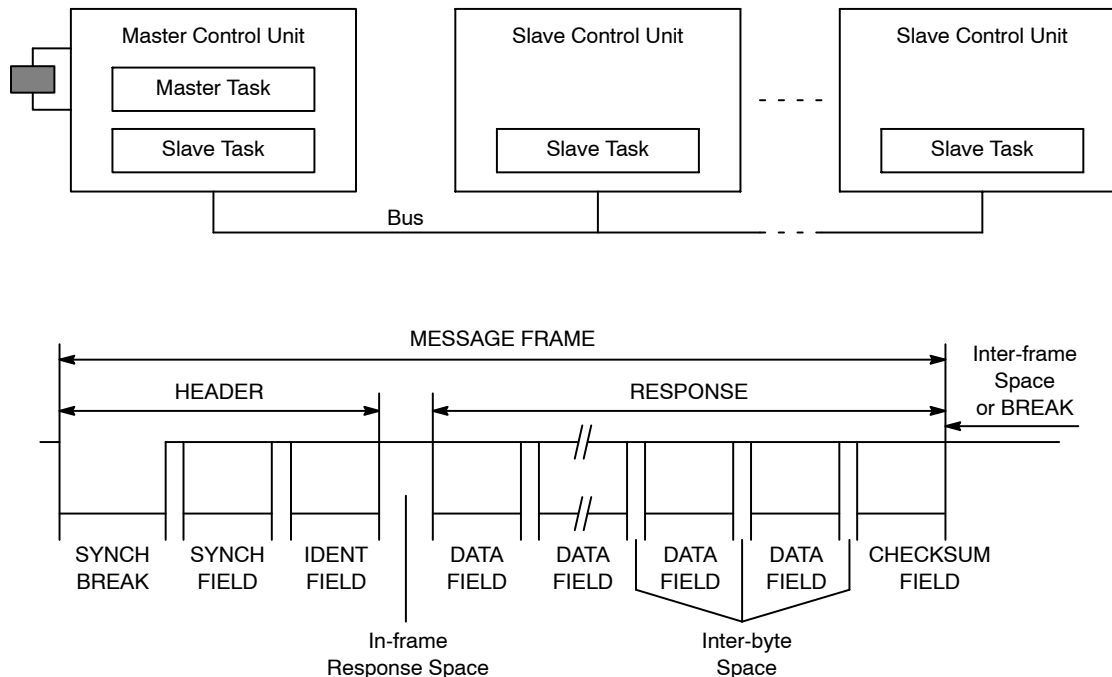


Figure 2. LIN Basic Network and Message Frame

スレーブ・ノードは、通信を開始することはできず、特定の識別子フィールドによってトリガされた場合にだけ応答します。LINバスの最大通信速度は19,200ボーです。したがってLINノードは、8ビット全部を使ったコマンドを10 msごとに送受信できます。それよりも短いコマンドなら、5 msごとに実行することさえ可能です。これだけの帯域幅があれ

ば、ヘッドランプ1個のレベリング、ベンディング、AFS (アダプティブ・フロント・ライティング・システム)、バラストの各機能を駆動するには十分であり、高品質な診断フィードバックも行えます。LINについての詳しい情報は、lin-subbus.orgを参照してください。

ヘッドランプの配線アーキテクチャの分類

ここで示す分類案は、ヘッドランプの種類、センサの配線、LCUの物理的な位置、アクチュエータの種類、アクチュエータの配線のそれぞれを基にして決めたものです。変動要素の数は6つで、約100通りの組み合わせができます。Table 1の一番右の列に示した制約を考慮すると、37通りが残ります。ここか

らさらに、5つのハログen・アーキテクチャと、6つのHID配線タイプに分類できます。

以降の説明で使う各図は、LCUとアクチュエータとの接続を見やすくするために簡略化してありますので、配線の正確な本数は明示しておらず、電源、診断、バルブの各配線も考慮していません。

Table 1. HEADLAMP WIRING CLASSIFICATION

Variable	Value	Subtype	Name	Comments & Constraints
Headlamp Type	Halogen	Leveling	H1	Actual Standard is S1, C1, L2
		Leveling + Bending	H2	C3 too Expensive L1 not Standard if C1 or C2 -> only 1 out of (L1, B1)
	HID	Leveling	H3	Actual Standard is S1, C1, L1
		Leveling + Bending	H4	If C1 or C2 -> only 1 out of (L1, B1)
		Leveling + Bending + AFS	H5	
Sensor Signals		Wired	S1	No with C3 and (C2 Combined with H4 or H5)
		Bus	S2	
Control Unit	Le Sing	Car Interior	C1	S Variable Not Relevant
		Car Front	C2	
	Dual	1 per Headlamp	C3	
Leaving Actuator	Direct Drive		L1	
	Multiplex		L2	
Bending Actuator	Direct Drive		B1	Variable Not Relevant for H1, H3
	Multiplex		B2	
AFS Actuator	Direct Drive		A1	Variable Not Relevant for H1, H2, H3, H4
	Multiplex		A2	

ハロゲンの配線アーキテクチャ

ハロゲンLCUを客室内に配置する

Figure 3に、コントロール・ユニットを1個だけ客室内に配置する場合に考えられる例をまとめました。これが今のところ標準的な配置であり、センサ信号をコントロール・ユニットに容易に接続できます。アーキテクチャH1は、電氣的・機械的に組み合わせたブラシDCモータを使って、手動調整により実際にハロゲンのレベリングを行う標準的な手法を表したものです。ベンディング・オプション(アーキテクチャH1a)のほうは、HIDの標準的な既存のレベリング手法から論理的に発展させたものです(Table 1を参照)。しかし配線だけ見るなら、アーキテクチャH1bのほうははるかにH1との互換性が高い。アナログ線がLINに置き換わっているだけだからです。ハロゲン・ベンディング・システム用のLCUの位置に関する解決策の1つは、標準的な手動調整ユニットに一体化することです。ハロゲンLCUをダッシュボード・コントロール・ユニット内に移せば、さらに改善されます。標準的なセントラル・ディスプレイとそのプッシュ・ボタンを利用すれば、手動調整が可能になると同時に、速度やハンドルのセンサ情報の表示されるすぐ近くにライト・コントロール・システムが配置されます。これを実現するためには、照明とダッシュボードの1次サプライヤ同士の協力が必要です。

ハロゲンLCUを1個、フロントに配置する

Figure 4に示した各アーキテクチャは、例えばフロントモジュールに配置したコントロール・ユニット1個だけを、ヘッドランプ1個だけに接続するものです。ヘッドランプは、もともと左右対称ではありませんから、このように左右非対称に搭載しても在庫コストには影響しません。しかし、照明機能および照明システムに関してFMEAの定める耐クラッシュ性能にからんで、このアーキテクチャが反対されることもあり得ます。アーキテクチャH2aは、ハロゲン用およびHID用の標準的なレベリング手法という既存の構成要素を再利用することをベースにしています。H2bのほうは配線は単純で、ベンディング機能を追加または削除したときでも変化しません(ベンディング機能はまったくのアドオンであるため)。

アーキテクチャH2aおよびH2bは、フロントLCUが必要になるだけでなく、標準的な手動レベリング信号とPWM(またはバス)とを接続する必要があるため、低コストのハロゲン市場では費用の掛かりすぎのおそれがあります。コストの最適化された大きなハロゲン市場では当然、アーキテクチャH1およびH1bのほうははるかに魅力的だと考えられます。

一方、センサ信号がバスまたはPWMから得られるのであれば、アーキテクチャH2aおよびH2bの配線方法は、面白いほどHIDシステムと互換性があります(以降の各章を参照)。

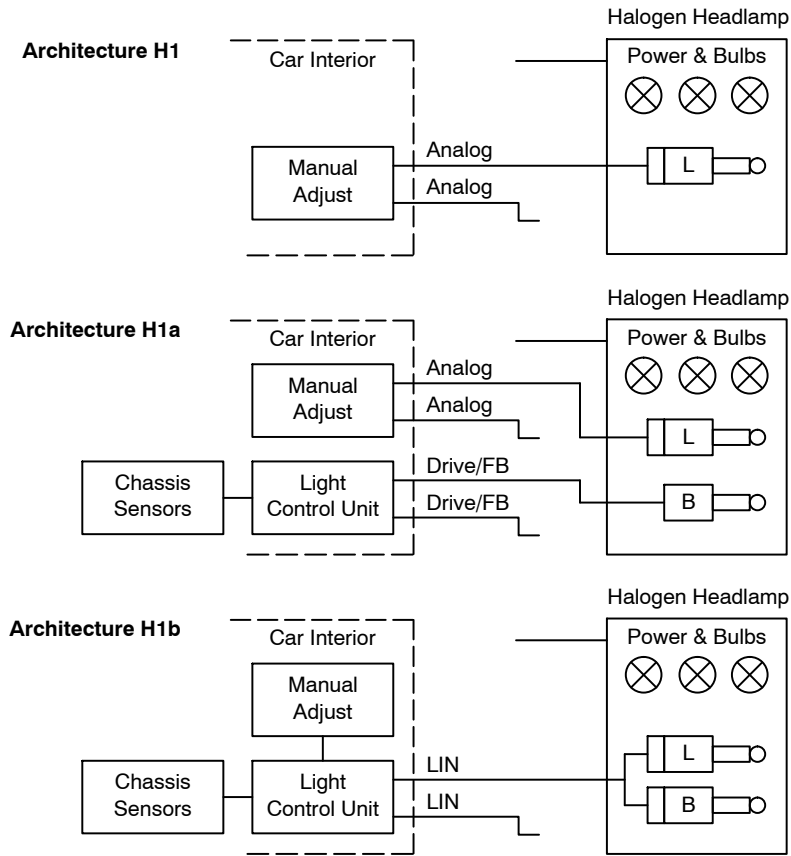


Figure 3. Halogen, Cabin Location of LCU

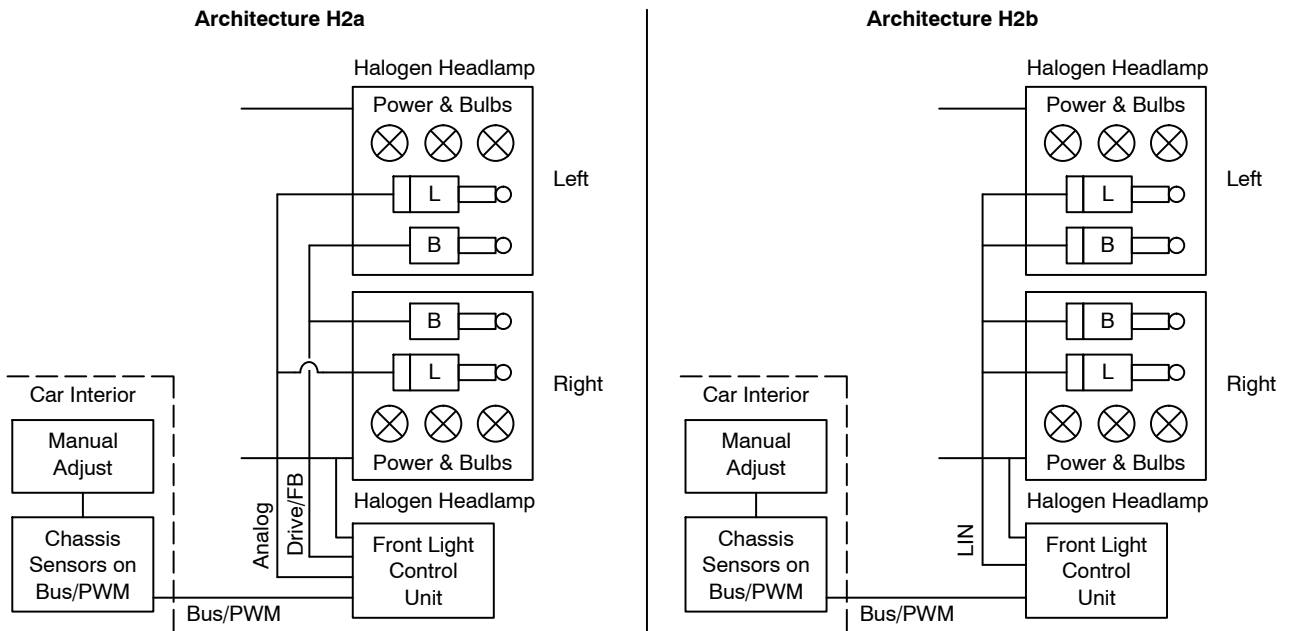


Figure 4. Halogen, Front Location of LCU

HIDの配線アーキテクチャ

HID LCUを客室内に配置する

HIDのレベリング用LCUは現在、客室内に配置するのが標準的です。客室とシャーシ・センサとの位置が近いからです。これらのセンサは、バス・システムに接続する必要はありません(PWMも可)。Figure 5に示したどちらの例もLINバスを採用しているため、最小限の追加コストでベンディングおよびAFSの機能が実現できます。アーキテクチャX1aは、複数のアクチュエータを直接駆動するため、配線が複雑になるとい難点があります。一方、X1bは、配

線数が減るだけでなく、照明オプションの変更による影響が最小限で済みます。すべてのアクチュエータがLINメカトロニクス・モジュールにより駆動されるからです。面白い点は、診断用や照明出力制御用としてキセノン・バラストをLINに接続することです。アーキテクチャX1bは、前述したアーキテクチャH1bに対して高い互換性があります。これは、ハロゲンとHIDと両方のベンディング・ヘッドランプ・オプションを必要とする車載用途にとって重要な点です。

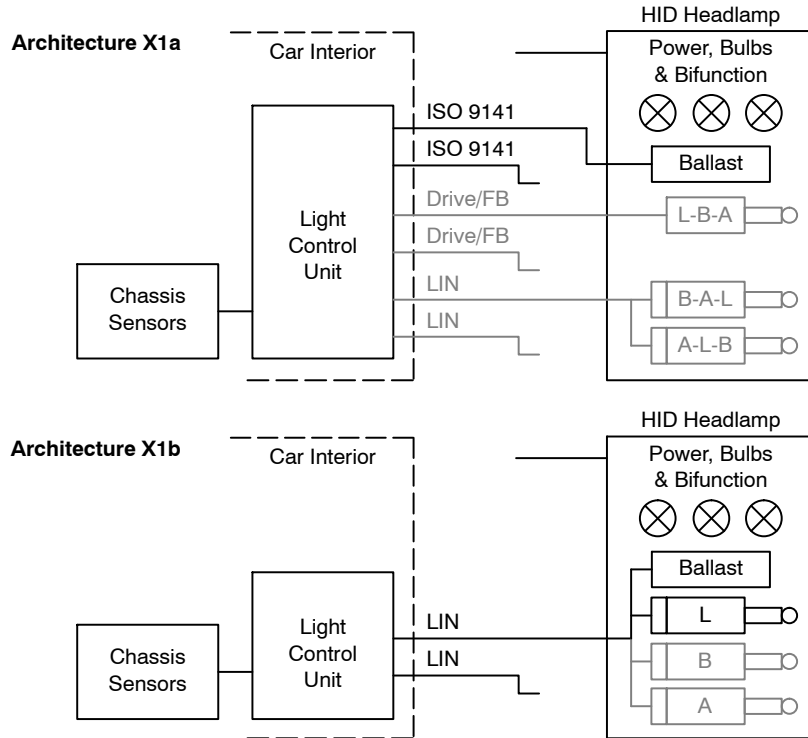


Figure 5. HID, Cabin Location of LCU

HID LCUを1個、フロントに配置する

Figure 6に、左右非対称のヘッドランプ構成を示します。LCUをバラスト・ユニットに直接搭載することを想定しています。アーキテクチャX2aおよびX2bは、アーキテクチャH1aおよびH1bに対して高い互換性がありますが、AFSシステムとオンボード診断要件とに必要なセンサ・データの量によっては、センサ・バス・トポロジ(CAN、LINのいずれか)に違いの出ることがあります。HIDシステムに都合が良いのは、センサ信号を運ぶバスのほうです。接続するセンサの個数が変わっても配線アーキテクチャを変える必要がないからです(センサ信号の数は、レベリング、ベンディング、AFSの順に多くなります)。それに、バスなら、LCUおよびヘッドランプの診断用として再利用できるからです。フロント搭載型のHID LCUにLINを使う利点は、やはりモジュール性であり、さらには、フロントモジュールにおける配線の複雑さが緩和されることです。

HID LCUを2個、フロントに配置する

Figure 7に示した各アーキテクチャは、ヘッドランプ1個あたりLCUが1個必要です。ここでもやはり、センサ・バスは診断用に再利用されます。X3aでは、LCUの電子基板に、ベンディングやAFSなどのオプションを制御するバスとともにレベリング・ドライバが実装されます。これをさらにソフトウェアと組み合わせて、必要な制御を行います。X3bには、LINを介して実行されるレベリングも示しています。両方のアーキテクチャの欠点は、比較的成本が高くつくこと、およびハロゲン・アーキテクチャに対して互換性のないことです。X3aおよびX3bにLINを使う利点は、やはりモジュール性であり、ヘッドランプ自体の内外での配線の複雑さが緩和されることです。

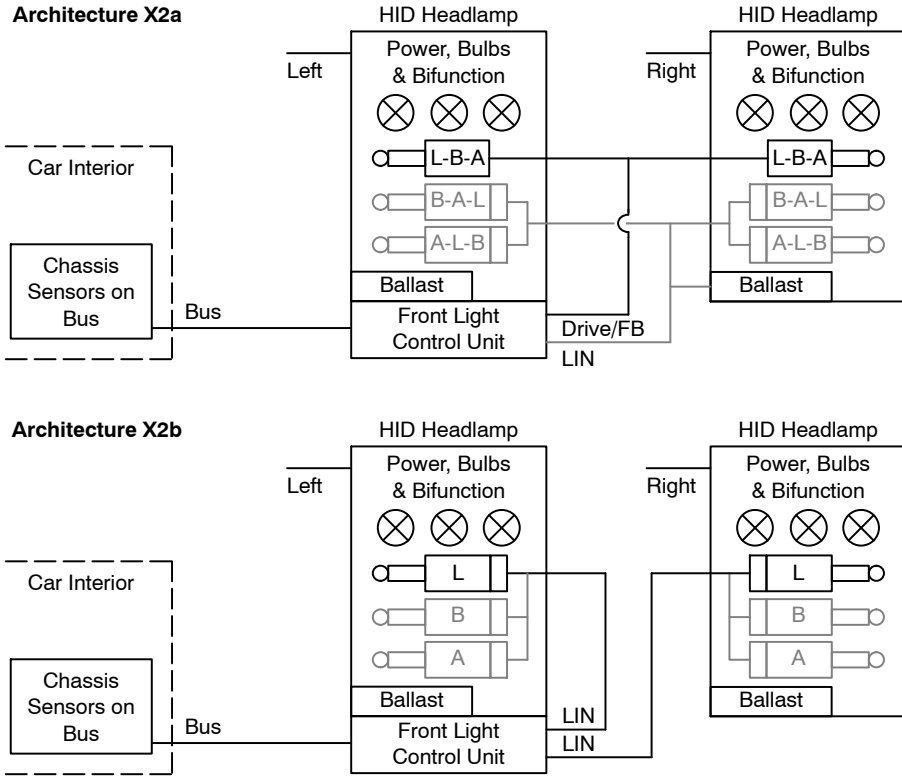


Figure 6. HID, Front Location of Single LCU

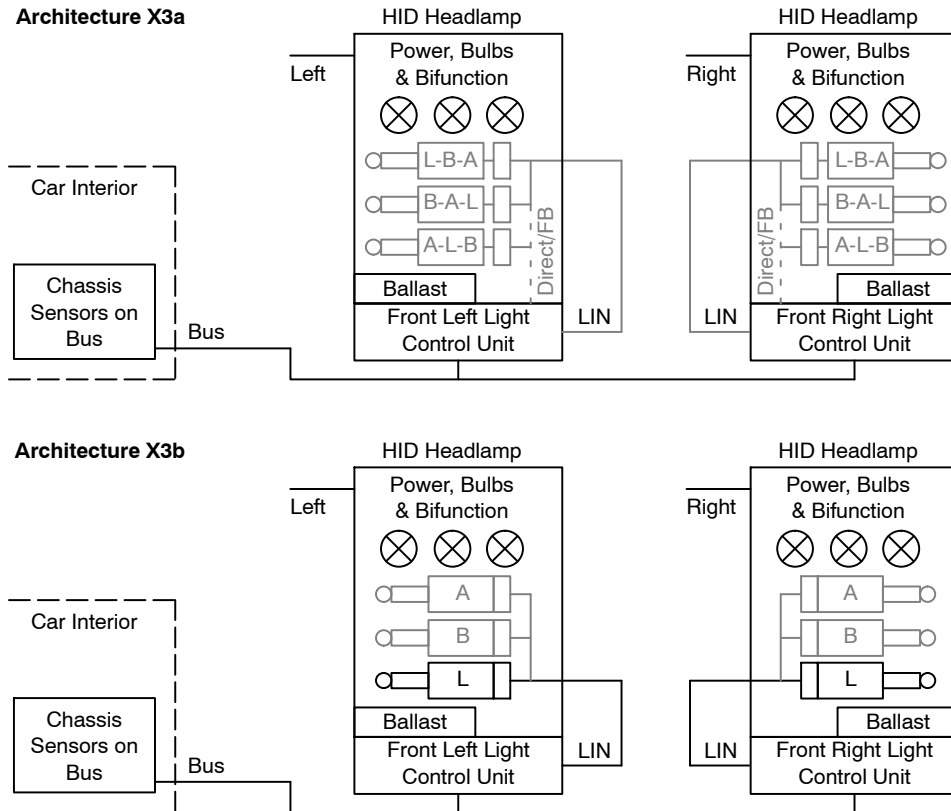


Figure 7. HID, Front Location of Dual LCU

アーキテクチャの検討

配線の単純さを考慮すると、今後数年間はアーキテクチャH1bおよびX1bがヘッドランプ・システムにとって最適な選択肢になりそうです。費用重視のハロゲン市場では、ベンディング・ライトの持つ高い可能性が原動力となるでしょう。どちらのアーキテクチャも、2種類(バスとPWM)のセンサ配線に対して互換性があり、ハロゲン用およびHID用の標準的な既存のレベリング・システムに対して互換性があります。

アーキテクチャH2およびX2は、いまだにハロゲンが多く使われている高級車用として可能性がありま

す。利点は、客室外部のLCUが外せることです(空間的な要件)。

アーキテクチャX3は、費用が高くつきそうですが、ハロゲンがほとんど普及していない高級車にとっては間違いなく重要になるでしょう。

いずれの場合も、アーキテクチャを選ぶのは、OEMであり、ヘッドランプの1次サプライヤです。どれが選ばれるかによって、車種におけるハロゲンとHIDとの普及率や、ヘッドランプ・オプション(レベリング、ベンディング、AFS)の今後の動向が左右されます。

ヘッドランプ・メカトロニクス・アプリケーション用のLINモータ・ドライバ

ヘッドランプに使われるモータは、ハロゲンのレベリング用を除けばステップ・モータです。オン・セミコンダクターは、ステップ・モータを利用するメカトロニクス・アプリケーションに対応したLINソリューションを開発しました。LIN技術によって、自動車のサブシステムという狭い枠を超えてLINバスを使用することも可能です。今やLINバスを使えば、自動車フロント部のモジュールと客室内のLCUとをネットワーク化することができます。そうしたLINスレーブ製品の一例がステップ・モータ・ドライバAMIS-30621です。これには、バランスの良いLINコマンド・セット、高度なステート・

マシン(位置決めタスクの実行用)、高出力ドライバ(モータ・コイルの励磁用)が内蔵されています。詳細な診断フィードバックが得られるため、LCU内に配置されるLINマスタは、メカトロニクス・モジュールの必須情報がすべて取得できます。

LINが断線するなど、LINに不具合が起きたときには、規制要件が満たされるよう、モータは瞬時に安全なポジションに移動します。興味深いその他の機能としては、マイクロステップ機能やストール検知などがあります。Figure 8に、簡単なアプリケーション・ダイアグラムを示します。もっと詳しい情報は当該資料に記載しました。

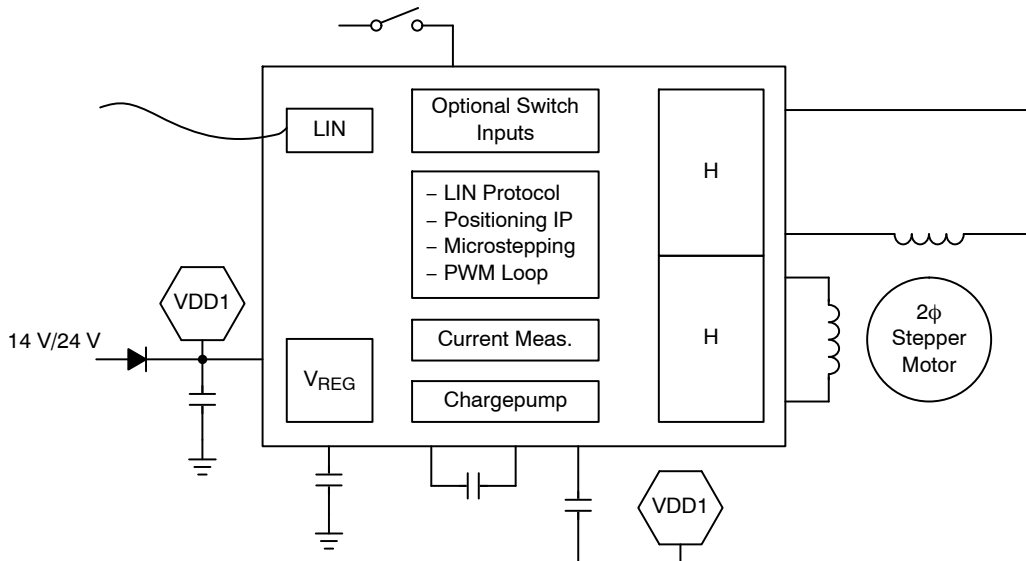


Figure 8. Application Diagram LIN Stepper Motor


結び

ヘッドランプ・アクチュエータ・システムの配線アーキテクチャの分類について論じました。検討したどのアーキテクチャにおいても、LINを使えば、モジュール性が上がり、配線ハーネスの複雑さと種類の多さが緩和され、EMC放射の減ることが示されました。結果として、システムのコストが下が

り、性能が向上し、製品化までの時間が短くなります。オン・セミコンダクターには、LINメカトロニクス・ソリューションでヘッドランプ・システム・デベロッパを支えるのにふさわしい技術と製品があります。

参考文献

- [1] <http://www.lin-subbus.org>
- [2] Gerd Bahnmüller, “Headlamp Development-Reduced Time to Market”, PAL 2001 Symposium, Darmstadt University of Technology.
- [3] Alexis Dubrovin, “Optimised Lighting Systems Architecture”, PAL 2001 Symposium, Darmstadt University of Technology.
- [4] Michael Hamm, “System Strategies for Adaptive Lighting Systems”, PAL 2001 Symposium, Darmstadt University of Technology.
- [5] Geert Vandensande, “System-on-Chip Slave Nodes”, paper presented at 1st International LIN Conference, September 2002, Ludwigsburg.
- [6] John V. DeNuto et al., “LIN Bus and its Potential for use in Distributed Multiplex Applications”, SAE Technical Paper 2001-01-0072.

ON Semiconductor and  are registered trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC). SCILLC owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of SCILLC's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. SCILLC reserves the right to make changes without further notice to any products herein. SCILLC makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does SCILLC assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in SCILLC data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. SCILLC does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. SCILLC products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the SCILLC product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use SCILLC products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold SCILLC and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that SCILLC was negligent regarding the design or manufacture of the part. SCILLC is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:

Literature Distribution Center for ON Semiconductor
P.O. Box 5163, Denver, Colorado 80217 USA
Phone: 303-675-2175 or 800-344-3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303-675-2176 or 800-344-3867 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

N. American Technical Support: 800-282-9855 Toll Free
USA/Canada
Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 421 33 790 2910
Japan Customer Focus Center
Phone: 81-3-5817-1050

ON Semiconductor Website: www.onsemi.com

Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>

For additional information, please contact your local Sales Representative