

Vielkanaliger CAN-Datenlogger auf PXI-Basis für den Test von Lithium-Ionen-Akkus für Hybrid-Kraftfahrzeuge

Peter Schwarz¹⁾, Jörg Jacob²⁾

¹⁾ A.M.S. Software GmbH, Quickborn

²⁾ Johnson Controls SAFT Advanced Power Solutions GmbH, Hannover

Zusammenfassung

Die Firma Johnson Controls SAFT Advanced Power Solutions GmbH ist an der Entwicklung und dem Test von Lithium-Ionen-Batterien für Hybridantriebe in Kraftfahrzeugen beteiligt. Im Rahmen der Tests werden die Batterien unter wechselnden Temperatur- und Last-Bedingungen getestet, wobei sich diese Tests über mehrere Tage oder Wochen erstrecken können. Die Batterien sind mit einer ECU (Steuergerät) ausgerüstet, die auf 2 unabhängigen CAN-Bussen Daten senden und Steuerbefehle empfangen können. Für die Aufzeichnung der CAN-Daten aller 12 Prüfplätze wurde ein Client-Server-System entwickelt, das aus 2 PXI-Systemen für die Erfassung und Protokollierung der CAN-Daten, einem Bedienrechner für die Steuerung der beiden PXI-Systeme sowie der Speicherung und Visualisierung der Daten besteht. In jedem PXI-System sind jeweils 6 PXI-CAN-Karten mit jeweils 2 Kanälen installiert. Dabei ist jedem Prüfplatz genau eine CAN-Karte fest zugeordnet. Mit Hilfe einer Software können die zu protokollierenden CAN-Signale ausgewählt werden. Die Protokollierung und Konfiguration erfolgen dabei auf Basis von Signalen, nicht von Botschaften. Je Signal können Schwellwerte für einfache Überwachung der Werte definiert werden. Außerdem ist es möglich die Menge der aufgezeichneten Daten zu begrenzen. Dazu kann für jedes Signal individuell eine minimale Differenz zum letzten gespeicherten Wert festgelegt werden. Beim Überschreiten dieser Schwelle wird der aktuelle Wert gespeichert. Zusätzlich kann eine Zeit festgelegt werden, nach der die Daten unabhängig von Änderungen auf jeden Fall gespeichert werden sollen. Die Speicherung der Daten erfolgt in fortlaufend nummerierten TDMS-Dateien, welche nach Größe und Aufzeichnungsdauer aufgeteilt sind. Das System hat seit November 2007 mehrere Gigabyte Daten protokolliert und arbeitet zuverlässig.

Abstract

Johnson Controls Hybrid Advanced Power Solutions GmbH is developing Lithium-ion batteries for hybrid driven cars. The batteries are tested under strong temperature and load conditions. The batteries are equipped with an ECU that is able to send and receive data on two independent CAN busses. For the recording of CAN data of all 12 test channels a client server system was developed, that consists of two PXI systems for acquiring and logging of CAN data and a host PC for visualising and data storage. Each PXI system contains 6 PXI CAN boards with two CAN ports. Every test channel is assigned to one PXI CAN board. The software allows for selecting and configuring signals. The configuration and logging of data is done in terms of CAN signals and not just CAN frames. For any signal it is possible to define threshold values for a simple monitoring of signal states. In addition it is possible to reduce the amount of logged data by defining a minimum difference between the current and last logged value which triggers the logging of a value. There is also a possibility to define a maximum time interval of logged values. In case of exceeding this time the current value is logged even if it was not significantly changed. The storage of data is done with TDMS files. The files are closed every time if a configurable file size or logging time interval is reached. The files are stored with file names which are automatically generated by consecutive numbers. Since November 2007 the system has logged several Gigabytes of data and has shown to work reliably.

Einleitung

Sind Hybridantriebe die Zukunft der Mobilität?

Mit Hybridsystemen werden durch die Rückgewinnung von Bremsenergie, das zeitweise Abschalten des Verbrennungsmotors oder durch die Betriebspunktverschiebung des Verbrennungsmotors neue Potenziale zur Verbrauchsreduzierung erschlossen. Die Batterie spielt dabei immer eine zentrale Rolle: Sie muss für das Anfahren und Beschleunigen elektrische Energie bereitstellen und bei Bedarf abgeben. Während des Abbremsvorganges zurück gewonnene Energie muss sie wieder aufnehmen können.

Hybridelektrische Fahrzeuge (HEV) nutzen als Antrieb eine Kombination aus einem Verbrennungsmotor und einem oder mehreren Elektromotoren. Sie verbrauchen in der Full-Hybrid-Version bis zu 40% weniger Kraftstoff als ein herkömmliches, nurverbrennungsmotorisch angetriebenes Modell. In der Mild-Hybrid-Version können immerhin noch 15 bis 20% Kraftstoff eingespart werden. Hybridantriebskonzepte verbinden die große Reichweite und schnelle Betankung konventioneller Fahrzeuge mit den Energie- und Umweltvorteilen von Elektrofahrzeugen. Batterien sind ein wesentlicher Bestandteil von Hybridfahrzeugen, da sie nicht nur die Zubehörkomponenten speisen, sondern das Fahrzeug auch antreiben.

Johnson Controls ist seit vielen Jahren führend in der Entwicklung von Energiespeichersystemen für den Hybridantrieb tätig. Das mit der französischen Firma SAFT betriebene Joint Venture Johnson Controls SAFT Advanced Power Solutions entwickelt für verschiedene Hybridsysteme geeignete Energiespeichersysteme. Die Firma A.M.S. Software GmbH, die seit vielen Jahren Prüf- und Messsysteme herstellt, entwickelt für die bei Johnson Controls SAFT durchgeführten Umwelt- und Performancetests von Hybridfahrzeugbatterien CAN-Datenlogger-Testsysteme. Diese haben sich bei den aufwändigen Tests sehr gut bewährt.

Lithium-Ionen-Batterien

Die Lithium-Ionen-Batterien dienen der Zwischenspeicherung von elektrischer Energie bei Hybridfahrzeugen. Dabei treten vergleichsweise hohe elektrische Ströme und Spannungen auf.

Bedingt durch die verwendeten Lithium-Ionen-Batterien müssen sämtliche Zellspannungen und Temperaturen ständig überwacht werden, um kritische Zustände zu verhindern. Im Falle eines Unfalls beispielsweise muss die Spannung innerhalb kürzester Zeit von den Klemmen der Batterie weggeschaltet werden.

Die zu testenden Lithium-Ionen-Batterien verfügen jeweils über ein eigenes Steuergerät, welches wiederum aus mehreren Komponenten bestehen kann und mit zwei CAN-Bus-Schnittstellen ausgestattet ist. In diesem Test wird die für Test und Diagnose vorgesehene CAN-Schnittstelle benutzt, auf der mit relativ hoher Frequenz die Betriebsparameter des Akkus übertragen werden können, außerdem wird auch die zweite Schnittstelle, die für den späteren Betrieb im Kraftfahrzeug als CAN-Schnittstelle zu anderen Fahrzeugkomponenten vorgesehen ist, bedient.

Aufbau des Testsystems

Das Testsystem wurde für 12 unabhängige und identische Testplätze aufgebaut, die jeweils aus einer IGBT-Hochleistungs-Lade-/Entladeeinheit, die Spannungen von ± 550 V und Ströme von ± 300 A erzeugen und dabei in 5ms von -270 auf +270 Ampere umschalten kann, einem Temperaturschrank und dem Prüfling bestehen, der über seine CAN-Schnittstelle an das CAN-Datenlogger-System angebunden ist.

Auf jedem Testplatz kann ein unabhängiges Last- und Temperaturprofil gefahren werden. Die Steuerung von Last- und Temperaturprofilen erfolgt mit den zu dem jeweiligen System gehörenden Werkzeugen und ist nicht Bestandteil des CAN-Datenlogger-Systems, dessen Aufbau im nächsten Abschnitt beschrieben wird.

Aufbau des CAN-Datenlogger-Systems

Das CAN-Datenlogger-System besteht aus einem Bedienrechner und zwei Erfassungsrechnern. Jeder Erfassungsrechner kann gleichzeitig die Daten von 6 Testplätzen aufzeichnen. Die Erfassungsrechner sind mit dem Bedienrechner über einen Gigabit-Switch verbunden.

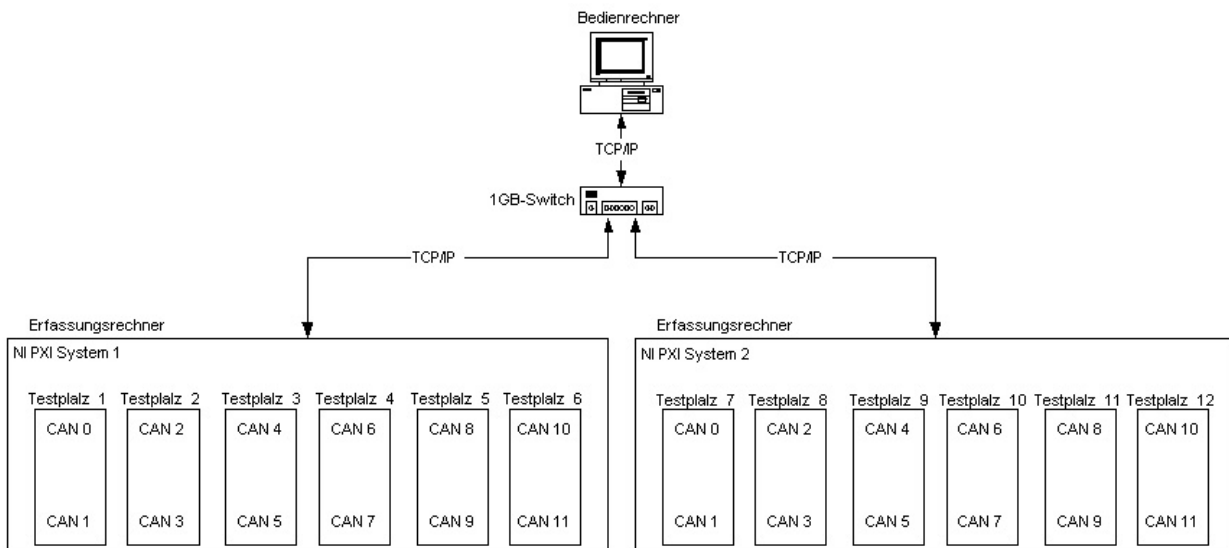


Abbildung 1: CAN-Datenlogger-System

Während der Bedienrechner ein Standard-PC ist, sind die Erfassungsrechner als PXI-System der Fa. National Instruments aufgebaut. Jedes PXI-System besteht aus dem Überrahmen, dem PXI-Controller mit Windows XP und jeweils 6 PXI-CAN-Modulen mit jeweils zwei CAN-Interfaces.

Hard- und Software des Systems sind so ausgelegt, dass der Ausfall eines Erfassungsrechners oder des Bedienrechners die anderen Komponenten nicht beeinträchtigt und auch bei Absturz eines Rechners die bis dahin erfassten Daten nicht verloren gehen.

Die Erfassungsrechner protokollieren die CAN-Telegramme in decodierter Form in TDMS-Dateien und damit im gleichen Format wie der Bedienrechner, der die Daten dann leicht verzögert erhält. Sollte die Verbindung zwischen Bedienrechner und Erfassungsrechner gestört werden, so werden nach Wiederverfügbarkeit der Verbindung die bis dahin angelaufenen Daten nachträglich übertragen.

Zusätzlich und unabhängig ist über einen anderen logischen Kanal die Steuerung der Erfassungsprozesse jedes einzelnen Prüfplatzes möglich.

Bedien-Software

Die Bedien-Software dient der Konfigurierung des Systems, der Bedienung und Visualisierung sowie der Datenübernahme von den Erfassungsrechnern sowie deren Bearbeitung und Verwaltung.

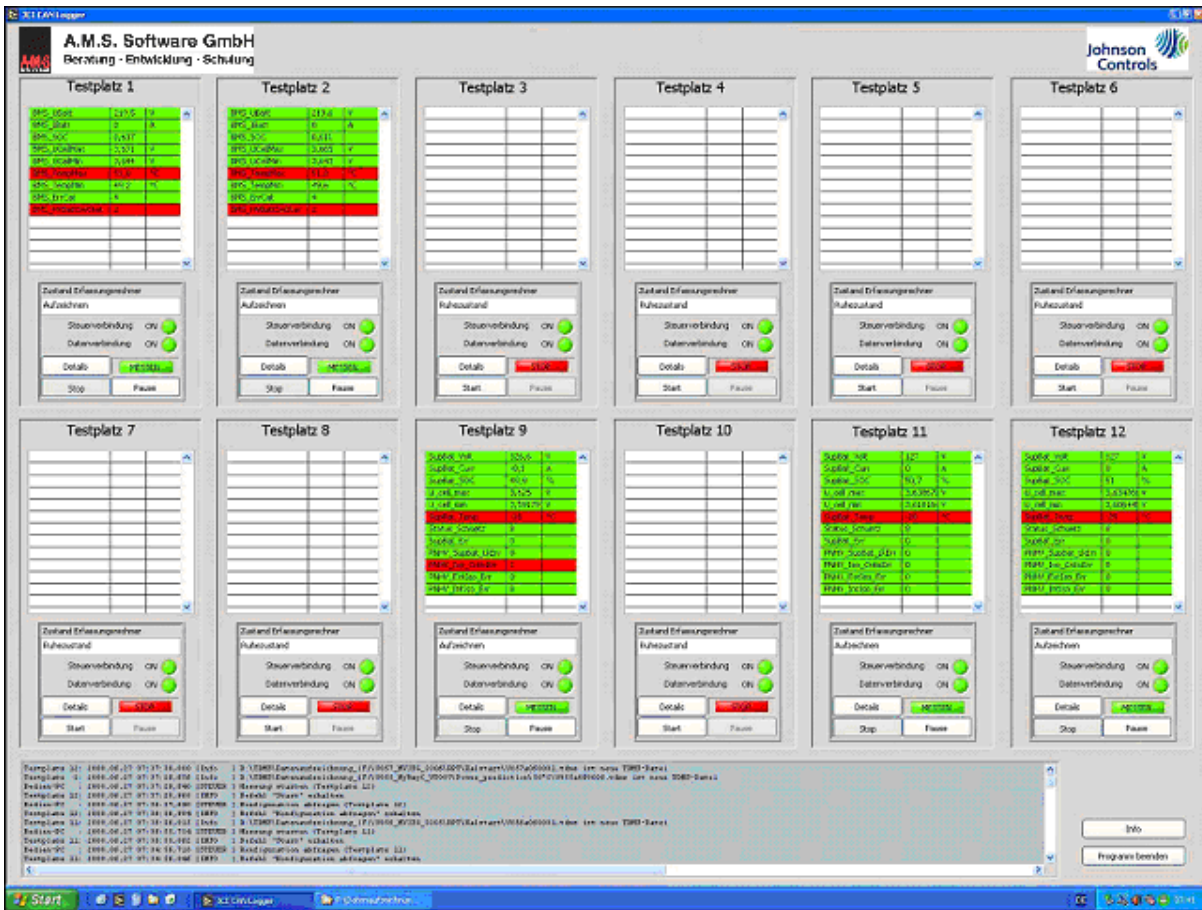


Abbildung 2: Bedien-Software-Hauptpanel

Die Bedien-Software ist insgesamt über 12 TCP/IP-Verbindungen mit jedem Erfassungsrechner verbunden, d.h. mit jeweils einem Daten- und einem Steuerkanal pro Testplatz.

Im Rahmen der Detailansicht jedes einzelnen Prüfplatzes ist es möglich, die einzelnen Plätze zu konfigurieren und Momentanwerte sowie grafische Signalverläufe anzusehen.

Bei der Konfiguration kann aus einer Anzahl von DBC-Dateien eine Liste von zu protokollierenden Signalen ausgewählt werden. Außerdem kann je CAN-Interface auch ein Sendesignal gewählt werden, bei dem im laufenden Versuch auch der Wert geändert werden kann.

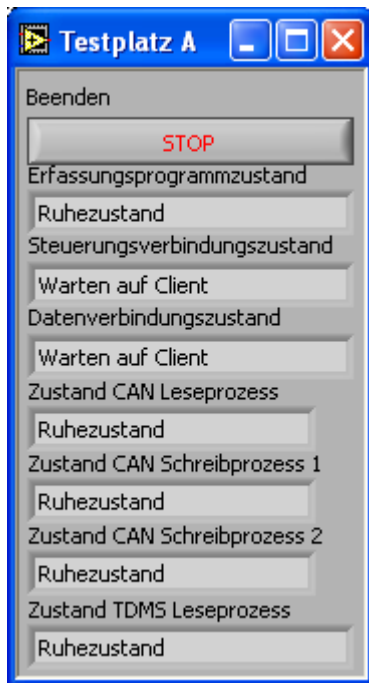
Für jeden zu protokollierenden Wert kann die Datenverdichtung konfiguriert werden. Hierbei kann zwischen den Optionen „keine Verdichtung“, „Verdichtung nach Änderung“, „Verdichtung nach Änderung und Zeit“ gewählt werden. „Verdichtung nach Änderung“ bedeutet dabei, dass die Änderung des zu protokollierenden Wertes gegenüber dem letzten aufgezeichneten Wert größer als ein eingestellter Wert sein muss, damit erneut protokolliert wird. Bei entsprechend eingestellten Parametern ist dies die kompakteste Art der Speicherung. „Verdichtung nach Änderung und Zeit“ bedeutet, dass zusätzlich zur zuvor beschriebenen Änderungsbetrachtung nach einem einstellbaren Intervall ein Wert unabhängig von der Änderung gespeichert wird.

Die aktuellen Werte können in der Detailansicht vollständig und in der Übersichtsoberfläche ausschnittsweise dargestellt werden. Es kann dabei eine Markierung erfolgen, ob der Wert im erwarteten/korrekten Bereich liegt.

Die grafische Darstellung erlaubt die Anzeige einiger Kurven in verschiedenen (festen) Zeitskalierungen, wobei die Online-Anzeige von der Auflösung 1 Minute bis 2 Stunden möglich ist. Neu erfasste Werte werden hier automatisch in die bestehende Grafik eingefügt. Offline, also ohne

Aktualisierung, können 12, 24 oder 48 Stunden dargestellt werden. Hierzu muss auf die gespeicherten Dateien zugegriffen werden, was ggf. einen relativ lange dauernden Ladeprozess zur Folge haben kann.

Erfassungs-Software



Die Erfassungs-Software ist ein mit LabVIEW realisierter Prozess auf dem Erfassungsrechner (PXI-System) unter Windows XP, der für jeden Testplatz in einer eigenen Instanz gestartet wird. Seine Grundkonfiguration bezieht ein solcher Prozess aus einer lokalen INI-Datei, in der z.B. Parameter für die Kommunikation mit dem Bedienrechner festgelegt sind. Die konkrete Konfiguration, zum Beispiel mit welchen CAN-Ports der jeweilige Testplatz betrieben werden soll oder welche Signale wie zu protokollieren sind, erhält der Erfassungsprozess vor dem Starten der Erfassung vom Bedienrechner.

Die Erfassungs-Software hat eine sehr einfach gehaltene Oberfläche, welche normalerweise nicht zur Anzeige kommt, da die Erfassungsrechner monitorlos sind und die Prozesse nach dem Einschalten direkt per Autostart gestartet werden.

In der Implementierung besteht die Erfassungs-Software aus mehreren parallel laufenden Schleifen, welche jeweils bestimmte

Abbildung 3: Erfassungs-Software-Panel

Teilaufgaben der Erfassungs-Software realisieren. So gibt es eine Schleife für die Behandlung der Oberfläche und Gesamtzustandes, jeweils eine Schleife für die Steuerungs- und Daten-Kommunikation, eine für das eigentliche Logging, jeweils eine für das Schreiben von Daten auf die einzelnen CAN-Ports und eine Schleife für das Lesen und Übertragen der protokollierten Daten an den Bedienrechner.

Beim Protokollieren der Daten werden die auf dem Bedienrechner vorgenommenen Einstellungen entsprechend berücksichtigt und die zu speichernden Daten werden als Signale decodiert und in Gruppen (nach CAN-Botschaften) in TDMS-Dateien abgelegt. Mindestens beim Tageswechsel und bei Überschreiten einer konfigurierbaren Größe wird die Speicherung in einer anderen TDMS-Datei mit entsprechend fortlaufender Nummer fortgesetzt. Die Lese-Schleife liest die gespeicherten TDMS-Daten häppchenweise ein und überträgt sie an den Bedienrechner, der somit im Regelfall mit einem kleinen Zeitversatz auch die aktuellen Kurvenverläufe darstellen kann. Fällt die Verbindung zum Bedienrechner aus, so arbeitet die Erfassungs-Software unabhängig weiter.

Zusammenfassung und Ausblick

Leistungsfähige Energiespeichersysteme für Hybridantriebe werden in Zukunft eine immer wichtigere Bedeutung erlangen. Gerade Speichersysteme wie die Lithium-Ionen-Technologie werden Leistung und Kosten von Hybrid-Fahrzeugen, Plug-In-Hybriden und Elektrofahrzeugen stark beeinflussen. Notwendig sind möglichst kleine und leichte Systeme mit gleichzeitig hoher Leistung für Lade- und Entladevorgang. Neben der Steigerung der Leistungsfähigkeit steht die Lebensdauer der Batteriesysteme in unterschiedlichen Fahrzyklen und Temperaturbereichen im Zentrum der Entwicklungsarbeiten.

Das CAN-Datenlogger-System wird diese Entwicklung weiter unterstützen. Es wurde im Laufe des Jahres 2007 in einer ersten Version erstellt und mit Erfolg eingesetzt. Inzwischen gibt es eine weitere Version, die mit reduzierter Kanalzahl sowohl Erfassung als auch Bedienung und Visualisierung auf einem einzelnen Rechner ermöglicht.

Basierend auf dieses System wird derzeit ein HIL-System für einen einzelnen Testplatz entwickelt, in dem parallel zu den CAN-Daten auch Analogwerte generiert und aufgezeichnet werden können.

Um die zum Teil Gigabyte-großen Datenmengen sichten und ggf. weiter bearbeiten zu können wurde ein spezielles Anzeige und CSV-Konvertierungsprogramm geschrieben.

Im Rahmen dieses und anderer CAN-Projekte ist AMS ist bei Entwicklung eines allgemeinen und einfach zu bedienenden CAN-Monitors, der Daten wahlweise undecodiert oder decodiert im TDMS-Format speichern kann.