



Bild 1:
FM25C160
von Ramtron
- jetzt nach
AEC-Q100
Grade 1
qualifiziert



Bild 2: Ramtrons FM25CL64-GA
ist ein nach AEC-Q100 Grade 1
qualifizierter Chips mit höherer
Datenbewahrungsspezifikation

FRAM für automobile Anwendungen

Ferroelektrische Random-Access-Memories (FRAM) finden wegen ihrer hohen Schreibgeschwindigkeit und Lebensdauer zunehmend Eingang in Kraftfahrzeuge. Immer mehr FRAM-Komponenten werden nach AEC-Q100 Grade 1 für den Temperaturbereich von $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ qualifiziert und kommen verstärkt für Anwendungen im Fahrzeuginnenraum und unter der Motorhaube zum Einsatz.

FRAMs finden auch in Airbag-Applikationen Anwendung, denn sie funktionieren heutzutage nicht mehr nach einem festen Schema. In neueren Systemen wird die Wirkkraft durch Unfallparameter wie Aufprallheftigkeit, Passagiergewicht und Interaktion mit anderen Sicherheitssystemen im Fahrzeug bestimmt. Außerdem werden Fahrzeuge zunehmend mit Ereignisdatenrekordern (EDRs) ausgestattet, die Unfalldaten ähnlich wie die „Black Box“ eines Flugzeugs aufzeichnen. Die EDR-Funktion ist normalerweise in der Airbag-ECU enthalten, da dort die relevanten Sensordaten zusammenlaufen.

Heute nutzen bereits neun Autohersteller in USA, Asien und Europa die FRAM-Technologie, um Smart-Airbag-Systeme und zugehörige Unfalldatenrekorder mit Logik auszustatten.

Mit zunehmendem Ausstattungsgrad des Fahrzeugs kommen auch mehr Sensoren zum Einsatz und umso mehr Daten sind zu sammeln. Mit FRAM ist es nun möglich, ein größeres Datenvolumen in schnellerem Takt zu erfassen. FRAMs bieten Leistungsmerkmale, die von den bisher in Kfz-Anwendungen vorherrschenden „Floating Gate“-Bausteinen wie EEPROM oder Flash nicht ohne weiteres bereitgestellt werden können. Hierzu gehören Nichtflüch-

tigkeit sowie hohe Schreib-Haltbarkeit und Geschwindigkeit bei der Datenerfassung. Nichtflüchtigkeit beim Speichern ist wichtig, da bei Unfällen oft der Kontakt zwischen ECU und Autobatterie verloren geht. Eine hohe Dauerhaltbarkeit ist notwendig, weil die aufgezeichneten Daten laufend von noch neueren Daten überschrieben werden. Zusätzlich zur EDR-Funktion ist es auch wünschenswert, Sensordaten über einen längeren Zeitraum aufzuzeichnen. Bei den wachsenden Datenmengen wird auch die Geschwindigkeit des Schreibens zu einem kritischen Aspekt. Kommt es beim Unfall zu einem Verlust der Stromversorgung, sollten die Daten vorher rechtzeitig gesichert sein. Derzeit ist Ramtrons FM25C160 mit 16 kbit wegen seiner Arbeitsspannung von 5 Volt und seinem SPI-Interface bei Entwicklern von Smart-Airbag-Systemen besonders populär (Bild 1).

Zur Abspeicherung von Daten, die vor dem Aufprall aufgezeichnet wurden, wäre ein Fahrprotokoll erforderlich. Wieder wäre die Dauerhaltbarkeit von Floating-Gate-Speicherbausteinen problematisch. Da Airbagmodule über große Kondensatoren verfügen, die genug Energie speichern, um den Airbag auszulösen, wäre vielleicht ausreichend Restenergie vorhanden, um die Daten aus einem Puffer herunterzuschreiben, auch nachdem bereits die Zündpille aus-

gelöst wurde. Die verfügbare Energie – d. h. die im Kondensator vorhandene Restenergie sowie die Geschwindigkeit, mit der die Daten in den Speicher geschrieben werden können – setzt dem schreibbaren Datenvolumen Grenzen. Ein typischer Floating-Gate-Speicherbaustein von 2 kByte lässt Schreiben mit ca. 4 Byte pro 5 ms zu. Es würde daher über eine Sekunde dauern, bis der ganze Floating-Gate-Speicherbaustein beschrieben ist.

Mit FRAM ist das alles viel einfacher. Die Datenlebensdauer ist extrem hoch (1.000 Milliarden und darüber) und der Stromverbrauch wesentlich geringer. Die erfolgreiche AEC-Q100-Qualifizierung einer FRAM-Komponente allerdings ermöglicht es erst, diese Technik in breitem Umfang quer durch Kfz-Plattformen einzusetzen. Es besteht bereits großes Interesse für Hochtemperaturanwendungen wie Motorüberwachung, Lenksystem, Getriebe oder Reifendrucküberwachung.

Für Kfz-Anwendungen unter hoher Temperatur besteht das Betriebstemperaturprofil aus zwei Teilen. Wenn das Fahrzeug in Betrieb ist, wird die Temperatur von verschiedenen Wärmeernzeugern wie Motor, Getriebe und Bremsen diktiert. Diese Temperatur liegt weit über der Temperatur normaler industrieller oder kommerzieller Anwendungen. Dabei machen die Zeiten bei höherer Temperatur nur einen kleinen Prozentsatz der gesamten Lebensdauer des Fahrzeugs aus. Der zweite Teil des Temperaturprofils bezieht sich auf die betriebsfreie Zeit. Die meiste Zeit ist das Fahrzeug nicht in Betrieb; dennoch müssen diese Stunden für die Datenerhaltungszeit berücksichtigt werden. In dieser Situation hängt der Temperaturbereich im Fahrzeug von der umgebenden Außentemperatur ab. Die durchschnittliche Temperatur ist daher sehr viel niedriger als die Temperatur während des Betriebs.

Die Datenbewahrungsspezifikation für FRAM-Speicher berücksichtigt sowohl die Betriebszeit als auch die betriebsfreie Zeit des Fahrzeugs (Gesamtlebensdauer). Der Hochtemperatur-Teil der Lebensdauer beruht auf einem Zielwert von 250.000 gefahrenen Kilometern ohne größere Wartung. Bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 56 km/h entspricht das einer Betriebszeit von nur 4.400 Stunden. Nur während dieser Zeit herrscht das Profil mit höherer Betriebstemperatur vor. Es reicht von der Außentemperatur beim Fahrzeugstart bis +125 °C. Bei manchen Anwendungen kann es zu darüber hinausgehenden Temperaturschlägen kommen. Das spielt aber keine Rolle – kritisch ist die Verweilzeit bei einer bestimmten Temperatur. Ein typisches Temperaturmodell ist in **Tabelle 1** dargestellt.

Dieses Modell geht von 7.400 Betriebsstunden anstatt der angenommenen 4.400 aus. In diesem Profil finden wir etwa 3.500 Stunden unterhalb +105 °C und 3.900 Stunden bei mindestens +105 °C. Die Durchschnittstemperatur bei

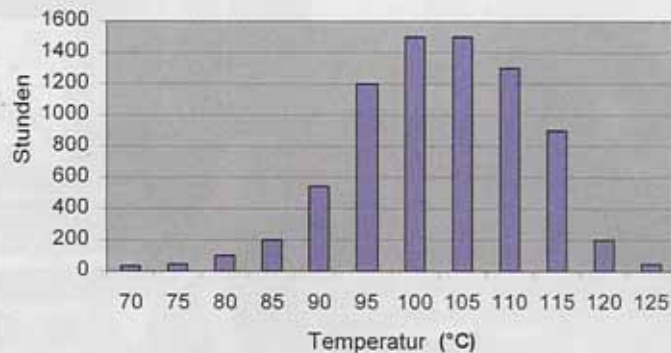


Tabelle 1: Typisches Betriebsprofil nach Grade 1

© auto:active

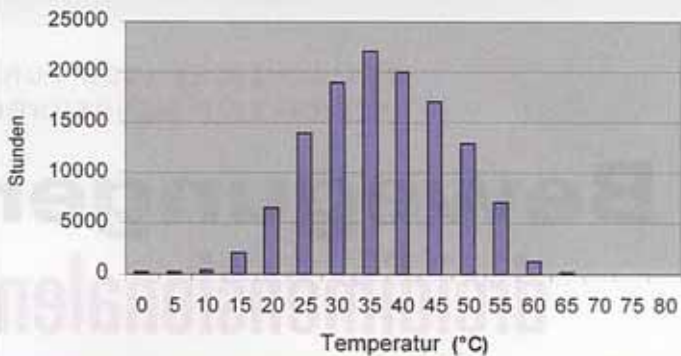


Tabelle 2: Typisches Speicherprofil nach Grade 1.

© auto:active

diesem Profil liegt bei ca. 103 °C. Um diesem Profil zu entsprechen, wurde die Spezifikation für die FRAM-Datenbewahrung auf 9.000 Stunden bei 125 °C gesetzt, was den Zuverlässigkeitserwartungen eine angemessene Reservebandbreite verschafft.

Der zweite Teil der Kfz-Lebenszeit betrifft die betriebsfreie Zeit. Sie wurde mit etwa 14 Jahren oder 125.000 Stunden angenommen. In der betriebsfreien Zeit ist die Temperatur erheblich geringer. Das Profil in **Tabelle 2** zeigt eine normale Temperatur-Life Cycle mit durchschnittlichen 38 °C. 125.000 Stunden bei einer Durchschnittstemperatur von +38 °C stellen gegenüber den Anforderungen bei hoher Temperatur nur eine geringfügige Belastung dar. Man beachte, dass das Profil für die betriebsfreie Zeit für ein sehr warmes Klima ausgelegt ist. Dabei wurde für die FRAM-Spezifikation eine Reservebandbreite von 17 Jahren bei +55 °C angesetzt.

Duncan Bennett, Ramtron International

