

Heinsdorfergrund, den 13.02.2018

Generationenwechsel

## Abschied vom C167: Alternativen stehen bereit

von Jan Schulze, SYS TEC electronic GmbH

***Der C167 von Infineon ist einer der am weitesten verbreiteten und meist eingesetzten Mikrocontroller der Welt. Aber selbst für einen solchen Dauerläufer kommt irgendwann das Ende. Doch keine Sorge: Alternativen stehen bereit und mit etwas Planung gelingt der Wechsel schnell und komfortabel.***

Mit der C166-Mikrocontroller-Architektur legte Siemens 1989 den Grundstein für eine der erfolgreichsten Mikrocontroller-Familien bis heute. Basierend auf dem 80C166 eroberten C161, C163, C164, C165 und vor allem der C167 zahlreiche Einsatzgebiete, aus denen sie heute kaum noch wegzudenken sind. Der C167 war der erste der Controller-Familie und ist heute nicht nur der erfolgreichste Mikrocontroller von Infineon, sondern auch der mit der längsten Lebenszeit im Markt. Nach 25 Jahren ist nun jedoch Umdenken angesagt. Denn Infineon wird den C167 Ende 2019 einstellen, wenn auch noch nicht gänzlich. In Absprache mit Infineon oder dem eigenen regionalen Distributor ermöglicht der Hersteller eine Verlängerung bis 2025, um einen erfolgreichen Wechsel sicherzustellen.

Nicht nur sein konkurrenzfähiger Preis verhalf dem C167 zu großer Verbreitung. Der 16-Bit-Controller überzeugte mit seiner Taktung von 20 bis 40 MHz und seinem nach heutigen Maßstäben winzigen bis zu 11 kByte großen SRAM. Er war der erste Mikrocontroller, der einen sehr großen linearen Adressraum adressieren konnte und die Adress-Dekodierung im Chip selbst erledigte – zuvor musste das immer in einer externen Logik erfolgen – ein gewaltiger Schritt nach vorn.

Der C167 konnte zudem den angebundenen Speicher für damalige Verhältnisse sehr schnell ansprechen, was eine deutlich schnellere Ausführung von Programmen möglich machte.

### **Kundenliebling C167**

Den C167 zeichnete seine sehr umfangreiche Ausstattung aus. So brachte er neben diversen integrierten seriellen und parallelen, digitalen Schnittstellen auch eine für den CAN-Bus (Controller Area Network) mit, was ihn für den Einsatz im Automotiv-Bereich prädestinierte. Daneben nutzte ihn eine große Bandbreite von Kleinkunden und bis zum Industriegiganten. Man findet den C167 noch heute sowohl in der Industrie als auch im universitären Bereich, wo er zu Lehrzwecken eingesetzt wird.

Bis auf einzelne Derivate wurde der C167 ohne reprogrammierbaren internen Program Memory angeboten, der das Anbinden von externem Flash erforderlich macht. Dieser Umstand ist es auch, der Anwender des C167 nun dazu bringen sollte, den Umstieg zu planen. Denn immer häufiger machen Systementwickler wie die SYS TEC electronic GmbH aus Sachsen die Erfahrung, dass derzeit verwendete Systemkomponenten nicht mehr oder nur schwer beziehungsweise teuer zu beschaffen sind. Das betrifft vor allem den zusammen mit dem C167 verwendeten 5-Volt-Flash-Speicher. Darum rät System Architect Dipl.-Ing. Aimo Süß: „Man sollte jetzt nicht mehr allzu lange warten. Der Wechsel zu den Alternativen des C167 ist schließlich mit einem gewissen Aufwand verbunden und das kostet Zeit.“ Aimo Süß gibt zu bedenken, dass es den C167 zwar unter gewissen kommerziellen Rahmenbedingungen noch bis 2025 geben wird, bei anderen Komponenten könnte es jedoch eng werden: „Wir können nicht mehr garantieren, dass das Produkt bis dahin noch produziert werden kann.“

### **Zögerlicher Umstieg**

Noch immer gebe es aber Kunden, die ausdrücklich nur den C167 einsetzen wollen. Über die Gründe kann Süß nur spekulieren. Einige würden vor Neuentwicklungen auf neuer Basis zurückschrecken, andere wünschten einfach ihre Software weiterverwenden zu können. Für wieder andere Kunden sei der Wechsel auch nicht so einfach. Das sei zum Beispiel dann der Fall, wenn Sicherheitsanforderungen einen hohen Zertifizierungsaufwand nach sich zögen. Diese Kunden seien froh, so Aimo Süß, dass der Mikrocontroller weiter erhältlich ist – wenn auch bedingt. Dennoch würden erste Kunden bereits den Wechsel in Angriff nehmen wollen: „Mit den Mikrocontroller-Serien ‚XMC‘ und ‚AURIX‘ von Infineon stehen Alternativen bereit,“ so der Systementwickler.

### **Ersatz für jeden Einsatzzweck: Der XMC**

Kandidat eins für den „Neuanfang“ ist der XMC, ein ARM-Cortex-basierter 32-Bit-Mikrocontroller mit schnellem ADC. Der Chip für Anwendungen im unteren bis mittleren Leistungssegment taktet je nach Modell mit 32 bis 144 MHz und kann auf 16 kByte bis 352 kByte SRAM sowie auf 8 kByte bis 2 MByte Flash zugreifen. Der XMC eignet sich vor allem für die Bereiche Lightning, Motor-Control, Industrial Field Busses und Power Conversion. Je nach Modell bringen sie besondere Features und Peripherie für den jeweiligen Einsatzzweck mit.

Die weniger leistungsstarken Modelle auf Basis des ARM Cortex-M0 können flexibel mit 2V bis 5V betrieben werden, was vor allem für C167-Anwender mit 5V-Spannungsversorgung wichtig ist, wird so doch eine Smooth Transition ermöglicht. Die XMC der 1000er Serie sind außerdem je nach Modell unter anderem Math-Coprozessor, CAN-Bus-Anbindung oder weiteren Features ausgestattet.

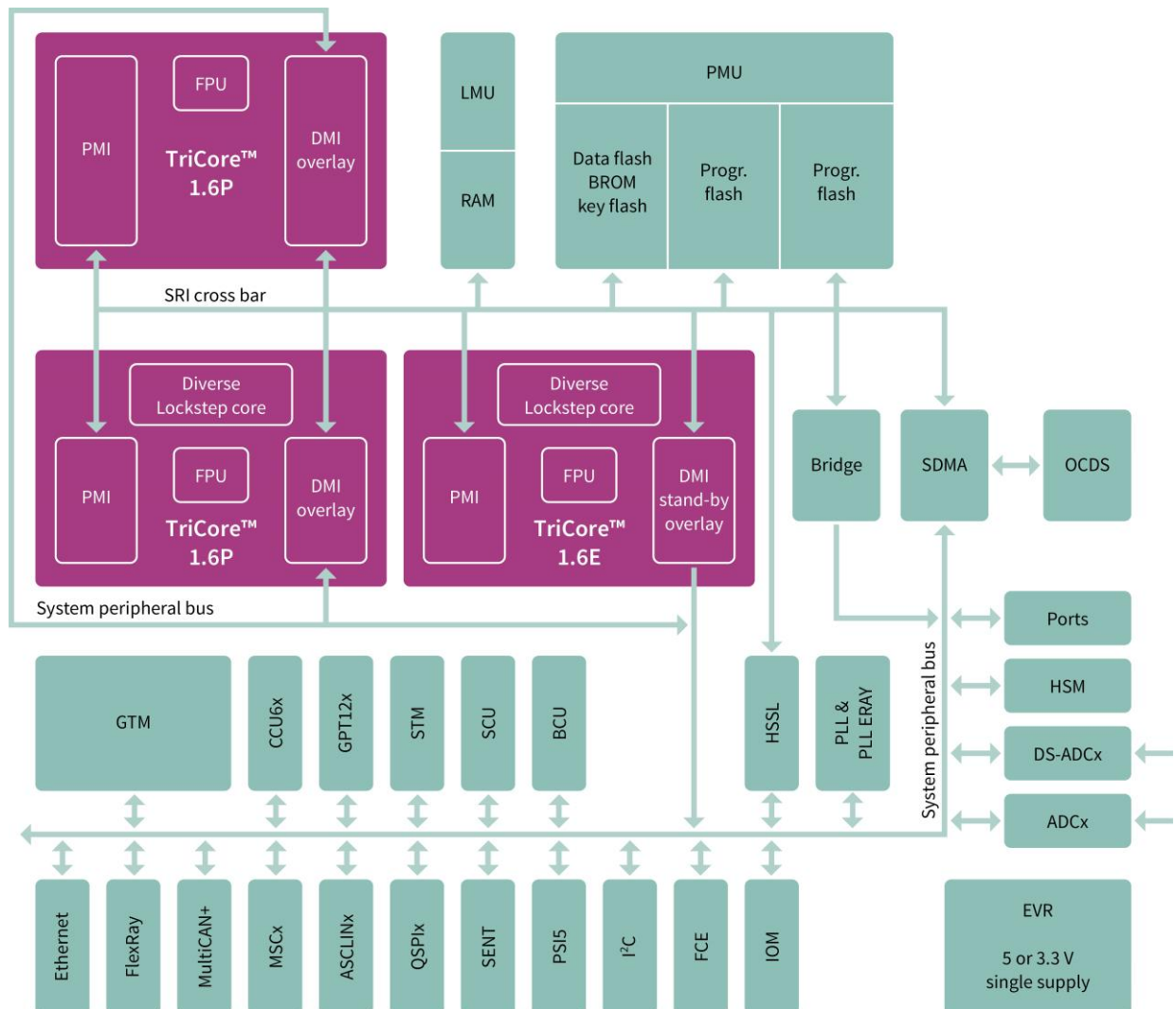
Auf dem ARM Cortex-M4F basieren die leistungsstärkeren Modelle der 4000er Serie des XMC. Sie zeichnen sich durch integriertes DSP Instruction Set, Single Precision Floating Point Unit, Direct Memory Access (DMA) und Memory Protection Unit (MPU) aus. Je nach Modell können Anwender auf bis zu sechs serielle Kanäle wie USB und auf Ethernet beziehungsweise EtherCAT-Schnittstellen zugreifen.

Beide XMC-Serien fühlen sich auch unter rauen Umgebungsbedingungen wohl. Die 1000er Serie arbeitet im Temperaturbereich von -40°C bis zu 105°C. Erst bei 125°C ist für die 4000er XMCs Schluss.

### **Ersatz mit Sicherheit: Der AURIX**

Die zweite Mikrocontrollerfamilie, die sich anschickt, den C167 zu beerben, ist der auf High Range Performance getrimmte „AURIX“ von Infineon. Mittlerweile in der sechsten Generation zeichnet sich der 32-Bit-Mikrocontroller vor allem durch seine integrierten Security- und Safety-Features aus. Die AURIX-Mikrocontroller sind Schlüsselkomponenten für eingebettete Sicherheitslösungen im Fahrzeug. Sie integrieren ein Hardware Security Module (HSM), das die On-Board-Kommunikation sicherer macht und Hardware-Manipulationen erschwert.

Der AURIX basiert auf der TriCore-Architektur von Infineon mit bis zu sechs Kernen, die je mit 80 bis 300 MHz takten. Die AURIX TC2x-Reihe ist mit 0,5 bis 8 MByte, die AURIX T3x-Reihe mit der doppelten Menge Flash-Speicher ausgestattet. Der SRAM-Arbeitsspeicher umfasst 96 kByte bis zu 2,7 MByte. Sowohl SRAM als auch Flash sind mit ECC-Fehlerkorrektur ausgestattet – ein weiteres Merkmal, das den AURIX für den Einsatz in sicherheitskritischen Bereichen auszeichnet genauso wie die Lockstep-Funktionalität. Dabei überprüft einer der Cores leicht zeitversetzt die Berechnungen des Haupt-Cores. Für mehr Sicherheit sorgen soll auch die integrierte AURIX Safety Library. Insgesamt liefert der AURIX die höchste Safe-Performance auf dem Markt und erreicht im Automotive-Bereich mit ASIL D (Automotive Safety Integrity Level/ISO 262) das höchste Safety Level. Außerdem erfüllt der AURIX die IEC 61508 auf Safety Integrity Level (SIL) 3.



**Abbildung 1 - AURIX Family System Architecture**

## Hochsicherheitsmikrocontroller

Dank seiner umfangreichen Security- und Safety-Funktionen und Zertifizierungen qualifiziert sich die AURIX-Serie besonders für sicherheitskritische Anwendungen im Automotive-Bereich, erklärt Ralf Ködel, Director Product Marketing Microcontroller bei Infineon: „Die Mikrocontroller werden aber auch abseits der Autowelt dort in der Industrie eingesetzt, wo besonders hohe Safety-Anforderungen bestehen wie der obligatorischen Verschlüsselung von Daten oder besonders hohe Ausfallsicherheit gefordert ist.“ Aimo Süß von SYS TEC electronic ergänzt: „Die AURIX-Mikrocontroller finden sich heute beispielsweise auch in Windkraftanlagen, in Zügen oder in der Steuerung von Fahrstühlen.“ So werde der AURIX häufig auch mit XMC kombiniert. Beispiel Fahrstuhl: Hier steuert der AURIX den Hauptinverter. Einfachere Aufgaben übernimmt der XMC – quasi Arbeitsteilung aus einer Hand.

Egal ob AURIX oder XMC: Nicht nur hebt der Wechsel Anwendungen auf aktuelle Hardware, er bringt weitere positive Nebeneffekte. „Zum Beispiel verringert sich der Platzbedarf auf der Platine,“ erklärt SYS TEC electronic System Architect Aimo Süß, „Die Integration von RAM und Flash in die Microcontroller schafft Raum um neue Features, wie Ethernet oder Funkmodule in eine Anwendung zu integrieren. Die Leistungsfähigkeit der neuen Microcontroller hat dafür genug Reserven.“

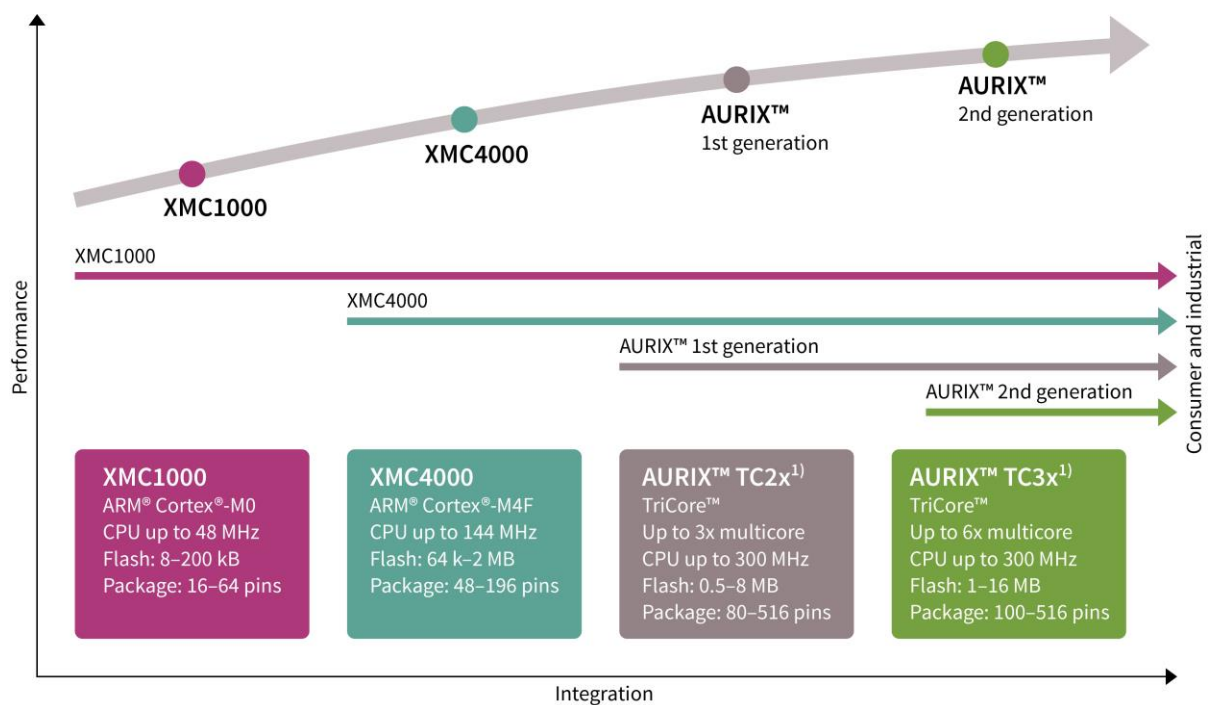


Abbildung 2 - Industrial MCU portfolio

## **DAVE dein Freund und Helfer**

Für die Entwicklung mit XMC und AURIX gibt Infineon Programmierern und Systemarchitekten einen digitalen Helfer an die Hand: DAVE, der virtuelle Ingenieur. Dave ist eine Art deutlich erweiterter Entwicklungsumgebung für die Softwareentwicklung. Neben den üblichen Tools wie Compilern enthält DAVE alle notwendigen Treiber.

Eine Besonderheit DAVEs ist die grafische Oberfläche zur Auswahl der Pins. Darüber kann der Entwickler sehr einfach die Zuweisung der Hardware vornehmen. Die Verbindungen zu Timer und ADC erstellt DAVE automatisch genau wie er die Signalzuweisung erledigt.

## **Systemwechsel leicht(er) gemacht**

Auch beim Umstieg von C167 zu XMC und AURIX ist DAVE behilflich. Ralf Ködel, weist darauf hin, dass einige Anwendungen zwar vergleichsweise leicht zu portieren seien: „Meist hat man allerdings einen deutlich höheren Aufwand allein durch die Migration von 16-Bit-Plattform auf 32 Bit.“ Erfahrungen mit DAVE und Portierungen hat SYS TEC-System Architect Aimo Süß: „Die Peripherie ist heute sehr komplex mit ihren vielen Betriebsarten. DAVE bietet hervorragende Unterstützung in dem er bei der Auswahl unterstützt und Hinweise gibt, welche Einschränkungen mit einer Auswahl bestehen. Zudem leitet er aktiv an, was ich einstellen muss, um meine Peripherie optimal zu benutzen.“

Trotz der tatkräftigen Hilfe DAVEs ist der Wechsel vom C167 zu AURIX und XMC nicht trivial und bedarf einiger Zeit. Die sollten Auftraggeber unbedingt einplanen, meint Aimo Süß. Die typische Vorgehensweise vergleicht er mit einem normalen Redesign.

So starten die Entwickler bei SYS TEC electronic auch beim Wechsel vom C167 mit einer umfassenden Bewertung bestehender Anwendungen. Es werden die Einsatzgebiete umrissen, Hardware- und Software-Anforderungen betrachtet und aufgenommen. Die bisher verwendeten Schnittstellen und deren Betriebsarten werden analysiert. Auf dieser Basis ermittelt SYS TEC electronic das optimale Derivat. Abhängig vom Timing von Hardware und Software werden danach passende Ersatzelemente vorgeschlagen. Ist der Analyseprozess erfolgreich beendet, kann SYS TEC electronic dann den Aufwand für Hardware-Design und Layout Prototyping sowie die Portierung der Software kalkulieren. „Da sich durch die Änderung der CPU ein wesentliches Teil des Systems sowohl im Bereich der Hardware als auch der Software ändert,“ erklärt Aimo Süß, „sind entsprechende Tests notwendig, die die korrekte Funktion des neuen Design nachweisen.“

Hier kann SYS TEC electronic Aufgaben übernehmen oder den Kunden bei diesen Arbeiten unterstützen. Weiterhin müssen zwei wichtige Fragen geklärt werden: Ob es die Entwicklungsumgebung und das Betriebssystem noch gibt, die der Kunde ursprünglich genutzt hatte und ob die Software überhaupt mit dem Betriebssystem der neuen Hardware lauffähig ist. Ein Leistungspaket, das Anwendern beim Umstieg helfen soll, sei bei SYS TEC electronic in Vorbereitung.

### **Fazit**

Mit den richtigen Partnern wie SYS TEC electronic und dem Chip-Spezialisten Infineon klappt der Wechsel vom liebgewonnenen C167 zu seinen modernen Nachfahren XMC und AURIX. Belohnt wird der Umstieg mit deutlich gesteigerter Performance, größerer Flexibilität, gesteigerter Funktionalität und nicht zuletzt vor allem beim AURIX mit einem deutlichen Plus in Sachen Safety und Security.