

Von der Idee zum Produkt – Flexible und erweiterbare Embedded-Lösungen

am Beispiel von Low-Power FPGA Designs mit Efnix-FPGAs



Sensoren, Edge-Devices, Industriekameras und Elektronik für hohe Umgebungstemperaturen haben eines gemeinsam – die Leistungsaufnahme muss möglichst gering sein. Die Gründe hierfür liegen auf der Hand:

- Es steht nur eine geringe Leistung zur Verfügung
- Die durch Verlustleistung generierte Abwärme kann nur schwer abgeführt werden, was sensible Analog-Sensoren stört und die Lebensdauer der Baugruppe nachteilig beeinflusst.

Des Weiteren ist diesen Anwendungen oft gemein, dass eine Vielzahl von Sensoren mit proprietären und zum Teil hoch performanten Schnittstellen gegeben ist. Das hieraus resultierende Datenaufkommen soll – möglichst direkt am Sensor – sehr schnell auf ein sinnvolles Maß reduziert und über eine standardisierte Schnittstelle übertragen werden.

Hier kann das FPGA seine Stärken ausspielen:

FPGA steht für Field Programmable Gate Array, aber wie würden man jemanden, der sich mit dem Thema nicht auskennt, erklären, um was es sich bei diesem elektronischen Schaltkreis handelt? Vielleicht als eine Art Baukasten für den Entwurf digitaler Schaltungen mit konfigurierbaren Ein- und Ausgängen, logischen Verknüpfungen und Speicher-

zellen, welche sich flexibel miteinander verschalten lassen. Oder als einen hochintegrierten Logikbaustein für spezielle Anwendungen jenseits der Fähigkeiten eines Mikroprozessors. Beides trifft zu.

„FPGAs können einiges mehr als CPLDs.“

Das erste Beispiel könnte auch zur Erklärung eines CPLDs verwendet werden, doch FPGAs können einiges mehr als CPLDs. Zusätzlich zu den Logikblöcken besitzen sie mehrere Speicherzellen in Form von integriertem RAM, Funktionseinheiten für mathematische Berechnung sowie Hochgeschwindigkeitsein- und -ausgänge mit konfigurierbarem Spannungspegel. Letztere können dazu genutzt werden, ausgehende Datenströme zu serialisieren sowie eingehende Datenströme zu deserialisieren [sog. SerDes-Blöcke].

„FPGAs eignen sich zur [...] Implementierung komplexer Aufgaben wie der Verarbeitung von Sensordaten, der Umsetzung von Protokollen und vielem mehr. Dabei bleibt ihr Verhalten stets deterministisch.“

FPGAs eignen sich somit nicht nur als einfache Adressumsetzer oder Multiplexer. Sie sind ebenfalls nutzbar zur Implementierung komplexer Aufgaben wie der Verarbeitung von Sensordaten, der Umsetzung von Protokollen und vielem mehr. Dabei bleibt ihr Verhalten stets deterministisch.

Diese Beschreibung eines hochintegrierten Logikbausteins mag den einen oder anderen an ASICs erinnern. Aber anders als bei ASICs, welche für genau einen Anwendungsfall entworfen wurden, können FPGAs jederzeit umprogrammiert werden. Sogar, wenn sie bereits in ihrem Betätigungsfeld eingesetzt werden, was durch die Begrifflichkeit „field programmable“ ausgedrückt wird.

„Mittels der RISC-V-Architektur kann ein Mikroprozessor in Form von Soft-IP-Cores in den FPGA integriert werden.“

„Das können moderne Mikrocontroller doch auch.“ Nicht ganz. Mikroprozessoren, welche gemeinsam mit den integrierten Peripheriebausteinen einen Mikrocontroller bilden, arbeiten sequenziell. So muss zum Beispiel bei der Berechnung einer Prüfsumme eines Datenpaketes, dieses Byte für Byte eingelesen werden, damit anschließend die Prüfsumme berechnet werden kann. Hierbei entspricht die Anzahl der Rechenschritte mindestens der Länge des Datenpaketes. Wird diese Funktion in ein FPGA implementiert, kann die Prüfsumme parallel zur Übertragung berechnet und anschließend angehängt werden. Die verwendeten Ressourcen werden ausschließlich für diese Funktion verwendet, was bedeutet, dass sie im inaktiven Zustand einen sehr geringen Energiebedarf haben und im Bedarfsfall garantiert zur Verfügung stehen. Erfordert die Aufgabenstellung dennoch einen Mikroprozessor, kann dieser durch ein FPGA entlastet werden, indem dieses immer wiederkehrende und rechenintensive Aufgaben übernimmt. Dem Mikroprozessor stehen somit mehr Ressourcen für den allgemeinen Programmablauf zur Verfügung.

Will man noch einen Schritt weiter gehen, besteht die Möglichkeit, einen Mikroprozessor direkt in das FPGA zu integrieren. Mittels der RISC-V-Architektur kann ein Mikroprozessor in Form von Soft-IP-Cores in den FPGA integriert werden. Bei manchen FPGAs ist auch ein RISC-V Quadcore bereits als Hard-IP implementiert. Somit besteht die Möglichkeit, einen Mikrocontroller zu schaffen, dessen Funktionsumfang genau den Anforderungen entspricht, da nur das implementiert werden muss, was benötigt wird.

„[...] Evaluierungs-Boards helfen hierbei, dass in einer frühen Projektphase mit dem Design begonnen und die benötigten Ressourcen abgeschätzt werden können.“

Aber wie wird diese Vielzahl an Logikbausteinen miteinander verknüpft? Hier gibt es verschiedene Lösungsansätze. So kann die digitale Schaltung auf gewohnte Art aus

Schaltungsdiagrammen aufgebaut oder aber das Verhalten mit Hilfe einer Hardwarebeschreibungssprache, wie z.B. VHDL oder Verilog, beschrieben werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Quelltext aus Softwaretools, wie z.B. MATLAB / Simulink oder LabVIEW, generieren zu lassen. Das so entstandene Design wird im Anschluss mit einer Simulationssoftware überprüft. Wurden keine Auffälligkeiten gefunden, werden die Programmierdaten in das FPGA geladen und getestet. Am Markt erhältliche Evaluierungs-Boards helfen hierbei, dass in einer frühen Projektphase mit dem Design begonnen und die benötigten Ressourcen abgeschätzt werden können. Wird während der Entwicklung festgestellt, dass für die konkrete Aufgabe weniger Logikzellen / Ressourcen benötigt werden, kann das FPGA oftmals gegen ein preiswerteres Derivat mit weniger Logikzellen in derselben Bauform ausgetauscht werden. Selbst ein höherer als erwarteter Ressourcenverbrauch kann oft ohne Schaltung- und Layoutanpassung abgedeckt werden, was ebenfalls eine Kostenersparnis darstellt.

„Die Boards der T*Square-Familie [...] bieten umfangreiche Adaption- und Erweiterungsmöglichkeiten, um Erfahrung zu sammeln und Designs selbstständig umzusetzen“

Beispielhaft für solche Evaluierungs-Boards sei die durch die IMG Electronic & Power Systems GmbH gemeinsam mit der TRS-STAR GmbH entwickelte Familie der **T*Square Education Boards** genannt.

Die Boards der T*Square-Familie sind aktuell als Breakout-Board für das T20-FPGA (100-Pin und 144-Pin LFPQ) sowie für das Ti60-FPGA (256-ball FBGA) erhältlich. Letztere Variante kann auch für die Evaluierung des pin-kompatiblen Tz50 (Topaz) verwendet werden. Die T*Square Education Boards bieten umfangreiche Adaption- und Erweiterungsmöglichkeiten, um Erfahrungen zu sammeln und Designs selbstständig umzusetzen. Herzstück sind FPGAs des Herstellers Efinix, welche aufgrund der Quantum-Technologie, eine besonders geringe Leistungsaufnahme haben. Die Quantum-Technologie hat als Grundzelle die sog. XLR-Zelle (eXchangable Logic or Routing), welche zum Zeitpunkt der FPGA-Kompilierung entweder zum Logic Element (LE) oder zur Routing Matrix wird. Dadurch werden die vorhandenen Ressourcen besonders effizient genutzt, was wiederum kleinere Dies, kürzeres Routing, weniger Metal Layer und in Summe kleine, leistungsfähige Systeme mit geringer Leistungsaufnahme ermöglicht. Mit den T*Square Education Boards können Kunden sehr einfach die Werte der Power-Estimateuren mit der Realität vergleichen und so

für Ihr Design abschätzen, welche Leistungsersparnis zu erwarten ist.

Dank des integrierten Break-Out-Programmers kann man das Evaluierungs-Board und ebenso eigene Boards flexibel programmieren. Darüber hinaus verfügen die Boards über eine Vielzahl von Funktionen, wie:

- 1 x Typ B Mini-USB-Schnittstelle für die UART-Kommunikation mit dem implementierten RISC-V Soft-Core
- 2 x PMOD für Daughter-Cards
- Externe R-C-Beschaltung für Soft-ADCs und -DACs über LVDS-Buffer
- Flexibel bestückbare Pfosten-Stecker auf dem Board
- Messpunkte zur Messung des Stromverbrauchs aller Spannungsebenen
- 16 Mbit SPI-Flasch für bis zu drei nicht komprimierbare Bitstreams

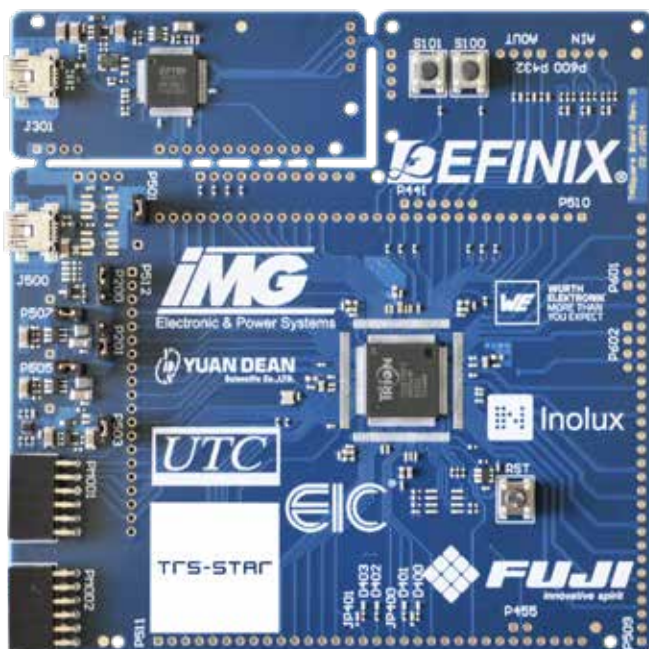


Abbildung 1: T*Square T20-100

„Die Möglichkeiten sind nahezu grenzenlos.“

Fazit:

Für FPGAs ergeben sich sehr vielfältige Einsatzgebiete. Von medizintechnischen Anwendungen, wie Lasersteuerungen oder MRT-Scanner, über Verkehrsanwendungen, beispielsweise Fahrassistenzsysteme, bis hin in die Netzwerktechnik [Router, Switches] finden FPGAs Anwendung. Darüber hinaus finden diese Alleskönner aber auch in der Raumfahrt-technik in Form von Steuerungs- und Auswertesystemen in

Satelliten ihre Anwendung. Überall dort, wo sich eine große Aufgabe in viele kleine aufteilen lässt, spielt ein FPGA seine Stärken aus. Die Möglichkeiten sind nahezu grenzenlos.

Auch der Einsatz in bestehenden Projekten ist durchaus sinnvoll, um beispielsweise abgekündigte oder nur schwer beschaffbare Bauteile zu ersetzen oder als Gateway zwischen veralteten und neuen Schnittstellen zu dienen. FPGAs ermöglichen darüber hinaus den Schutz geistigen Eigentums, da ihre Programmierdaten verschlüsselt werden können und somit von außen keine Rückschlüsse auf die Implementierung zulassen.

Was früher noch als sogenanntes Gattergrab die Leiterplatte zierte, befindet sich heute in einem einzigen Baustein. Dies reduziert den Ressourcenverbrauch, sei es in Bezug auf die elektrische Leistungsaufnahme, die Zeit für die Bestückung der Leiterplatte oder den benötigten Platz. Sollte in der Großserienfertigung dennoch ein ASIC eingesetzt werden, bietet ein FPGA den Vorteil der großen Flexibilität während der Entwicklung und Erprobung des fertigen Produkts.

Die IMG Electronic & Power Systems GmbH hat im Bereich der FPGA-Entwicklung über die vergangenen 20+ Jahre ein umfangreiches Know-How aufbauen können. Quasi als Nebenprodukt wurden zahlreiche IP-Blöcke für immer wiederkehrende Aufgabenstellungen entwickelt, die auf Kundenwunsch adaptiert werden können. Eine kleine Kuriosität am Rande: die PCI (nicht PCIe) Schnittstelle findet nach wie vor Anwendung und IMG bietet ein leistungsfähiges PCI-IP an. Die IMG Electronic & Power Systems GmbH kann Sie daher von Idee bis zum fertigen Produkt in allen Phasen tatkräftig unterstützen, so dass Sie sich auf Ihre Kernkompetenzen konzentrieren können.

Weiterlesen unter:

