

## **Design-Packages für Mobile-Controller und HMI**

Steuerungen für mobile Automation, zum Beispiel für den Einsatz in Baumaschinen, stellen besondere Anforderungen an das Geräte-Design. SYS TEC electronic hat diese Herausforderung erkannt und bietet mit den Design Packages für HMI und Mobile Controller (MBC) ein adaptierbares Baukastensystem an. Diese „ready to use“ Lösungen umfassen das komplette Entwicklungs-Know-How und verkürzen somit die Zeiten zur Markteinführung erheblich.

### **Anforderungen an mobile Automation**

Die Anzahl der für mobile Automation eingesetzten Steuergeräte ist in den letzten Jahren kontinuierlich gewachsen. Wurden früher noch Bewegungsabläufe von Maschinen und Nutzlastaufbauten vorwiegend von aufwändig konstruierten mechanischen Steuergliedern koordiniert, sind es heute programmierbare Elektronikbaugruppen, die einen Großteil dieser Aufgaben wesentlich einfacher mit Software umzusetzen. Das reduziert den Aufwand für Anpassungen und erlaubt es somit, flexibel auf individuelle Kundenanforderungen zu reagieren.

Im Nutz- und Baufahrzeugsektor sind individuelle Anpassungen an spezifische Kunden- oder Einsatzbedingungen gängige Praxis. Oftmals werden nur kleine Serien mit identischer Konfiguration ausgeliefert. Für die eingesetzte Steuerungselektronik bedeutet dies, dass sie flexibel mit unterschiedlichsten Sensor- und Aktortypen umgehen können muss. Der Einsatz in rauen Umgebungsbedingungen erschwert zudem die Auswahl geeigneter Steuerungsbaugruppen.

Die Anforderungen an Geräte für mobile Automation unterscheiden sich zum Teil erheblich von denen für Steuerungen im industriellen Umfeld. Steuergeräte, die für den Einbau in Baumaschinen oder in Aufbauten von Nutzfahrzeugen konzipiert sind, unterliegen anspruchsvollen Umgebungsbedingungen. Dies betrifft zum einen die klimatischen Anforderungen, die sich in einem Arbeitstemperaturbereich von -40 °C bis +85 °C widerspiegeln. Ebenso sind aber auch elektrische Anforderungen an erhöhte Störfestigkeit sowie Unempfindlichkeit gegenüber kurzzeitigen Spannungsunterbrechungen zu beachten. Für die Software sind unter anderem Eigenschaften wie einfache Programmierbarkeit, sichere Fehlererkennung, hohe Zuverlässigkeit und kurze Bootzeit gefordert.

### **Das "Rundum Sorglos-Paket"**

SYS TEC electronic bietet mit seinen Referenz-Designs vorgefertigte, getestete und optimal aufeinander abgestimmten Komponenten mit der Zusatzoption eines „Design Packages“ an. Dieses beinhaltet die kompletten und umfassenden Entwicklungsunterlagen, die sofort und ohne Änderung nutzbar sind. Neben Schaltplänen und Layout-Daten sowie den Sourcecodes aller Firmware-Komponenten zählen dazu auch die vollständigen Quellen des SPS-Laufzeitsystems. Damit sind flexible Anpassungen an spezifische Kunden- bzw. Einsatzanforderungen entsprechend dem jeweiligen Zielmarktsegment leicht und vor allem schnell realisierbar.

### **Design-Packages für den MBC und HMI von SYS TEC electronic**

Mit den Design-Packages für den Mobile Controller MBC-1793 sowie das HMI-3570 stehen zwei erprobte und getestete Referenz-Designs zur Verfügung. Sie erfüllen perfekt die speziellen KFZ-typischen Anforderungen für den mobilen outdoor Einsatz und lassen sich bei Bedarf leicht adaptieren.

### **SYS TEC electronic MBC-1793**

Der MBC-1793 basiert auf dem "ECUcore-1793", einem SYS TEC Standard-SoM (System on Module) für den TC1793. Dieses SoM wird durch ein Carrierboard erweitert, das alle applikationsspezifischen

Schaltungsteile von der Stromversorgung über die I/O-Anbindung bis hin zu permanent laufenden Diagnosefunktionen enthält.

Herzstück des MBC-1793 ist der TriCore™ aus der Microcontroller-Familie von Infineon, die speziell für den Automotive-Bereich entwickelt wurde. Kennzeichnend ist hier ein erweiterter Temperaturbereich. Er ist Voraussetzung, um auch außerhalb des Gehäuses noch einen Arbeitstemperaturbereich von -40 °C bis +85 °C für das Gesamtgerät zulassen zu können. Weitere, für den Automotiv-Bereich wichtigen, Vorteile sind die umfangreiche on-chip Peripherie sowie die langjährige garantierte Verfügbarkeit der Prozessoren.

### **Flexibel in der E/A-Ebene**

Damit der MBC-1793 möglichst viele unterschiedliche Sensoren und Aktoren unterstützt, sind die Betriebsmodi seiner Ein- und Ausgänge flexibel über das SPS-Programm zur Laufzeit konfigurierbar. So kann ein und derselbe Eingang je nach ausgewähltem Modus entweder als digitaler 24 VDC Eingang arbeiten, als Analogeingang Spannungen von 0..5 VDC oder 0..32 VDC messen, Impulse zählen sowie Frequenzen oder Impulsbreiten ermitteln. Ein weiteres wichtiges Feature zur Unterstützung verschiedener Sensoren sind die optional für jeden Kanal intern zuschaltbaren pull-up oder pull-down Widerstände. Jeweils 2 Eingänge können zusammen als A/B-Encoder betrieben werden. Das erlaubt den Anschluss entsprechender Drehimpulsgeber, die Voraussetzung für die Positions- oder Lageregelung von Servomotoren sind.

Auf der Ausgangsseite unterstützt der MBC-1793 eine ähnlich große Flexibilität. Abhängig vom jeweiligen Anschluss können diese als digitale 24 VDC Ausgänge mit internem high-side oder low-side Switch arbeiten, Analogspannungen von 0..5 VDC ausgeben, verschiedene Referenzspannungen bis hin zu 14.5V bereitstellen sowie Impulsfolgen im PWM bzw. PTO Modus generieren.

Dieses flexibel konfigurierbare I/O Interface des MBC basiert zum Großteil auf der umfangreichen on-chip Peripherie des TC1793. Diese umfasst unter anderem GPIOs, Timer/Counter-Einheiten und AD-Converter. Weitere Peripherie wie DA-Converter, EEPROM oder RTC sind über SPI- bzw. I<sup>2</sup>C-Schnittstellen angeschlossen. Diese ungewöhnliche Variabilität der I/O Anschaltung spiegelt sich in einer entsprechenden Komplexität der Softwaretreiber wider. Das Design-Package beinhaltet diese I/O-Treiber komplett als Sourcecode. Außerdem stehen die Schaltplan- und Layout-Unterlagen vollständig zur Verfügung. Damit erübrigt sich die aufwändige Einarbeitung in die komplexe on-chip Peripherie des TC1793 sowie die zeitintensive Implementierung der zugehörigen Softwaretreiber.

### **Vielseitig in der Kommunikation**

Für eine universelle Anbindung an die verschiedenen, im Fahrzeugbereich etablierten, CAN-Bus-Systeme besitzt der MBC-1793 zwei unabhängige CAN 2.0B Interfaces. Dadurch lassen sich beide Schnittstellen sowohl für Protokolle mit 11 Bit als auch mit 29 Bit Identifiern verwenden. Zum Ansprechen von CANopen-Geräten - wie beispielsweise dem HMI-3570 - beinhaltet die SPS-Laufzeitumgebung eine CiA 405 kompatible Bausteinbibliothek mit Master- und Slave-Funktionen. Eine weitere Bibliothek erlaubt das direkte Versenden von CAN-Nachrichten auf Layer 2 nach ISO-Schichtenmodell. Damit ist beispielsweise der Zugriff auf Diagnosedaten möglich, die mit dem Protokoll J1939 versendet werden.

Als weitere Kommunikations-Interfaces bietet der MBC1793 zwei serielle Schnittstellen. Diese sind je nach Konfiguration als RS232-, RS485- oder als LIN-Interface nutzbar. Auch hierfür stellt die SPS-Laufzeitumgebung entsprechende Funktionsbaustein-Bibliotheken bereit.

### **Know-how Vorsprung durch Referenz-Design**

Der ungewöhnlich hohe Grad an Flexibilität den der MBC-1793 sowohl in I/O Ebene als auch für die Kommunikationsschnittstellen erreicht, zeichnet das Gerätekonzept gegenüber anderen vergleichbaren Lösungen aus. Insbesondere auf Hardwareseite ist für den Entwurf der I/O-Anschaltung tiefgreifendes Know-how erforderlich. Diese muss gleichzeitig sowohl Besonderheiten der analogen und digitalen Signalverarbeitung berücksichtigen als auch den EMV-Anforderungen an Störausstrahlung und Störfestigkeit genügen. Die sich daraus ergebende hohe Bauteil-

Packungsdichte sowie die notwendige elektrische Trennung zwischen den Spannungs-Domains für die interne Steuerungslogik und den externen Leistungsstufen stellen hohe Ansprüche an das Layout. Im Referenz-Design sind diese Anforderungen bereits umgesetzt. Das darin enthaltene Know-how steht dem Anwender in vollem Umfang zur Übernahme in sein eigenes Gerätedesign zur Verfügung.

## **SYS TEC electronic HMI-3570**

Das HMI bildet als Frontend zum Mobile Controller die Schnittstelle zwischen Benutzer und Maschine. Es ermöglicht die Konfiguration von Sollwerten und dient der Anzeige aktueller Istwerte. Bis vor wenigen Jahren wurden hierfür fast ausschließlich Schalter, Drehregler sowie Kontrolllampen oder Zeigerinstrumente eingesetzt. Diese waren in der Interaktion sehr begrenzt und schwerfällig zu modifizieren. Das HMI zeichnet sich durch eine einfache Handhabung aus, die der Bedienbarkeit eines Tablets oder Smartphones ähnelt und den hohen Anforderungen an mobile Automation entspricht. Neben erweitertem Temperaturbereich und Störfestigkeit betrifft das auf Softwareseite insbesondere die Bootzeit. Analog zu Kontrolllampen und Schaltern wird auch von einem HMI die möglichst sofortige Verfügbarkeit nach dem Einschalten erwartet. Maximal 3 Sekunden Startzeit gelten hier gerade noch als akzeptabel.

### **Visualisierung leicht gemacht**

Ein visualisierungsbasiertes Benutzerinterface ermöglicht im einfachsten Fall die Nachbildung der bekannten, klassischen Instrumentenformen. Das Potential des HMI liegt dabei in dessen flexiblen grafischen Gestaltungsmöglichkeiten. Durch die Anordnung auf verschiedenen Seiten lassen sich selbst umfangreiche und sehr detaillierte Informationen übersichtlich darstellen. Texte können mehrsprachig hinterlegt und je nach Einsatzregion in der jeweils lokalen Sprache angezeigt werden. Als Eingabeelemente reichen wenige Tasten, die je nach aktuellem Kontext mit unterschiedlichen Funktionen belegt werden. Das HMI-3570 unterstützt als Standard-Eingabeelemente Matrixtastatur und Scroll Wheel. Die Erweiterung um einen Touchscreen ist anwenderspezifisch möglich.

Zur Erstellung der Visualisierungsseiten beinhaltet das SPS-Programmiersystem einen eigenen Grafik-Editor. Per Drag & Drop lassen sich vorgefertigte Grafikelemente frei auf den einzelnen Visualisierungsseiten platzieren. Über die jeweiligen Eigenschaftendialoge werden anschließend das gewünschte Erscheinungsbild und Verhalten konfiguriert. Viele Eigenschaften der Grafikelemente können zur Laufzeit durch das SPS-Programm beeinflusst werden. Beispielsweise sind Farbe und Position eines Objektes programmgesteuert veränderbar. Ebenso können Elemente gesperrt oder komplett unsichtbar gemacht werden. So lassen sich mehrere Grafikobjekte direkt übereinander anordnen, von denen aber immer nur eins zur Laufzeit sichtbar ist. Auf diese Weise können durch sich scheinbar verändernde Piktogramme verschiedene Betriebsmodi signalisiert werden. Als Hintergrundbild geladene Grafikdateien ermöglichen eine realistische Darstellung der Maschine und erlauben so eine intuitive Zuordnung der angezeigten Prozesswerte.

Die Steuerung der Grafikelemente erfolgt durch Verlinkung auf Variablen des SPS-Programms. So kann beispielsweise eine einfache BOOL Variable der SPS ein Bedienfeld der Visualisierung freigeben oder sperren. Umgekehrt kann das Betätigen eines Buttons - je nach konfigurierterem Verhalten - eine Variable im SPS-Programm auf einen festen Wert setzen, toggeln oder inkrementieren. Die anzuzeigenden Texte stammen entweder ebenfalls aus String-Variablen des SPS-Programms oder sie werden in Ressourcen-Dateien des Visualisierungsprojektes hinterlegt. Dabei ist immer eine Ressourcen-Datei einer Sprache zugeordnet. Auf diese Art kann zur Laufzeit einfach zwischen verschiedenen Anzeigesprachen gewechselt werden. Durch die Verwendung von Unicode Strings unterstützt das HMI auch Texte mit kyrillischen, arabischen oder fernöstlichen Zeichensätzen.

Die HMI-Funktionsbausteinbibliothek erlaubt das freie Definieren von bis zu 4 Tastaturcodetabellen, die zur Laufzeit flexibel nutzbar sind. Standardmäßig verarbeitet die Visualisierung alle Input Events von Tastatur und Scroll Wheel direkt. Bei Bedarf können Events aber auch an das SPS-Programm umgeleitet werden, so dass sich auf diese Weise beliebig komplexe Steuerelemente wie beispielsweise Spin Controls mit variabler Schrittweite realisieren lassen.

## **Betriebsbereit in weniger als 3 Sekunden**

Das Design-Package für das HMI-3570 basiert auf dem "ECUcore-iMX35", einem SYS TEC Standard-SoM für den Freescale Prozessor i.MX35. Das verwendete Linux-Betriebssystem unterstützt die on-board Grafik des Moduls, ist vollständig quelloffen und lizenzkostenfrei. Das "ECUcore-iMX35" Design ist vielfach erprobt und in zahlreichen unterschiedlichen Projekten bewährt.

Auf Softwareseite wurde die Konfiguration von Bootloader und Linux komplett neu auf die Anforderungen als HMI abgestimmt. Eine Bootzeit von knapp 10 Sekunden ist im Automotive-Bereich inakzeptabel. Die Erwartungshaltung liegt hier bei maximal 3 Sekunden vom Zuschalten der Boardspannung bis zur Anzeige der ersten Prozesswerte in der Visualisierung. Indem konsequent alle für das HMI nicht benötigten Dienste und Softwarekomponenten entfernt wurden, ließ sich die Startzeit für den reinen Linux-Kernel auf 700 ms reduzieren. Hinzu kommen noch die Zeiten zum Mounten des Dateisystems, zum Starten der SPS-Laufzeitumgebung sowie zum Laden des SPS-Projektes. Die SPS-Laufzeitumgebung wurde mit in das read/only Root-Filesystem integriert. Dadurch kann sie bereits wenige hundert Millisekunden nach dem Start des Linux-Kernel geladen werden. Neben der vernachlässigbar kurzen Mount-Zeit ist das read/only Filesystem hochgradig resistent gegenüber plötzlichen Spannungsausfällen im laufenden Betrieb. Das anwenderspezifische SPS-Programm befindet sich zusammen mit den Visualisierungsdateien in dem zur Laufzeit beschreibbaren Home-Verzeichnis. Das dafür verwendete UBIFS erlaubt - im Gegensatz zu JFFS2 - eine extrem kurze Mount-Zeit. Das Home-Verzeichnis wird ausschließlich während eines Programmupdates beschrieben, im laufenden Betrieb greifen SPS-Laufzeitumgebung und Visualisierung nur noch lesend darauf zu. Dadurch führt auch hier ein plötzlicher Ausfall der Versorgungsspannung nicht zum Datenverlust. All diese Maßnahmen in Summe gewährleisten ein robustes System und ermöglichen eine Gesamtbootzeit für das HMI von unter 3 Sekunden.

## **HMI und MBC – ein unschlagbares Team**

HMI und Mobile Controller bilden zusammen ein gemeinsames Ökosystem. Der Mobile Controller ist typischerweise im Antriebsstrang oder Fahrgestell verbaut und besitzt Schnittstellen zum Anschluss verschiedenster Sensoren. Seine Ausgänge steuern Aktoren wie Relais oder Hydraulikventile. Das HMI-3570 dagegen ist als Bediener-Frontend zum Mobile Controller konzipiert. Es ermöglicht die Einstellung von Sollwerten im MBC und kann dessen aktuelle Prozessdaten visualisieren. Damit lassen sich vom HMI aus die Steuerungsabläufe im Mobile Controller kontrollieren und beeinflussen. Beide Geräte sind optimal aufeinander abgestimmt.

Für den gegenseitigen Datenaustausch nutzen beide Geräte CANopen. Dazu stellt die SPS-Laufzeitumgebung, die für HMI und MBC identisch ist, eine CiA 405 kompatible Bausteinbibliothek mit Master- und Slave-Funktionen bereit. Neben dem Austausch von Prozess- und Statusdaten werden auch die Konfiguration und Überwachung von Knoten sowie der Empfang von Fehlermeldungen unterstützt. Ebenso ist das direkte Versenden von CAN-Nachrichten auf Layer 2 nach ISO-Schichtenmodell möglich.

## **Vorsprung für die Entwicklung**

### **Alles unter einer Oberfläche**

Zentraler Bestandteil beider Design-Packages ist das SPS-Laufzeitsystem, das eine Programmierung nach IEC 61131-3 ermöglicht. So kann trotz unterschiedlicher Aufgabenbereiche die Softwareentwicklung für beide Geräte in einer einheitlichen Umgebung erfolgen. Die Verwaltung in geräteübergreifenden Projektstrukturen vereinfacht die gemeinsame Nutzung von Funktionsbausteinen. Umfangreiche Softwarebibliotheken unterstützen eine effiziente Programmierung und ermöglichen einen komfortablen Datenaustausch über verschiedene Kommunikationsschnittstellen. Der Zugriff vom Programmier-PC aus auf die beiden Geräte erfolgt direkt über den CAN-Bus. Damit ist ein Softwareupdate auch im eingebauten Zustand problemlos möglich.

## **Alles aus einer Hand**

SYS TEC electronic ist seit über 25 Jahren als erfolgreicher Entwicklungs- und Produktionsdienstleister im Bereich eingebetteter Systeme tätig und verfügt somit über ein entsprechend breites Know-how in diesen Marktsegmenten. Mit den Design-Packages steht dieses Wissen in Form eines adaptierbaren Baukastensystems auch anderen Kunden zur Verfügung. Die Verwendung fertiger und praxiserprobter Hard- und Software-Designs verkürzt die Zeiten für Entwicklung, Prototypenphase und Serieneinführung signifikant. Das Ergebnis ist ein erheblicher Wettbewerbsvorteil durch ein schnelles Time to Market verbunden mit niedrigen Kosten und einem sehr günstigen Total Cost of Ownership. SYS TEC electronic begleitet seine Kunden über den gesamten Entwicklungsprozess von der Idee über deren Umsetzung und Serieneinführung bis hin zu umfassenden After Sales Services.