



TSEP

Technical Software Engineering Plazotta

Our work is inspired by science, not fiction!

Frontplatten Mikrocontroller

FPC4

Individuell Frontplatten für Messgeräte

Moderne Messgeräte haben heute ein aufwendiges Human-Machine-Interface, mit der die Gerätesoftware bedient werden kann. Nicht nur einfache Tasten sind heute auf den Frontplatten der Geräte zu finden, sondern auch Drehräder, einfarbige und mehrfarbige LEDs, Displays (LCD, LED, OLED, ePaper), Touchscreens und vieles mehr. TSEP hat bereits vor 10 Jahren begonnen all diese Funktionalität in einem μC zu vereinigen. Heute ist nun die vierte Generation der Frontplattencontroller, der FPC4, im Einsatz. Die FPC Reihe basiert auf der Cypress PSoC Mikrocontroller Familie. Diese eignen sich insbesondere durch die programmierbare Hardware (ähnlich zu einem FPGA) für eine derartige Verwendung. Der FPC4 ist zudem kompatibel mit Windows oder mit Linux als Geräte Betriebssystem.

Hardware Optionen

PSoC

Zurzeit werden verschiedene PSoC Modelle (PSoC 3, 4, 5) unterstützt. Je nach Anforderung können kostengünstige und leistungsschwächere PSoC 4 bis hin zu leistungsstarken PSoC 5 für entsprechend Aufgaben verwendet werden. Die softwareseitige Anbindung an das Messgerät erfolgt über USB, wobei andere Kommunikationsbusse ebenfalls denkbar wären.

Die verwendeten Cypress PSoC Mikrocontroller haben einen Versorgungsspannungsbereich von 0,5V/1,71V/3V bis 5,5V und der Temperaturbereich ist für industrielle Anwendungen geeignet. Die Mikrocontroller sind in kompakten Bauformen wie QNF56, VFBGA, TQFP 100 und viele mehr verfügbar.

Highlights



Reichhaltiger Funktionalitätsschatz



Zahlreiche Softwaretools



Einfache Anpassung an neue Gerätefeatures



Kompatibel mit Windows und Linux

Je nach Konfiguration des FPC4 stehen folgende Funktionalitäten zur Verfügung.

Tasten

Der kleinste FPC4 unterstützt die Auswertung von 64 Tasten. Die auszuwertenden Tasten müssen in einer Tastaturmatrix am FPC4 angeschlossen sein. Jede Reihe der Matrix muss über einen 47kOhm Pulldown Widerstand und jede Spalte über einen 10kOhm Pullup Widerstand angeschlossen sein. Eine hardwareseitige Entprellung der Tasten ist nicht nötig, da dies über die FPC4 Firmware realisiert wird. Die Auswertung von Mehrfachstastendrucke ist nicht Standardmäßig Teil der FPC4 Firmware, kann aber auf Wunsch realisiert werden.

Drehimpulsgeber

Der FPC4 unterstützt viele verschiedene elektronische und mechanische Drehimpulsgeber z.B. von den Herstellern EBE, ALPS, Elma. Die Drehrichtung wird anhand der zeitlichen Verschiebung der beiden Kanäle detektiert. Eine Abtastrate von 1ms hat sich bei mechanischen Drehrädern als ausreichend erwiesen. Im Gegensatz zu mechanischen Drehimpulsgebern ist die Auswertung bei elektronischen Modellen sehr zeitkritisch, es bleiben je nach Modell nur wenige Mikrosekunden Zeit, die Drehrichtung zu erkennen. Die Kanäle und der Drückknopf des Drehimpulsgebers müssen über 10k Ω Pullup-Widerstände angeschlossen werden. Wenn die Signale der Drehimpulsgeber verrauscht sind, empfiehlt sich die Verwendung von Schmitt-Triggern.

Leuchtdioden

Einzelne LEDs können je nach Stromverbrauch entweder direkt über Vorwiderstand an den GPIOs am FPC4 angeschlossen werden oder über passende Verstärker. Werden mehrere RGB-LEDs benötigt, müssen diese über LED-Treiberbausteine angeschlossen (z.B. TLC5941) werden. Einzelne RGB-LEDs können auf Anfrage auch ohne LED-Treiberbaustein angesteuert werden. Um das Ansteuern der RGB-LEDs für die Gerätefirmware einfach zu gestalten, hat TSEP eine FPC4-Access Interface Software entwickelt, die den Zugriff auf die RGB-LEDs des FPC4s kapselt, sodass die überliegende Applikation kein Wissen über den Aufbau der Hardware und den Anschluss der RGB-LEDs benötigt. Jede einzelne RGB LED kann über eine ID und den dazugehörigen Farbwerten angesprochen werden. Bei dem oben genannten LED Treiberbaustein besitzt jede einzelne LED eine Auflösung von 4096. Dadurch kann nahezu jede Farbe erzeugt werden.

Steuern und Regeln

Einfache Lüfter werden in der Regel über einen Verstärker an den GPIO Pins des PSoCs angeschlossen. Hat der FPC4 Zugriff auf einen Temperatursensor wird die komplette Regelung im FPC4 durchgeführt. Das PWM-Signal, mit dem der Lüfter angesteuert wird, kann konfiguriert werden. Damit der Lüfter in der leisesten Frequenz betrieben werden kann, wird die Periodendauer per Kommando-Interface eingestellt. Ebenso sind die minimale Temperatur, bei der der Lüfter laufen soll, die Temperatur, bei der er ohne PWM angesteuert wird und die Hysterese (verhindert, dass sich der Lüfter im Bereich der Schwelltemperatur ständig ein- und ausschaltet) über das Kommando-Interface veränderbar. Mit den leistungsfähigeren Mikrocontrollern können auch komplexere Regelaufgaben übernommen werden. Eine genaue Regelung von vier Rotoren gleichzeitig ist für einen PSoC5 neben den Aufgaben eines FPC4s durchaus realisierbar. Die Regelparameter sind konfigurierbar, so kann der Kunde entscheiden, wie die Regelkurve verläuft. Auch Rotoren mit relativen Positionsangaben, wie zum Beispiel Rotoren von Pro.Sis.Tel können im Mikrocontroller intern mit absoluten Pfaden versehen werden und immer wieder genau positioniert werden, entsprechende Hardwarebeschaltung vorausgesetzt.

Touchpanel Auswertung

Mit den FPC4 ist es möglich, kapazitive und resistive Touchpanels auszuwerten. Die Auswertung von resistiven Touchpanels basiert auf der Auswertung der Widerstandswerte eines Spannungsteilers, welche durch die Berührung des Touchpanels verändert werden. Der FPC4 erfasst diese Spannungswerte über einen internen AnalogDigital-Konverter und berechnet daraus die aktuelle Position des Druckes. Für kapazitive Touchpads verfügen die FPC4s über integrierte CapSense Komponenten, über diese kann das Touchpad ausgewertet werden. Die Kalibrierung des Touchpanels wird dauerhaft im FPC4 gespeichert. Der FPC4 übermittelt die Touchevents an das Betriebssystem über ein HID Protokoll.

Display

Der FPC4 kann Text LCDs (z.B. HD44780), Grafik LCDs (z.B. RA8822), kleine LEDs/OLEDs oder ePapers bei gegebener Hardwarebeschaltung ansteuern. Bei Grafik-LCDs können die Texte, Bilder und Fonts gespeichert werden, so dass keine ständige Kommunikation zwischen Applikation und dem FPC4 stattfinden muss. Der FPC4 kann die Auswertung und Überprüfung der Eingaben (Drehrad oder Tasten) übernehmen und selbständig die entsprechenden Menüs wechseln, bzw. die entsprechenden Aktionen ausführen. Übernimmt der FPC4 die Auswertung der Eingaben, wird die Gerätefirmware nur notifiziert, wenn ein Ereignis eintritt.

Einschaltmimik von Rechnerboards

Der FPC4 übernimmt die Einschaltmimik für Rechnerboards. Für Geräte an Netzspannung mit PCHardware ist dies nicht relevant, aber für die Geräte die mit Batterie versorgt werden, oder für Geräte die in extremen Umgebungen betrieben werden ist dies ein wichtiges Feature. So ist es bei Batterie betriebenen Geräten möglich, dass man ein Einschalten des Gerätes unterbindet, wenn die Spannung zu niedrig ist. Hat der FPC4 Zugriff auf die Batterien bzw. den Laderegler besteht die Möglichkeit, dass das Gerät erst ab einem bestimmten Ladestatus wieder einschaltbar ist. Bei Geräten, die bei einem definierten Temperaturbereich arbeiten müssen, besteht die Möglichkeit, dass nur in jenem Temperaturbereich eingeschaltet werden können.

Geräte Watchdog

Für FPC4s, die die Einschaltmimik kontrollieren, bieten wir einen Geräte-Watchdog an. Es handelt sich dabei um einen zweistufigen Watchdog, der Software Watchdog (SWDT) läuft auf dem Rechnerboard und der Hardware Watchdog (HWDT) auf dem FPC4. Der SWDT kann über ein Interface gestartet, gestoppt und getriggert werden, die Triggerzeit ist dabei einstellbar. Dieser SWDT übernimmt das ganze Handling mit dem über USB angeschlossenen HWDT. Sollte eine beim SWDT registrierte Applikation den Watchdog nicht triggern, löst zuerst der SWDT einen ordnungsgemäßen Neustart aus, sollte dies nicht gelingen (z.B. Bluescreen) startet der HWDT das Gerät neu.

Software

Firmware

Als Basissoftware läuft unabhängig des verwendeten Mikrocontrollertyps ein von TSEP entwickeltes kooperatives Betriebssystem auf den FPC4s, welches für Systeme mit sehr geringen Ressourcen entwickelt wurde. Es übernimmt folgende Aufgaben: Steuerung des Programmflusses über Messages; Statische Speicherverwaltung; Zeitgesteuerte Abläufe; Standardisierte Kommunikation über USB Bulk Transfer; Hardware Access Layer zur Kapslung der Hardware und Registerzugriffe. Durch diesen Aufbau der Mikrocontrollersoftware ist es ohne großen Aufwand möglich, den Type zu wechseln, da der Großteil der Firmware identisch bleibt, nur der gekapselte Zugriff auf die Register und Komponenten des Mikrocontrollers müssen angepasst werden.

Firmware Updates

In einem schreibgeschützten Bereich des FPC4 Programmspeichers befindet sich der Bootloadercode. Je nach Modell meldet sich der FPC4-Bootloader beim Betriebssystem über USB als HID-Device oder als Bootloader-Device an. Vor jedem Start der Mikrocontroller Firmware wird eine Prüfsumme über den Programmspeicher gerechnet. Stimmt diese nicht mit der auf dem Speicher hinterlegten Prüfsumme überein, startet der FPC4 nicht seine normale Firmware, sondern startet den Bootloadermodus. Durch diesen Mechanismus ist sichergestellt, dass der FPC4 nach einem

FPC4-Geräte Firmware Interface

In den meisten Fällen ist USB die einfachste Möglichkeit die Frontplatte an das Gerät anzubinden. Der FPC4 meldet sich als Full-Speed USB-Gerät mit drei verschiedenen Interfaces beim Betriebssystem an, d.h. es wird hardwaremäßig ein USB-Anschluss benötigt, am Betriebssystem wird jedoch ein Verbundgerät mit drei Geräten erkannt. Steht keine USB Schnittstelle zur Verfügung, kann die Übermittlung der Ereignisse, an der Frontplatte an das restliche Messgerät auch über SPI, I2C, UART, analoge Signale, ... stattfinden.

Die Tastenereignisse werden über den HID Tasturtreiber gesendet, die Drehradereignisse über den HID Maustreiber und Kommandos zum Ansteuern und auslesen von externen Peripheriegeräten werden über den Kommandotreiber gesendet. Zur Unterscheidung der Drehräder bzw. zur Modifikation der Tastenevents wird ein Filtertreiber verwendet. Der für die Windowswelt verwendete Filtertreiber wandelt die FPC4 HID Nachrichten in die gewünschten Tastatur- und Mausevents um. Wobei Mausevents auch als Tastaturnachricht gesendet werden können. Die Konfigurationswerte befinden sich in der Registry. TSEP stellt das nötige Tooling zur Verfügung, um die Werte um konfigurieren zu können.

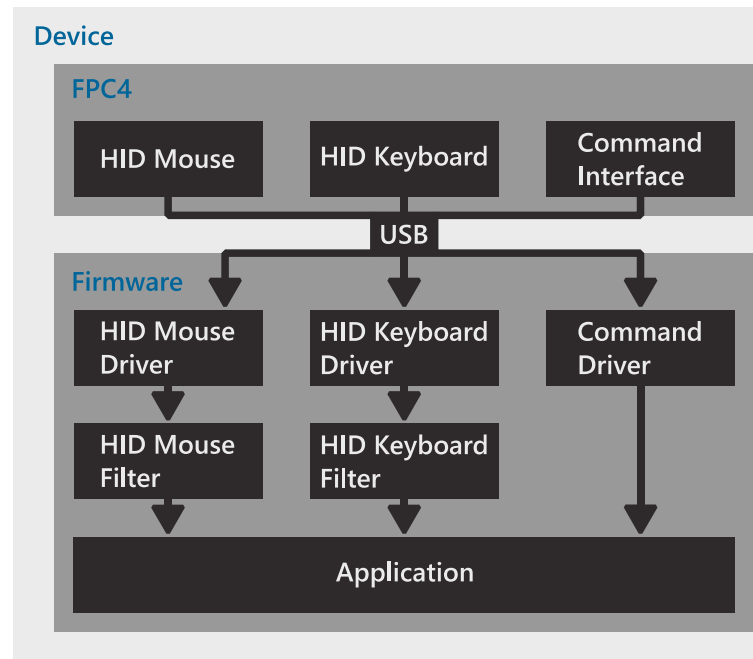
Stromausfall während des Updatevorgangs nicht zum Servicefall wird. Der FPC4 startet im Bootloadermodus und kann wieder einen Firmwareupdate durchführen. Jeder FPC4 unterstützt ein USB-Kommando zum Firmwareupdate. TSEP stellt das entsprechende Tooling dazu bereit. Der FPC4-Firmwareupdate kann auch im Zuge der Gerätefirmwareinstallation ausgeführt werden.

Software Tools

Der FPC4 besteht aber nicht nur aus einer µC Firmware, sondern enthält auch eine größere Anzahl an Software-tools wie: Firmwareupdate Tooling während der Gerätesoftwareinstallation; Software-Interface für Kontrollschnittstelle des FPC4; Treiber für die Kontrollschnittstelle des FPC4 (Tracing Features, Update Feature, Konfiguration, Touchpanel Konfiguration); Filtertreiber für eine freie Konfiguration der Tasten- und DrehradEvents in der Gerätesoftware; Tools zur Visualisierung der Kontrollschnittstelle. Der FPC4 kann kundenspezifisch mit den unterschiedlichen Features versehen werden und so optimal auf das Messgerät abgestimmt werden. Durch die Möglichkeit ein Firmware Update über USB vorzunehmen, können neue Gerätefeatures des FPC4 einfach mit der Geräteinstallation vorgenommen werden. Für die Anbindung des FPC4 an die Geräte Software auf Windows/Linux Basis bieten wir Treiber und Interface-Software zum Zugriff auf den Mikrocontroller an.

Mithilfe der einzelnen Filtertreiber können alle Events vom Betriebssystem aus konfiguriert werden, ohne dass der FPC4 einen Firmware Update benötigt. Ein weiterer Vorteil bei der Verwendung des Filtertreibers ist, dass die Tastaturevents sprachunabhängig konfiguriert werden können.

Abb.1: Aufbau des FPC4 Geräte-Firmware Interfaces



Auswahl an FPC4 Mikrocontrollern

Mikrokontroller	min/max. Temp	min/max VCC	Bauform	I_gpoOut in mA	Type
CY8C3xxx	-40°C/85°	0.5V bis 5,5V	TQFP 100	10 Senken, 4 Quellen	PSocC3
CY8C42xxxx	-40°C/85°	1.71V bis 5,5V	TQFP 100	10 Senken, 4 Quellen	PSocC4
CY8C5xxxxLP	-40°C/85°	1.71V bis 5,5V	TQFP 100	10 Senken, 4 Quellen	PSocC5

Leistung der FPC4s im Überblick

Type	PSocC3	PSocC4	PSocC5
Tasten	144 ^[1]	144 ^[1]	144 ^[1]
Mechanische Drehräder	8 ^[1]	8 ^[1]	8 ^[1]
Elektronische Drehräder (z.B. BGE25)	2	2	2
EEprom Zugriff, SPI, I2C	✓	✓	✓
Lüfter Steuerung	✓	✓	✓
Flash Zugriff (z.B. M25P80)	✓	✓	✓
Firmwareupdate zur Laufzeit	✓	✓	✓
RGB Leds über Treiberbaustein	✓ ^[2]	✓ ^[2]	✓ ^[2]
Geräte Watchdog	✓	✓	✓
Frei konfigurierbare GPIOs	✓	✓	✓
Resistiver Touchpanel	✓ ^[2]	✓ ^[2]	✓ ^[2]
Kapazitiver Touchpad	✗	✗	✓
Text LCD	✓ ^[2]	✓ ^[2]	✓ ^[2]
Einfarbiges Grafik LCD	✗	✗	✓
Spannungs-, Temperatursensoren, ...	✓ ^[2]	✓ ^[2]	✓ ^[2]
Einschaltmimik für Rechnerboard	✓	✓	✓
Erweiterte Einschaltmimik (Peltier,...)	✓	✓	✓
Erweiterte Rotorsteuerung (Anzahl der Rotoren)	2 ^[2]	2 ^[2]	2 ^[2]

[1] keine technische Einschränkung, andere Konfigurationen auf Anfragemöglich

[2] nicht Bestandteil der Standard FPC4 Firmware, auf Anfrage möglich

Bestellinformationen

Entwicklungsdienstleistungen

Bestellref.	Beschreibung
FPC-DEV	Entwicklung eines individuellen FPC4s

Stückkosten

Bestellref.	Beschreibung
FPC-UNIT	Einzel Einheit



TSEP

Technical Software
Engineering Plazotta

For more information visit www.tsep.com or contact us.

Technical Software Engineering Plazotta

Hopfenstr. 30
85283 Wolnzach
Deutschland

Tel: +49 8442 96240 0
Fax: +49 8442 96240 99
E-Mail: info@tsep.com