



**TSEP**

TECHNICAL SOFTWARE ENGINEERING PLAZOTTA

Our work is inspired by science, not fiction!

# **TSEP Frontplattencontroller**

## **FPC4**

BILD

---

Datum: 26.01.2017

Version: 01.00

## Einleitung

Moderne Messgeräte haben heute ein aufwändiges HMI, mit der die Gerätesoftware bedient werden kann. Nicht nur einfache Tasten und Leuchtioden sind heute auf den Frontplatten der Geräte zu finden, sondern auch Drehräder, RGB-Leds, LCD Displays, Touchscreens und vieles mehr.

TSEP hat bereits vor 10 Jahren begonnen all diese Funktionalität in einem  $\mu$ C zu vereinigen. Heute ist nun die vierte Generation der Frontplattencontroller, der FPC4, im Einsatz. Die FPC4 Reihe basiert auf der Cypress PSoC Mikrocontroller Familie. Diese eignen sich besonders durch die programmierbare Hardware (ähnlich zu einem FPGA) für eine derartige Verwendung.

Zurzeit werden verschiedene PSoC Modelle (PSoC 1, 3, 4, 5) unterstützt. Je nach Komplexität können für einfache FPC4s der PSoC 1 oder 3, als 8-Bit Microcontroller verwendet werden, welche sich durch ihre günstigen Preise auszeichnen. Die 32-Bit Controller PSoC 4 und 5 sind für entsprechend komplexere Aufgaben zu verwenden. Die softwareseitige Anbindung an das Messgerät erfolgt über USB (wobei andere Kommunikationsbusse ebenfalls denkbar wären).

Je nach Konfiguration des FPC4 stehen folgende Funktionalitäten zur Verfügung:

- Bis zu 144 Tasten
- Bis zu 64 RGB LEDs (mit LED-Treiberbaustein)
- Bis zu 9 Drehräder (mechanisch/elektronisch)
- freikonfigurierbare GPIOs
- Touchpanel Unterstützung (kapazitiv und resistiv)
- LCD Displays (grafische und Text)
- Integrierte Logik für PC Netzteile (Powerbutton).
- Überwachung von Gerätezuständen und Steuerung des Netzteils (Autom. Abschaltung)
- Realisierung eines hardware Watchdog
- Lüfter Steuerungen
- Speicherung von Konfigurationsdaten in externe Speicher (EEProm, Flash, etc.)
- Firmware Update Funktion über USB
- Auswertung von Sensoren (z.B für Temperatur und Spannung)
- Und noch vieles mehr auf Anfrage

Der FPC4 besteht aber nicht nur aus einer  $\mu$ C Firmware sondern enthält auch eine größere Anzahl an Softwaretools wie:

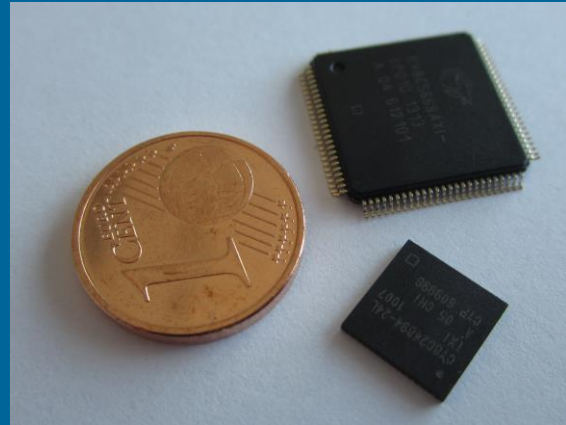
- Firmwareupdate Tooling während der Gerätesoftwareinstallation

- Software-Interface für Kontroll-schnittstelle des FPC4
- Treiber für die Kontroll-schnittstelle des FPC4 (Debugging Features, Update Feature, Konfiguration, Touchpanel Konfiguration)
- Filtertreiber für eine freie Konfiguration der Tasten- und Drehrad-Events in der Gerätesoftware
- Tools zur Visualisierung der Kontroll-schnittstelle

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 Software bieten wir Treiber und Interface-Software zum einfachen Zugriff auf den Mikrocontroller an.

Die verwendeten Cypress PSoC Mikrocontroller haben einen Versorgungsspannungsbereich von 0,5\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.



Als externe Komponenten benötigen diese Mikrocontroller nur Blockkondensatoren.

## FPC4 Firmware

Als Basissoftware läuft unabhängig des verwendeten Mikrocontroller-typs ein von TSEP entwickeltes kooperatives Betriebssystem auf den FPC4s. Dieses Betriebssystem wurde für Systeme mit sehr geringen Ressourcen entwickelt. 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 Mikrocontroller Firmware identisch bleibt, nur der gekapselte Zugriff auf die

Register und Komponenten des Mikrocontrollers müssen angepasst werden.

## 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 Mehrfachstastendrücke ist nicht Standardmäßig Teil der FPC4 Firmware, kann aber auf Kundenwunsch 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. Die Auswertung der elektronischen Drehimpulsgeber ist sehr zeitkritisch, es bleiben je nach Modell nur wenige Mikrosekunden Zeit, die Drehrichtung zu erkennen.



Mechanische Drehimpulsgeber sind in der Regel nicht so zeitkritisch bei der Auswertung. Eine Abtastrate von 1ms hat sich in der Vergangenheit als ausreichend erwiesen. Die Kanäle und der Drückknopf des Drehimpulsgebers müssen über 10kOhm Pullup-Widerstände angeschlossen werden. Wenn die Signale der Drehimpulsgeber sehr verrauscht sind, empfiehlt sich die Verwendung von Schmitt-Trigger.

## Leuchtdioden

Einzelne LEDs können entweder direkt über Vorwiderstand an den GPIOs am FPC4 angeschlossen werden, oder über Transistoren, je nach Stromverbrauch der LEDs. Werden 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, so dass die überliegende Applikation kein Wissen über den Aufbau der Hardware und den Anschluss der RGB-LEDs benötigt. Jede einzelne RGB LED kann über eine Identifikationsnummer 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.

## Touchpanel Auswertung

Mit den FPC4 ist es möglich, kapazitive und resistive Touchpanels auszuwerten. Die Auswertung von resistiven Touchpanels basiert auf die Auswertung eines Spannungsteilers. Die Widerstandswerte des Spannungsteilers werden durch die Berührung des Touchpanels erzeugt. Der FPC4 erfasst diese Spannungswerte über einen internen Analog-Digital-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 Mausnachrichten. Änderungen sind jedoch auf Anfrage möglich.

## LCD Display

Der FPC4 kann Text LCDs (z.B. HD44780) und Grafik LCDs (z.B. RA8822) ansteuern. Bei Grafik-LCDs können die Texte, Bilder und Font gespeichert werden, so dass keine ständige Kommunikation zwischen Applikation und dem FPC4 stattfinden muss. Auf Kundenwunsch kann der FPC4 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 und muss sich nicht um den Aufbau des Displays und die Auswertung der Benutzereingaben kümmern.

## Einschaltmimik von Rechnerboards

Der FPC4 übernimmt auch die Einschaltmimik für Rechnerboards. Für Geräte an Netzspannung mit PC-Hardware ist dies wahrscheinlich nicht relevant, aber für die Geräte die mit Batterie versorgt werden, oder für Geräte die unter harten Außenbedingungen betrieben werden ist dies ein wichtiges Feature. So ist es bei Batteriebetriebenen 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 breitem Temperaturbereich arbeiten müssen, besteht auf Wunsch auf die Möglichkeit, dass nur in einem definierten Temperaturbereich eingeschaltet werden kann. Evtl. kann der FPC4 auch ein Peltierelement, Lüfter, ... ansteuern, bis der entsprechende Temperaturbereich erreicht ist.

## 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.

## 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, ist die Periodendauer per Kommando-Interface eingestellt werden. Ebenso sind die minimal Temperatur, bei der der Lüfter laufen soll, die Temperatur, bei der er ohne PWM angesteuert wird und die Hysterese in °C (verhindert, dass sich der Lüfter im Bereich der Schwelltemperatur ständig ein- und ausschaltet) über das Kommando-Interface verändert werden.

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 noch 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 angesteuert werden,

entsprechende Hardwarebeschaltung vorausgesetzt.

## Firmware Update

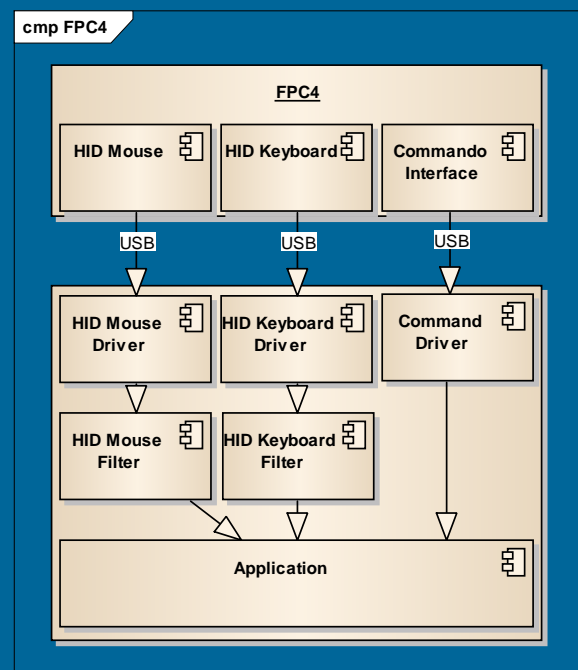
In einem schreibgeschützten Bereich des FPC4 Programmspeichers befindet sich der Bootloadercode. Je nach Modell meldet sich der FPC4-Bootloader beim Betriebssystem über USB als HID-Device oder als Bootloader-Device an.

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 die seine normale Firmware sondern startet den Bootloadermodus. Durch diesen Mechanismus ist sichergestellt, dass der FPC4 nach einem 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.

## Anbindung an das Messgerät

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. 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.

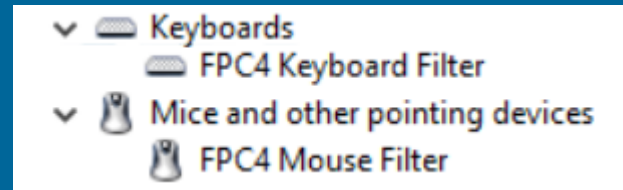


Der FPC4 sendet nur einfache Tastatur- und Mausereignisse ohne Modifikatoren (Steuerung + Shift + Alt). Zur Unterscheidung der Drehräder bzw. zur Modifikation der Tastenevents wird ein Filtertreiber verwendet. Mit Hilfe dieses Filtertreibers können die Tasten- und Mousevents vom Betriebssystem aus konfiguriert werden, ohne dass der FPC4 einen Firmware Update benötigt.

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.

## Filtertreiber für FPC4 Tastatur und Maus

Der für die Windowswelt verwendete Filtertreiber wandelt die FPC4 HID Nachrichten in die gewünschten Tastatur und Mausevents um.

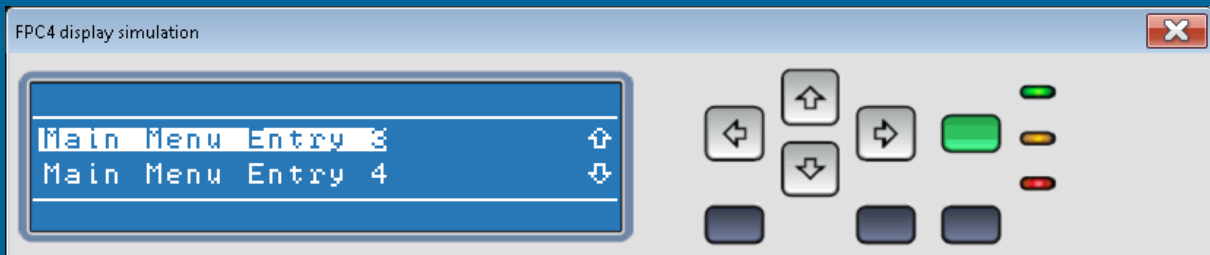


Wobei Mausevents auch als Tastaturnachricht gesendet werden können. Die Konfigurationswerte befinden sich in der Registry. TSEP stellt das nötige Tooling zur Verfügung, um die Werte um konfigurieren zu können. Ein Vorteil bei der Verwendung des Filtertreibers ist, dass die Tastaturevents in sprachunabhängig konfiguriert werden können.



## Simulation

Während der Entwicklungszeit ist die zu Verfügung stehende Hardware in der Regel rar. Deshalb bieten wir Software Frontplattensimulatoren an. Diese bilden die Funktionalität der Frontplatte so weit wie möglich nach. Diese Simulatoren schicken Tasten und Drehradevents, steuern virtuelle Leds an und ermöglichen es bei Geräten mit LCD Display diese zu simulieren.



Das USB-Kommandointerface wird durch eine TCP/IP Kommunikation simuliert.

## Auswahl an FPC4 Mikrocontrollern

Mikrocontroller Bezeichnung	min/max Temp	Min/max VCC	Bauform	I <sub>GpoOut</sub> in mA	Type
CY8C24x94	-40°C /85°C	3V-5,5V	QFN VFBGA	25 sink, 10 source	PSoC1
CY8C3xxx je nach Anforderung	-40°C /85°C	0.5V to 5.5V	TQFP 100	10 sink, 4 source	PSoC3
CY8C42xxxx	-40°C /85°C	1.71V to 5.5V	TQFP 100	10 sink, 4 source	PSoC4
CY8C5xxxxLP je nach Anforderung	-40°C /85°C	1.71V to 5.5V	TQFP 100	10 sink, 4 source	PSoC5

## Leistungen der FPC4s im Überblick

Type	PSoC1	PSoC3	PSoC4	PSoC5
Tasten	64	144 <sup>[1]</sup>	144 <sup>[1]</sup>	144 <sup>[1]</sup>
Mechanische Drehräder	8	8 <sup>[1]</sup>	8 <sup>[1]</sup>	8 <sup>[1]</sup>

# Technical Software Engineering Plazotta

---

Elektronische Drehräder (z.B. BGE25)	1	2	2	8 <sup>[1]</sup>
EEprom Zugriff, SPI, I <sup>2</sup> C	✓	✓	✓	✓
Lüfter Steuerung	✓	✓	✓	✓
Flash Zugriff(z.B. M25P80)	✗ <sup>[3]</sup>	✓	✓	✓
Firmwareupdate zur Laufzeit	✓	✓	✓	✓
RGB Leds über Treiberbaustein	✓ <sup>[2]</sup>	✓ <sup>[2]</sup>	✓ <sup>[2]</sup>	✓ <sup>[2]</sup>
Geräte Watchdog	✓	✓	✓	✓
Frei konfigurierbare GPIOs	✗ <sup>[3]</sup>	✓	✓	✓
Resistiver Touchpanel	✗ <sup>[3]</sup>	✓ <sup>[2]</sup>	✓ <sup>[2]</sup>	✓ <sup>[2]</sup>
Kapazitiver Touchpad	✗ <sup>[3]</sup>	✗	✓ <sup>[2]</sup>	✓ <sup>[2]</sup>
Text LCD	✗ <sup>[3]</sup>	✓ <sup>[2]</sup>	✓ <sup>[2]</sup>	✓ <sup>[2]</sup>
Einfarbiges Grafik LCD	✗	✗	✗	✓ <sup>[2]</sup>
Auswertung Spannungssensoren, Temperatursensoren, ...	✗ <sup>[3]</sup>	✓ <sup>[2]</sup>	✓ <sup>[2]</sup>	✓ <sup>[2]</sup>
Einschaltmimik für Rechnerboard	✓	✓	✓	✓
Erweiterte Einschaltmimik (Peltier,...)	✗	✓	✓	✓
Erweiterte Rotorsteuerung (Anzahl Rotoren)	✗	2 <sup>[2]</sup>	2 <sup>[2]</sup>	4 <sup>[2]</sup>

[1] keine technische Einschränkung, andere Konfigurationen auf Anfrage möglich

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

[3] aus Ressourcengründen nicht implementiert, je nach FPC4 Konfiguration auf Anfrage realisierbar

# Technical Software Engineering Plazotta

---

Preise:

Alle nachfolgenden Preise verstehen sich excl. MwSt. Die Preise beziehen sich auf 1-10 Stück (falls nicht anders angegeben), bei Abnahme von größeren Stückzahlen bitten wir Sie um eine gesonderte Anfrage.

Alle Preise verstehen sich zuzüglich der gesetzlichen MwSt.