

Internationaler R8C-Design-Wettbewerb

„Speedmaster“

Beschleunigungsmessung mit abgeleiteten Grössen
mit Hilfe eines Beschleunigungssensors



Von

Markus Simon

E-Mail: m.simon@csme.de

1. Beschreibung des Projekts

Ziel des Projektes ist es, mittels eines Beschleunigungssensors die Beschleunigung, die Geschwindigkeit und die zurückgelegte Wegstrecke eines bewegten Objekts zu messen. Der Einsatz erfolgt für der 2- und 3-Dimensionalen Raum.

Beispiele:

- Messung im Kraftfahrzeug von Beschleunigung, Querschleunigung (Min.-Maxwert, Geschwindigkeit und Wegstrecke)
- Bremsverzögerung eines Kraftfahrzeugs
- Messungen im Fahrstuhl
- Messungen im freien Fall wie z.B. Fallschirmsprung
- Beschleunigung eines Flugzeugs

Als Grundlage für die Beschleunigungsmessung wird der Beschleunigungssensor MMA7260Q von Freescale Semiconductor verwendet. Er misst Beschleunigungen in der x-y-z Achse von $\pm 1,5g - 6g$ (1,5g/2g/4g/6g).

2. Beschreibung der Hardware

Die Hardware wurde in Bezug auf Fertigung und maximale Effizienz so konfiguriert und optimiert, dass minimale Kosten entstehen.

Die Hardware besteht aus dem R8C/13, einem Beschleunigungssensor(MMA7260Q) und einem LCD-Display (EA DOG-M) mit 3 Zeilen in Chip On Glas Technologie. Dabei lassen sich 2 Zeilen für die Darstellung zu einer grossen Schriftart zusammenfassen, so dass der Effekt eines graphischen Displays für die Messwertanzeige entsteht.

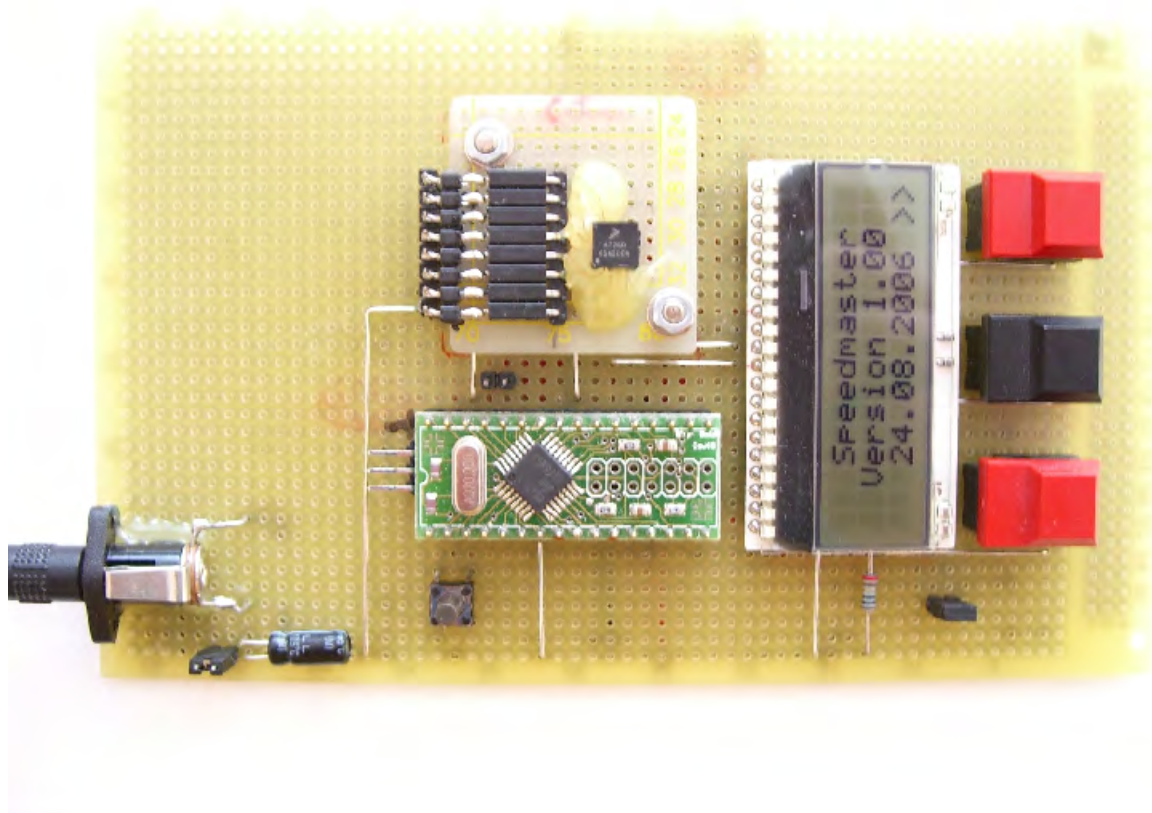
Die Bedienung des Speedmasters erfolgt über 3 Tasten. In der untersten Zeile des Displays wird jeweils die Bedeutung der Taste symbolisch oder als Text angezeigt. Dadurch erfolgt eine einfache Benutzerführung. Alle Menüeinstellungen werden im Flash-Speicher gespeichert und nach Power Up geladen.

Auf einen Ein- Ausschalter wurde verzichtet, da der Speedmaster nach 60sec. in den Power-Down Modus schaltet (wenn keine Messung aktiviert wurde), um Energie zu sparen. Mit der mittleren Taste wird der Speedmaster wieder eingeschaltet.

Die Spannungsversorgung ist für 3V im Batteriebetrieb (2xAA oder 2xAAA) ausgelegt. Der μC wird mit 10 MHz betrieben.

Die Stromaufnahme beträgt im Messbetrieb (ohne Hintergrundbeleuchtung) ca. 6mA.

Im Power-Down Mode beträgt die Stromaufnahme ca. 0,4mA.



3. Physikalischer Hintergrund

Die augenblickliche Beschleunigung $a = \frac{dv}{dt}$ ist die 1. Ableitung der v,t-Funktion nach der Zeit ($a = \dot{v}$) und die 2. Ableitung der s,t-Funktion nach der Zeit ($a = \ddot{s}$).

Aus der Beschleunigung a lassen sich eine Reihe von Messgrößen ableiten:

- Die Geschwindigkeit ist das Zeitintegral von a: $v = \int_{t_1}^{t_2} a dt$
- Der Weg ist das Zeitintegral der Geschwindigkeit v: $s = \int_{t_1}^{t_2} v dt$

Für die Implementierung im μC bedeutet dies, dass die beiden Integrale mit konstant bleibenden Zeitabschnitten berechnet werden (Übergang von dt zu Δt). Daraus ergeben sich folgende Zusammenhänge:

- Geschwindigkeit: $v = a \times \Delta t$
- Weg: $s = v \times \Delta t$ oder $s = \frac{1}{2} a \Delta t^2$

4. Realisierung als Messgerät

- Messung der Beschleunigung aller 3 Achsen x,y,z jede Millisekunde
- 4 Messwerte werden mittels Shift-Funktion arithmetisch gemittelt
- Die Anzeigewerte werden alle 128ms berechnet
- LCD-Anzeige: Aktualisierung der Anzeige alle 125ms

Der Speedmaster besteht aus 3 Menüebenen (Kurzbeschreibung):

MEASURE: Messung starten, stoppen und Messwerte anzeigen

PARAMETER: Alle Parameter für die Konfiguration der Messung

SERVICE: Einstellungen wie Hintergrundbeleuchtung, Kontrast und Kalibrierung

Die Menüführung erfolgt in der 3. Zeile (Keyline). Dort wird durch Symbole oder Text die Bedeutung der Tasten beschrieben, so dass eine intuitive Menüführung möglich ist. In jedem Menü kann vorwärts und rückwärts geblättert werden.

Symbole der Keyline und deren Bedeutung:

>> : vorblättern im Menü

<< : zurückblättern im Menü

^< : Menü verlassen, eine Ebene zurück

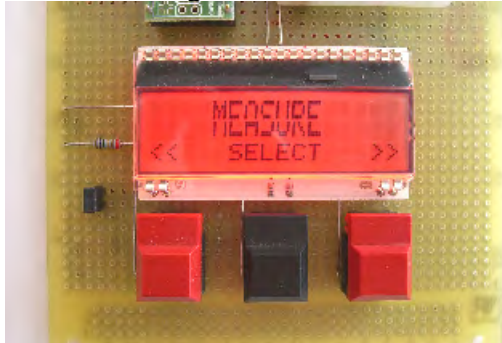
* und Quadrat abwechseln blinkend: Messung läuft

SMALL: Umschaltung von Double High Darstellung auf normale Schriftgröße

LARGE: Umschaltung von normaler Schriftgröße auf Double High Darstellung

4.1 Übersicht MEASURE

Menü Messung mit SELECT auswählen



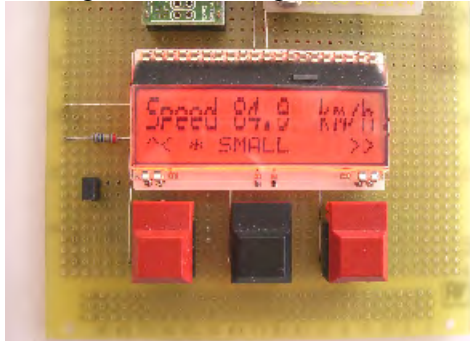
->

Messung mit START starten



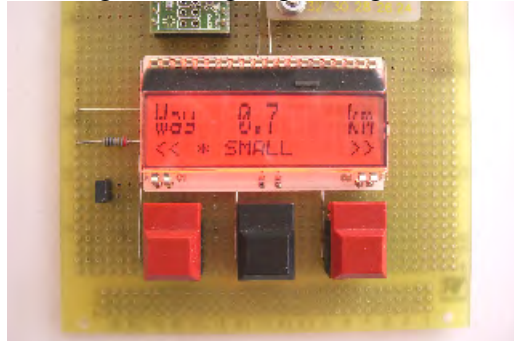
->

Im Messmenü mit >> vorwärts blättern
Anzeige Geschwindigkeit



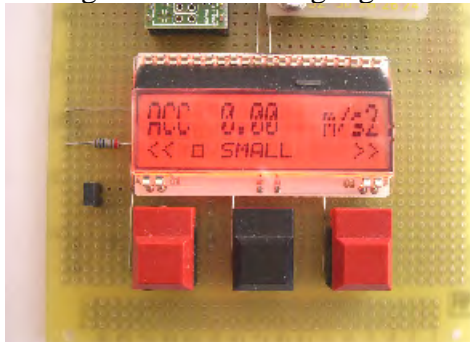
->

oder mit << rückwärts blättern
Anzeige zurückgelegte Wegstrecke



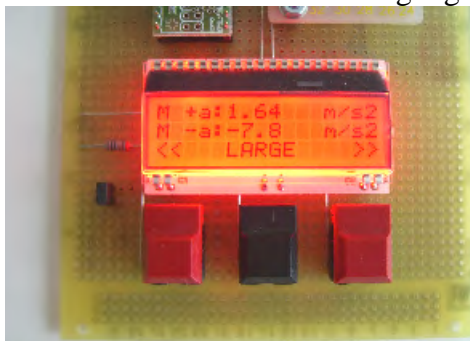
->

Mit SMALL auf „kleine“ Anzeige umschalten (siehe Beispiel Min.- Maxwerte unten)*
Anzeige der Beschleunigung



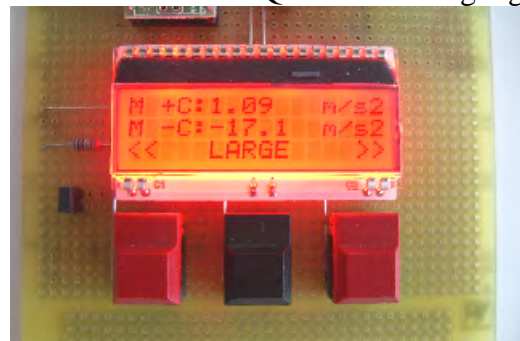
-> nur bei STOP

Min. und Max. der Beschleunigung



->

Min. und Max. der Querbearbeitung



*Anmerkung: Es wurden nicht alle darstellbaren Anzeigen (SMALL) abgebildet!

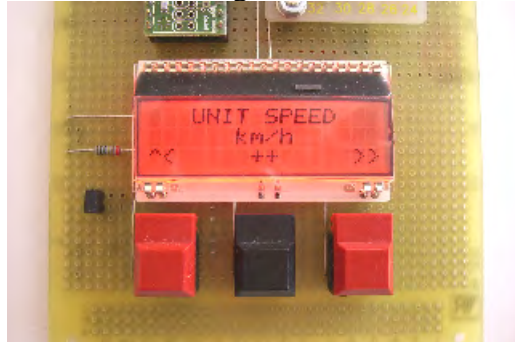
4.2 Übersicht PARAMETER

Menü Parameter mit SELECT auswählen



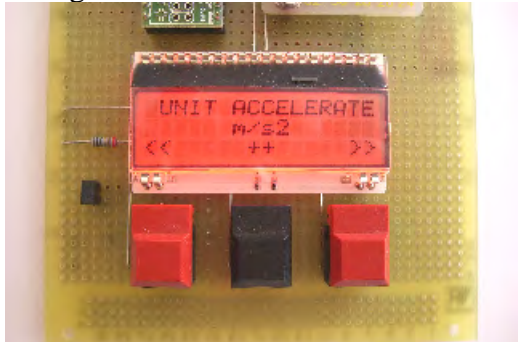
->

Einheit der Anzeige km/h oder m/s einstellen



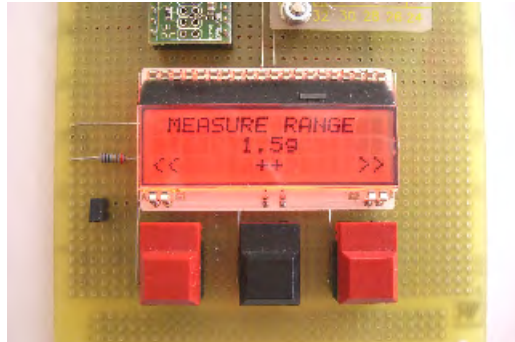
->

Einheit für Beschleunigung m/s^2
oder g wählen



->

Messbereich auswählen (1,5g/2g/4g/6g)



4.3 Übersicht SERVICE

Menü SERVICE mit SELECT auswählen



->

Anzeige Geräteinfo und Softwareversion



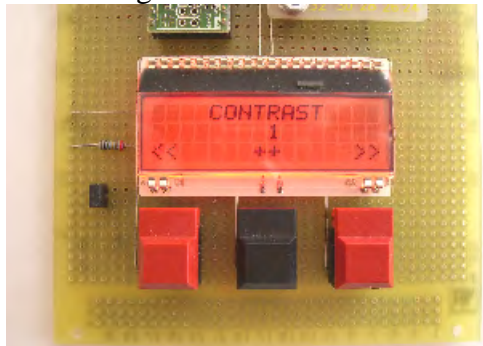
->

LCD-Beleuchtung On/Off/Time(10s)



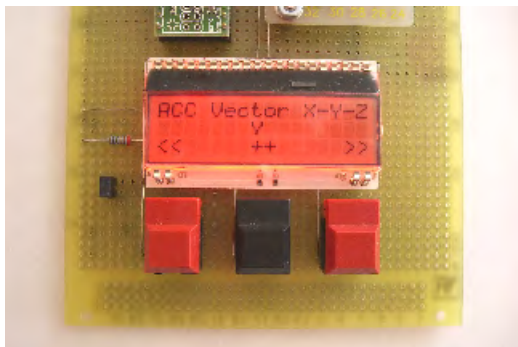
->

Einstellung LCD Kontrast 0-15



->

Bezugsachse für Messung Y oder X-Y-Z



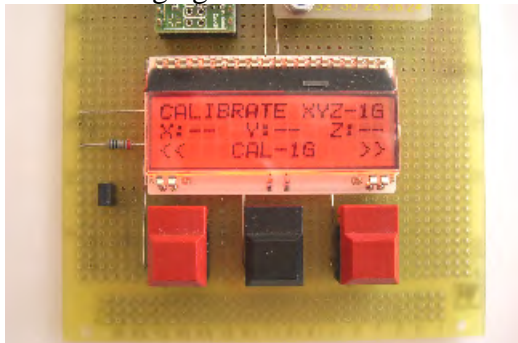
->

Nullpunktkalibrierung der Achsen X-Y-Z



->

Kalibrierung 1g X-Y-Z Achse



->

Anzeige der Kalibrierung



->