

CT Praktikum: Interrupt Latency

1 Einleitung

In diesem Praktikum messen Sie die Latenz eines Interrupts. Die Latenz ist die Zeit vom Auslösen des Interrupts bis zum Start der dazugehörigen ISR (Interrupt Service Routine).

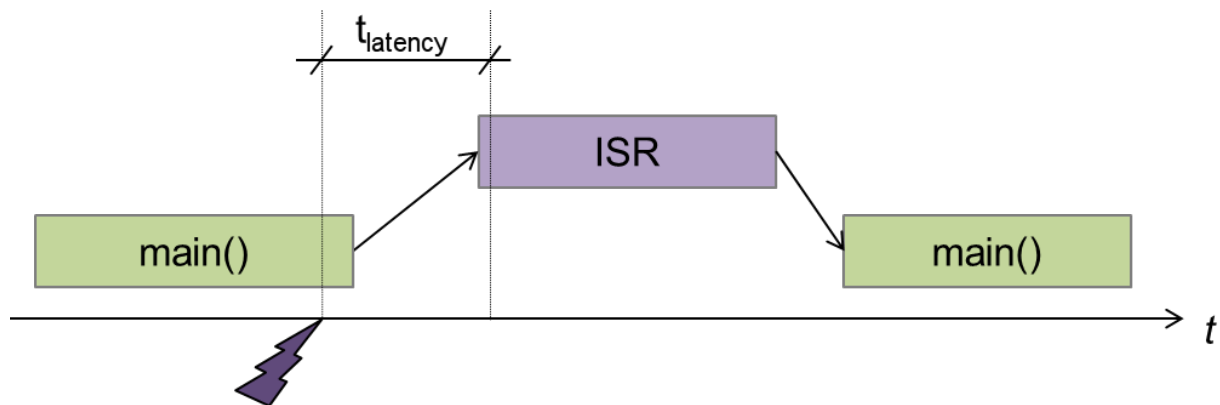


Abbildung 1: Latenz eines Interrupts

Die Latenz lässt sich einfach mit einem Timer messen. Der Timer löst beim Überlauf einen Interrupt aus und läuft dabei konstant weiter. Wird das Zählregister direkt zu Beginn der Timer-ISR ausgelesen, kann damit die Latenz gemessen werden. Das Zählregister enthält dann die Anzahl Ticks, die seit dem Auslösen des Interrupts gezählt wurden. (Dabei wird hier vernachlässigt, dass nicht nur die Interrupt Latenz gemessen wird, sondern auch noch die Zeit, die benötigt wird um den Zähler auszulesen.)

2 Lernziele

- Sie können den Begriff der Interrupt Latenz erklären und mögliche Ursachen nennen.
- Sie sind in der Lage, ein Programm zu realisieren um die Interrupt-Latenz zu messen.
- Sie verstehen wie andere, höher priorisierte Interrupts die Latenz eines Interrupts verlängern können.

3 Aufgaben

In diesem Praktikum werden zwei Interrupt-Quellen verwendet:

- Quelle 1: Timer 2 ist als Downcounter konfiguriert und wird bei Überlauf auf den Reload-Wert gesetzt. Er ist so konfiguriert, dass er alle 1 ms zurückgesetzt wird und einen periodischen Interrupt erzeugt.
- Quelle 2: Ein externer Interrupt zur Erzeugung einer Lastsituation durch einen Funktionsgenerator.

Timer 2 und der externe Interrupt sind bereits konfiguriert. Sie können die Konfigurationen im vorgegebenen Quelltext finden.

3.1 Interruptroutine zur Messung der Latenz

Zunächst sollen Sie die Latenz des Timer Interrupts messen. Timer 2 erzeugt bei Überlauf einen Interrupt. Dazu soll zu Beginn der entsprechenden ISR der Zählerstand des Timer 2 ausgelesen werden. Um eventuelle Schwankungen zu eliminieren, sollen mehrere Durchläufe gemittelt werden.

- Ergänzen Sie die gegebene ISR für den Interrupt des Timers 2 so, dass der Unterschied im Zählerstand (= Anzahl Ticks) des Zählregisters zwischen Auslösen des Interrupts und Beginn der ISR ausgelesen wird. (Verwenden Sie die bereits vorgefertigten `defines` in `main.c`).
- Erweitern Sie Ihre Routine so, dass eine definierte Anzahl Durchläufe durchgeführt wird und der Durchschnittswert, der Minimalwert und der Maximalwert berechnet werden. Verwenden Sie dazu die vordefinierte Konstante `NUMBER_OF_TIMER_2_INTERRUPTS` und die vordefinierten Variablen: `min_latency`, `max_latency`, `avg_latency`.
- Testen Sie die Funktionalität Ihres Codes mit dem Debugger und lesen Sie die drei Werte aus. Wie groß ist die Latenz minimal, maximal und im Durchschnitt? Tragen Sie den abgelesenen Zählerstand in der unten stehenden Tabelle ein.

	Minimum	Maximum	Durchschnitt
Latenz			

3.2 Ausgabe der Werte auf dem Display

Geben Sie die Werte für Durchschnitt, Minimum und Maximum auf dem internen Display des CT-Boards aus

Ergänzen Sie dazu die Routine `print_results()` entsprechend.

3.3 Messung der Latenz unter Last

Nun wird der externe Interrupt mit Quelle 2 verwendet um eine zusätzliche Last zu erzeugen. Der externe Interrupt wird über einen Funktionsgenerator ausgelöst. Die dazugehörige ISR ist bereits implementiert. Darin wird lediglich ein Counter erhöht.

- Ermitteln Sie aus dem Quelltext und mithilfe des Reference Manuals / Datenblatts, bei welchem Ereignis an welchem Pin der externe Interrupt ausgelöst wird.

Port / Pin	
Ereignis	

b) Bevor Sie die Kabel anschliessen, stellen Sie den Funktionsgenerator wie folgt ein:

- TTL Ausgang (Shift + 9 drücken)
- Waveform auf Rechteck (Taste Wave)

Achtung – Zerstörungsgefahr!

Stellen Sie unbedingt sicher, dass Sie den TTL-Ausgang des Funktionsgenerators eingestellt haben und verwenden. Schliessen Sie die Kabel am Funktionsgenerator (gemäss Abbildung 2) erst an, wenn Sie die Einstellungen mit dem Dozenten überprüft haben.

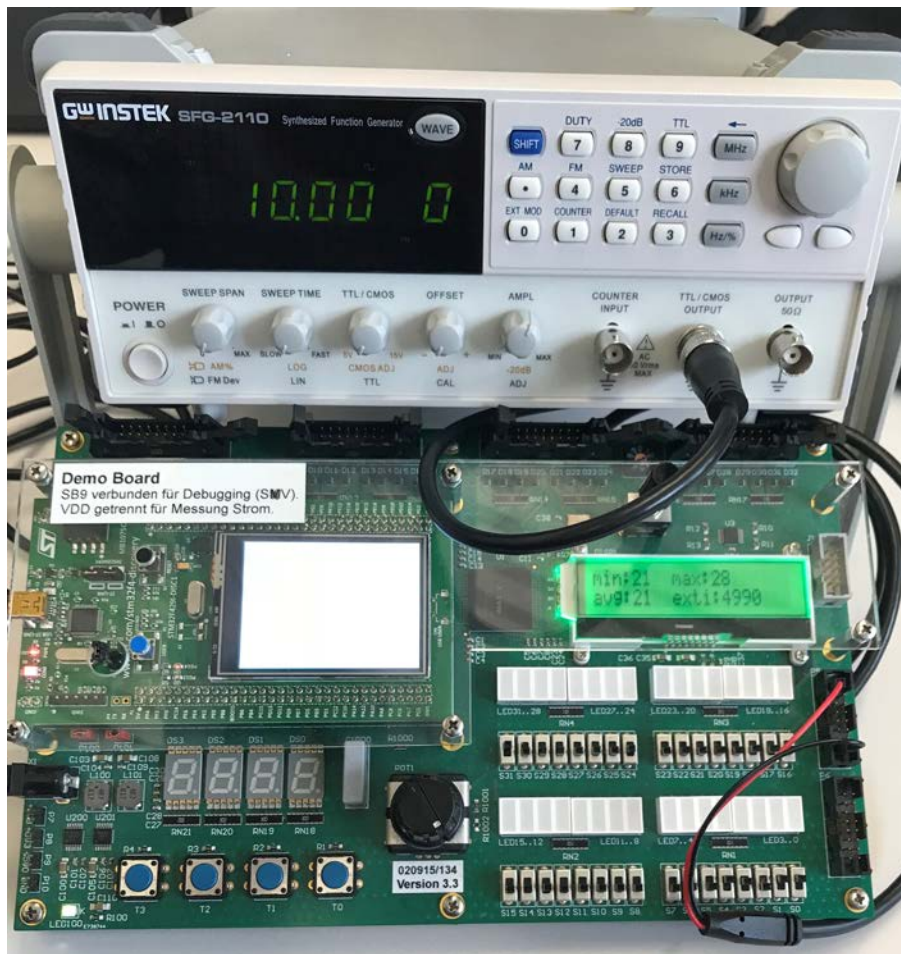


Abbildung 2: Anschluss des Funktionsgenerators ans CT-Board.

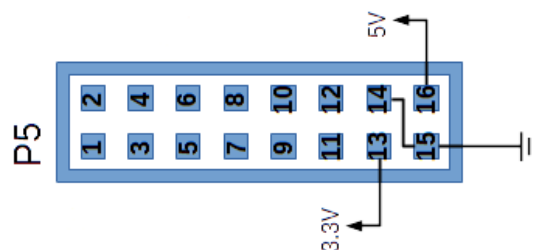


Abbildung 3: 16pin Header des CT Boards.

Führen Sie nun die Messungen der Latenz mit verschiedenen Frequenzen durch (Siehe Tabelle) und tragen Sie die Werte (Anzahl Ticks und Zeit) ein. Ermitteln Sie dazu den Takt des Timers aus dem gegebenen Quelltext und berechnen Sie die Latenzzeit.

Frequenz des externen Interrupts	Minimum	Maximum	Durchschnitt
Nicht angeschlossen entspricht A 3.1c)			
10 kHz			
100 kHz			
500 kHz			
1 MHz			

- c) Erklären Sie, warum die durchschnittliche Latenz des Interrupts für Timer 2 mit zunehmender Frequenz des externen Interrupts zunimmt. Wie können die Interrupts konfiguriert werden, um diesen Effekt zu vermeiden?

Hinweis: Die Resultate in der Tabelle können variieren. Sie sind mehr als Anhaltspunkte zu verstehen

3.4 Bewertung

Die lauffähigen Programme müssen präsentiert werden. Die einzelnen Studierenden müssen die Lösungen und den Quellcode verstanden haben und erklären können.

Bewertungskriterien	Gewichtung
Die in Aufgabe 3.1 geforderte Funktionalität wurde umgesetzt.	2/4
Die Daten werden gemäss Aufgabe 3.2 auf dem Display ausgegeben	1/4
Die Fragen in Aufgabe 3.3 wurden korrekt und vollständig beantwortet	1/4