

# COMPUTERGESTÜTZTES EXPERIMENTIEREN II

## P R A K T I K U M

### Blitzlichtapparatur

In computergestützten Experimenten werden analoge Signale mit einem Analog/Digital-Umsetzer (ADU oder engl. ADC) gemessen. Es ist zweckmässig und häufig notwendig das zeitlich veränderliche Signal in regelmässigen Zeitabständen (Abtastintervall, engl. sample interval) abzutasten, wobei das Abtastintervall die höchste noch unverzerrt beobachtbare Frequenz bestimmt (siehe Vorlesung). Mit diesem Experiment soll gelernt werden, wie ein Signal gemessen werden kann, welches sich zu rasch verändert, um aufgrund des begrenzten Datendurchsatzes direkt mit dem Computer verfolgt werden zu können. In diesem Fall verwendet man ein externes Gerät, welches Transientenrekorder genannt wird und den Hauptbestandteil der in jüngerer Vergangenheit bekannt gewordenen digitalen Speicheroszilloskope bildet. Transientenrekorder bestehen im wesentlichen aus einem schnellen A/D-Umsetzer, der das analoge Signal mit vorgegebenem Abtastintervall digitalisiert, und einem Speicher, der die Abfolge der digitalen Daten zwischenspeichert. Nach der Messung können die Daten mit einer dem Computer angepassten Geschwindigkeit übertragen werden.

Mit diesem Experiment soll der zeitliche Verlauf eines Elektronenblitzes und das Nachleuchten eines Farbstoffes gemessen werden, der mit dem Blitz bestrahlt wurde. Die Steuerung des gesamten experimentellen Ablaufes, die Einstellung des Rekorders sowie die Datenübertragung vom Rekorder zum Computer wird über die Digitalein-/ausgabe (PortA, PortB und PortC) vorgenommen. PortA und das untere Nibble von PortC werden für die Eingabe verwendet; PortB und das obere Nibble von PortC die der Ausgabe. Zur Konfiguration der Ports siehe Beschreibung der LabPC<sup>+</sup>-Karte.

Die Blitzlichtapparatur besteht aus

- einem elektronischen Blitz, der durch Setzen des Bits 6 von PortC ausgelöst wird,
- einer Verschlussklappe vor dem Blitzgerät, die durch Setzen des Bits 5 von PortC den Strahlengang freigibt,
- einem Filterhalter vor dem Blitzgerät, der durch Setzen des Bits 4 von PortC in den Strahlengang geklappt werden kann,

- einem Photomultiplier, der den Lichtimpuls des Blitzgerätes in einen Spannungsimpuls umwandelt,
- und einem Transientenrekorder. Dieser besteht aus einem A/D-Umsetzer, der eine Auflösung von 10 Bits aufweist, aus einem Speicher, der nach dem FIFO Prinzip (first in, first out) arbeitet und über 1024 Speicherplätze verfügt, aus einem programmierbaren Taktgenerator mit dem das Abtastintervall eingestellt werden kann, sowie aus einer Steuerung, die über eine Digitalein/-ausgabe mit dem Rechner verbunden ist.

Die einzelnen Bits der Digitalein/-ausgabe haben folgende Bedeutung:

#### AUSGABE

PortC:	Bit6 = 1	löst den Blitz aus
	Bit5 = 1	Verschlussklappe gibt Strahlengang frei
	Bit4 = 1	klappt den Leuchtstoff in den Strahlengang
PortB:	Bits 2 - 7	Diese sechs Bits stellen eine Zahl dar, die das Abtastintervall in Einheiten von Mikrosekunden angibt. Diese Zahl besteht aus zwei Teilen, einer Mantisse M (Bits 2 (LSB), 3, 4 (MSB)) und einem Exponenten E zur Basis 10 (Bits 5 (LSB), 6, 7 (MSB)), $Z=M \cdot 10^E$ . Die beiden dreistelligen Dualzahlen M und E können also Werte zwischen $000_2(0_{10})$ und $111_2(7_{10})$ annehmen, wobei bei der Mantisse nur die Werte 1, 2 und 5 zulässig sind. Das Bitmuster 001010 bedeutet also $M = 010_2(2_{10})$ und $E = 001_2(1_{10})$ , somit ein Abtastintervall von $2 \times 10^1 \mu s$ . Aus technischen Gründen ist das kleinste Abtastintervall $2 \mu s$ .
	Bit1 = 0	Lesen des FIFO-Speichers
	Bit1 = 1	Nächsten Speicherplatz des FIFO-Speichers bereitstellen
	Bit0 = 0	Initialisieren der Steuerung, Löschen des FIFO-Speichers
	Bit0 = 1	Starten der Messung

## EINGABE

PortC: Bit2 = 1      FIFO Speicher enthält noch weitere Daten  
Bits 1 - 0      die beiden höchstwertigen Bits des digitalisierten  
Messwertes  $\langle A_9 A_8 \rangle$

PortA: Bits 0 - 7      die acht niederwertigen Bits des digitalisierten  
Messwertes  $\langle A_7 \dots A_0 \rangle$   
Messwert  $\langle A_9 \dots A_0 \rangle$  : -10 V = alle Bits 1  
10 V = alle Bits 0

Wenn das Bit0 von PortB von 0 auf 1 gesetzt wird, beginnt der Transientenrekorder das Signal zu digitalisieren und in die 1024 Positionen des FIFO- Speichers einzulesen. Sobald der Speicher gefüllt ist, wird der Rekorder gestoppt. Aus dem Speicher können dann die Werte nacheinander in den Computer eingelesen werden. Bit0 muss auf 1 gesetzt bleiben bis alle Daten eingelesen sind.

Bitfolge zum Löschen des Speichers und starten der Messung:

Bit1	Bit0	
1	0	lösche FIFO-Speicher
1	1	starte Messung

Bitfolge, um FIFO um einen Speicherplatz weiterzuschalten und um Datenwerte in den Computer einzulesen:

Bit1	Bit0	
1	1	nächsten Speicherplatz abrufen
0	1	FIFO bereit zur Ausgabe

Mit dieser Bitfolge können so lange Daten aus dem FIFO gelesen werden, bis beim letzten Datenwert das Bit2 von PortC auf 0 geht.

Aufgaben:

1. Schreiben Sie ein Programm, das den Blitz startet.
2. Schreiben Sie ein Programm, das ein Signal mit dem Transientenrekorder digitalisiert, vom Transientenrekorder einliest und graphisch ausgibt.
3. Schreiben Sie ein Programm, das zuerst den Blitz startet, nach einem Zeitintervall  $\Delta t$  die Messung des Transientenrekorders startet, die gespeicherte Messkurve einliest und auf dem Bildschirm graphisch ausgibt.

Lernziele: komplexe Anwendung der digitalen Ein-/Ausgabe, Transientenrekorder, Abtasttheorem.