

Aufgabe 8: PS2-Tastatur

G. Kemnitz*, TU Clausthal, Institut für Informatik

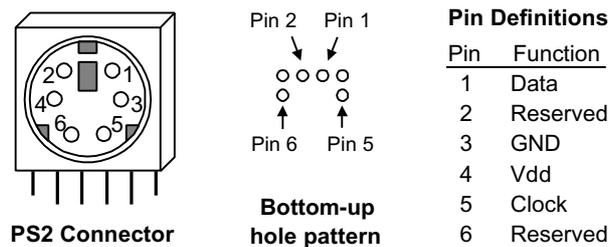
19. Juli 2007

Zusammenfassung

Zuerst ist ein einfacher Empfänger für PS2-Datenpakete auszuprobieren und mit ChipScope zu testen. Danach soll die Funktion des Empfängers verbessert werden.

1 PS2-Protokoll

Das DIO5-Board enthält einen 6-poligen mini-DIN Stecker zum Anschluss einer PS2-Tastatur oder PS2-Mouse.



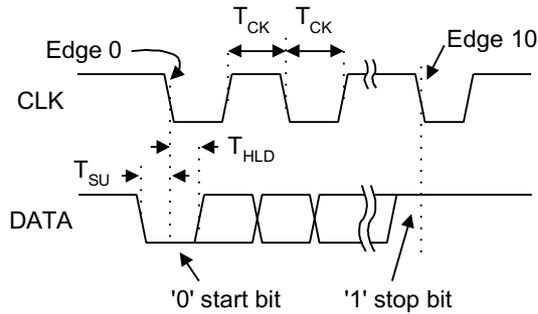
PS2 definiert ein synchrones serielles Protokoll. Jedes PS2-Datenpaket umfasst 12 Bit

- 1 Startbit (Null)
- 8 Datenbit
- 1 Paritätsbit (ungerade Parität)
- 1 Stopbit (Eins)

die nacheinander über dieselbe Leitung übertragen werden. Ein zusätzliches Taktsignal teilt dem Empfänger mit, zu welchen Zeitpunkten die Daten gültig sind.

Wenn keine Daten übertragen werden, sind Takt und Datenleitung auf Eins (Startbit). Die Übertragung beginnt mit einem Wechsel der Datenleitung auf Null. Um eine Zeit T_{SU} später schaltet der Takt erstmalig auf Null und erzeugt hintereinander 11 fallende und 11 steigende Flanken.

*Tel. 05323/727116



Die Zeiten zwischen den Taktflanken müssen in folgendem Bereich liegen:

Symbol	Parameter	Min.	Max.
T_{CK}	Dauer einer Taktphase	$30\mu s$	$50\mu s$
T_{SU}	Setup-Zeit zwischen Daten und Taktänderung	$5\mu s$	$25\mu s$
T_{HLD}	Setup-Zeit zwischen Takt- und Datenänderung	$5\mu s$	$25\mu s$

Mit der zweiten fallenden Taktflanke liegt Bit(0), mit der 3. Bit(1) etc. bis mit der 9. Taktflanke Bit(7) auf dem Bus. Das Paritätsbit, das mit der 10. fallenden Taktflanke auf dem Bus liegt, ist nach der Vorschrift berechnet

$$P = \text{not}(D(0) \text{ xor } D(1) \text{ xor } D(2) \text{ xor } D(3) \text{ xor } D(4) \text{ xor } D(5) \text{ xor } D(6) \text{ xor } D(7));$$

und dient zur Erkennung von Übertragungsfehlern. Zum Zeitpunkt der letzten steigenden Taktflanke muss auf der Datenleitung Eins sein (Stopbit).

2 Tastencodes

In der Übung sollen die Scan-Codes einer PS2-Tastatur eingelesen werden. Jede Taste hat einen eigenen Scan-Code, den die Tastatur sendet, wenn die Taste gedrückt wird.

ESC 76	F1 05	F2 06	F3 04	F4 0C	F5 03	F6 0B	F7 83	F8 0A	F9 01	F10 09	F11 78	F12 07	↑ E0 75	
~ 0E	1! 16	2@ 1E	3# 26	4\$ 25	5% 2E	6^ 36	7& 3D	8* 3E	9(46	0) 45	-_ 4E	=+ 55	BackSpace ← 66	→ E0 74
TAB 0D	Q 15	W 1D	E 24	R 2D	T 2C	Y 35	U 3C	I 43	O 44	P 4D	[{ 54]} 5B	\ 5D	← E0 6B
Caps Lock 58	A 1C	S 1B	D 23	F 2B	G 34	H 33	J 3B	K 42	L 4B	:: 4C	"" 52	Enter ↵ 5A	↓ E0 72	
Shift 12	Z 1Z	X 22	C 21	V 2A	B 32	N 31	M 3A	,< 41	>. 49	/? 4A	↵ 59	Shift		
Ctrl 14	Alt 11	Space 29						Alt E0 11	Ctrl E0 14					

Bei längerem Drücken wird der Scan-Code mehrfach (etwa aller 100 ms) gesendet. Loslassen einer Taste bewirkt, dass der Code "F0" gefolgt vom Scan-Code gesendet wird.

3 Experiment

Kopieren Sie die Dateien PS2-Tastatur.npl, PS2-Tastatur.vhd und Praktikum.ucf in ein Verzeichnis H:\TGP\PS2-Tastatur und öffnen Sie das Projekt "PS2-Tastatur". Die Datei PS2-Tastatur.vhd enthält eine einfache Empfangsschaltung für PS2-Datenpakete. Sie besteht aus:

- einem Taktteiler, der einen Takt von etwa 100 kHz erzeugt
- einem Prozess, der das Daten- und das Taktsignal des PS2-Busses mit den 100 kHz Takt abtastet
- einem 11-Bit-Schieberegister, das mit dem abgetasteten PS2-Takt die abgetasteten PS2-Daten übernimmt.

Die Zustand des Schieberegisters wird auf Leuchtdioden ausgegeben.

- Übersetzen Sie das Projekt
- Programmieren Sie die Versuchsbaugruppe
- Stecken Sie eine Tastatur an
- Notieren Sie in Tabellenform für 5 verschiedene Tasten Startbit, Scan-Code, Parität und Stopbit.
- Warum wird das Zeichen "F0" (Taste losgelassen) nicht auf den Leuchtdioden angezeigt?

4 Untersuchung der Daten mit ChipScope

Bauen Sie in Ihr Design den integrierten Logikanalysator mit dem ChipScop Core-Inserten ein:

- Add New Source; Typ: "ChipScope Definition ..."; Name: PS2_cs; Source File: ps2tastatur; Weiter; Fertig stellen
- Den "ChipScope Core Inserter" mit Doppel-Click auf die neue Quelle "PS2_cs.cdc" starten und zweimal "next"
- Reiter "Triggerparameter": Triggerbreite auf 2 verringern, alles andere lassen
- Reiter "Capture Parameters": Data Depth auf 512 erhöhen, "Data same as Trigger" und alles andere lassen
- Reiter "Net Connections": über "Modify Connections" "CLOCK PORT CH0" mit "clk-Div<8>" verbinden; "TRIGGER PORTS TRIG0 CH0" mit "PS2_Takt" und "...CH1" mit "PS2_Dat" verbinden.
- "Return to Project Navigator"

Mit diesen Einstellungen zeichnet der integrierte Logikanalysator mit einem 100kHz-Takt den zeitlichen Verlauf des Taktes und der Daten vom PS2-Bus nach dem Sampling mit einer Pattern-Tiefe von max. 512 Werten auf.

Um den ChipScope Analyzer" zu starten:

- Auswahl "ps2tastatu-behavioral" im "Source-Fenster"
- "Generate Programming File"
- Kontrolle, dass "iMPACT" geschlossen ist
- "Analyze Design Using ChipScope" starten

Wenn der "ChipScop Pro Analyzer" gestartet ist:

- mit rechter Mouse-Taste auf "JTAG-Chain" "Xilinx Parallel Cable" auswählen; "Auto Detect" und hoffen, dass 2 Schaltkreise gefunden werden
- mit rechter Mouse-Taste auf DEV0 (XCV300E); Configure; Select New File; "ps2tastatur.bit" auswählen
- Warten bis "Download" abgeschlossen ist

Jetzt erscheint das "Trigger"- und das "Waveform"-Fenster

- Mit "File => Import" das zuvor angelegte ChipScope-Definitionsfile "PS2_cs.cdc" importieren
- Trigger-Wert "Value" auf 0X ändern (Aufzeichnungsbeginn, wenn die Datenleitung auf Null wechselt).

Jetzt können Sie sich die Scan-Codes der einzelnen Tasten ansehen:

- Klick auf das grüne Dreieck und Taste drücken

Das Sichtbarmachen der Folge "F0" gefolgt vom Scan-Code beim Loslassen einer Taster erfordert etwas Glück.

- Taste drücken und sofort Aufzeichnung starten, 0,2s später Taste loslassen.

5 Schaltung verbessern

Der Nachteil der vorgegebenen einfachen PS2-Empfangsschaltung ist, dass die Leuchtdioden flackern, wenn neue Daten ankommen. Die Schaltung soll durch einen Automaten ersetzt werden, der nur nach Übertragungsabschluss und nur wenn die Übertragung fehlerfrei erfolgt ist, die Ausgabe an die Leuchtdioden aktualisiert. Vorschlag für die Funktion des Automaten:

- Anfangszustand sei Zustand 0
- Zustand 0: auf eine fallende Flanke auf der PS2-Datenleitung warten; in Zustand 1 wechseln
- Zustand 1: auf eine fallende Taktflanke warten; den Zustand auf der Datenleitung in ein Signal "Startbit" übernehmen; in Zustand 2 wechseln
- Zustand $i = 2$ bis 9: auf eine fallende Taktflanke warten; den Zustand auf der Datenleitung in ein Signal $\text{Dat}(i - 2)$ übernehmen; Zustand um Eins erhöhen
- Zustand 10: auf eine fallende Taktflanke warten, den Zustand auf der Datenleitung in ein Signal Parität übernehmen; in Zustand 11 wechseln
- Zustand 11: auf eine fallende Taktflanke warten; den Zustand auf der Datenleitung in ein Signal Stopbit übernehmen; in Zustand 0 wechseln
 - nur wenn im Zustand 11 Startbit, Stopbit und Paritätsbit richtig sind, soll zusätzlich $\text{Dat}(7 \text{ downto } 0)$ auf Leuchtdioden $\text{led}(7 \text{ downto } 0)$ ausgegeben und ein 4-Bit-Zähler für die Zahl der richtig empfangenen Datenpakete um Eins erhöht werden
 - wenn das Start- das Paritäts- oder das Stopbit nicht richtig sind, soll ein anderer 4-Bit-Zähler, der die Anzahl der fehlerhaft empfangenen Datenpakete zählt, um Eins erhöht werden.

Der Zählstand der beiden 4-Bit-Zähler für die Anzahl der richtig bzw. fehlerhaft empfangenen Datenpakete soll auf die Leuchtdioden $\text{led}(15 \text{ downto } 12)$ bzw. $\text{led}(11 \text{ downto } 8)$ ausgegeben werden.

6 Zusatzaufgabe

Die empfangenen Daten und Zählerstände sollen zusätzlich auf den 7-Segmentanzeigen dargestellt werden.

7 Aufräumen

- Über Menüpunkt "Project, Cleanup Project Files" automatisch generierte Design-Files löschen.
- Netzteil zur Spannungsversorgung aus der Steckdose ziehen.
- Modelsim und Projektnavigator beenden.