

# USO DO MICROCOMPUTADOR COMO CONTADOR PROGRAMÁVEL

## — Uma experiência de contagem estatística

J. Eichler ( \* )

B. Hoen ( \*\* )

### RESUMO

Descreveremos uma simples interface a qual utiliza um computador Apple II como um contador programável. Um detetor Geiger foi conectado nesse sistema. Experimentos didáticos com estatística na medição de radiação nuclear podem ser realizados e comparados com a distribuição de Poisson.

### ABSTRACT

A simple and cheap interface is described. It uses an Apple II computer as a programmable counter. A Geiger detector was connected to this system. Student experiments on statistics in nuclear decay can be performed and compared with the Poisson distribution.

### 1. INTRODUÇÃO

Neste artigo, um microcomputador Apple II é utilizado como contador de pulsos digitais. O tempo de medida pode ser definido por software. O sistema tem a vantagem de que os dados medidos podem ser processados e mostrados graficamente.

### 2. INTERFACE

#### Hardware:

A interface é construída para contar os pulsos durante o tempo de medida e, também, para transmitir a contagem para o

BUS do Apple II. Foi usado para a contagem e temporização um VIA 6522 (Versatile Interface Adapter). O VIA é muito poderoso, e para a interface somente os dois temporizadores e portas PB 6 e PB 7 são utilizados (Figura 1).

O temporizador 1 é usado no "free run mode" com ciclos de 10ms. O fim dos ciclos de 10ms é indicado pelo "interrupt flag register". No começo do ciclo de medidas o programa define o PB 7 com nível baixo e no fim com nível alto. O PB 6 é a entrada do contador. Todo pulso durante o tempo de medida provoca um decréscimo no temporizador 2.

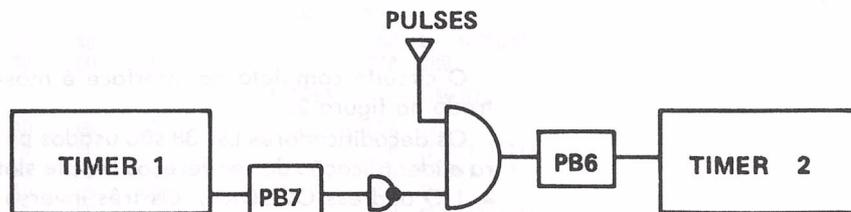
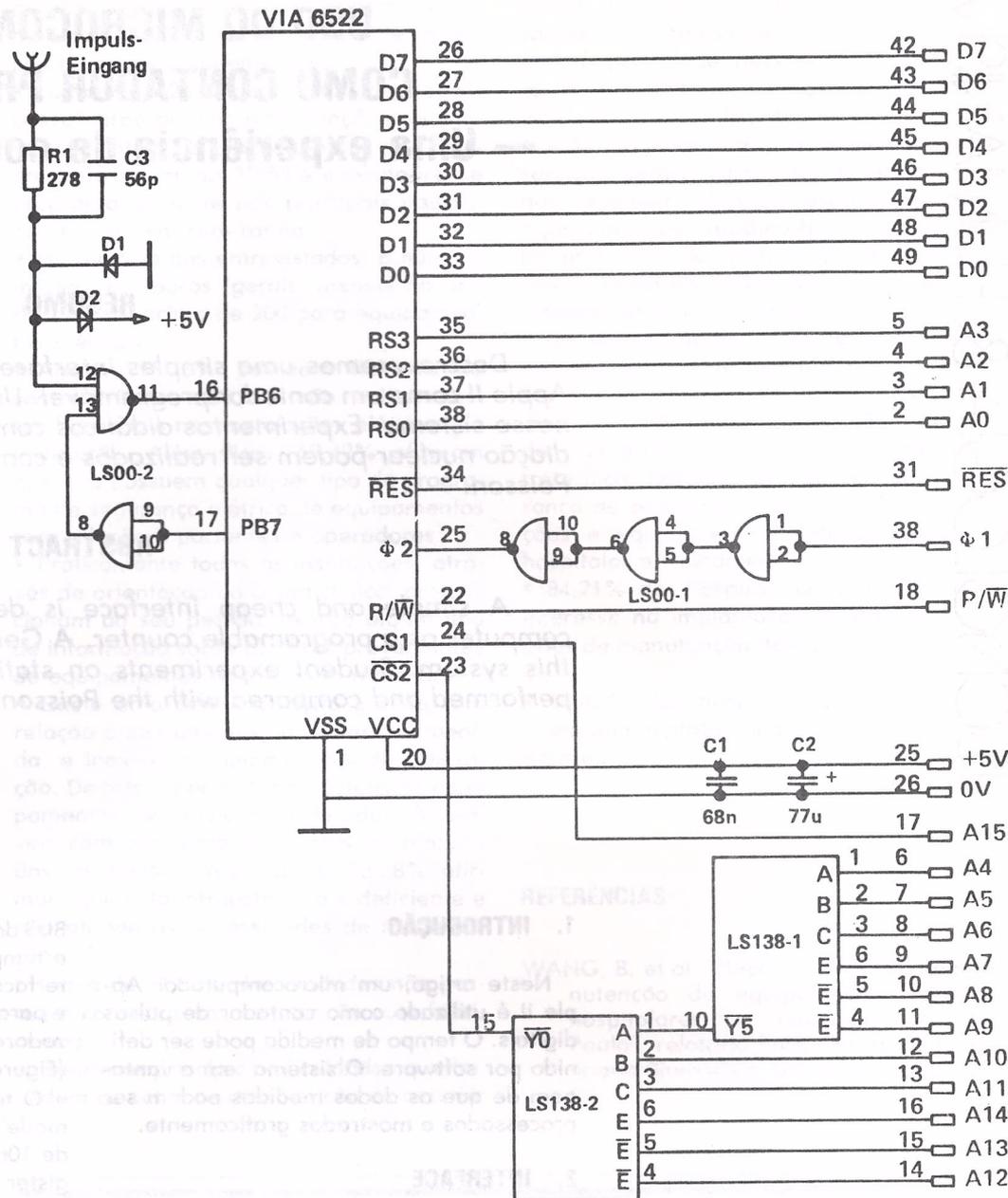


FIG. 1 — Estrutura básica da utilização do VIA 6522 como um contador.

( \* ) Jürgen Eichler, é Doutor em Física Aplicada pela Universidade Karlsruhe, Alemanha; leciona Física Experimental, Tecnologia de Laser e é responsável pelo Laboratório de Aplicação de Laser na Technische Fachhochschule Berlin; foi

Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

( \*\* ) Bernd Hoen, é Mestre em Eletrônica (Dipl. Eng.) pela Technische Fachhochschule Berlin.



D1, D2 : 1N4148

APPLE SLOT # 4

FIG. 2 — Circuito da interface utilizando-se um computador Apple II como um contador programável.

O circuito completo da interface é mostrado na figura 2.

Os decodificadores LS 138 são usados para a identificação dos endereços (Apple slot 4, I/O address OCODXH). Os três inversores na entrada 25 (02) são necessários para as condições de sincronização do Apple II.

**Software:**

O VIA 6522 é programado utilizando-se o manual<sup>(1)</sup>. O programa assembler é mostrado a seguir com algumas explicações (Fig. 3).

Adicionalmente, é necessário um programa em Basic ou numa outra linguagem, o qual não será discutido aqui.

**3. RESULTADOS E COMENTÁRIOS**

É bastante conhecido que eventos de contagem em radiação nuclear são descritos através da distribuição de Poisson<sup>(2)</sup>. Isto pode ser mostrado em um experimento didático, usando-se um detetor Geiger. A radioatividade natural de uma rocha é suficiente para ser utilizada como fonte de radiação. Os pulsos do detetor Geiger são dados diretamente na entrada da interface. Usando o "menu" do programa em Basic, o estudante pode selecionar várias opções. Um exemplo da distribuição de contagem em um intervalo de tempo, por exemplo 1s, é mostrado na figura 4.

				VIA	EQU	\$CODD
				ACR	EQU	VIA+11
				DDRB	EQU	VIA+2
				DRB	EQU	VIA+0
				T1LL	EQU	VIA+4
				T1CH	EQU	VIA+5
				T2L	EQU	VIA+8
				T2H	EQU	VIA+9
				IFR	EQU	VIA+13
				MS10	EQU	10500
				REINT	EQU	\$E10C
				INTRE	EQU	\$E2F2
				COUNT	EQU	\$00A0

9000:	20	0C	E1	START	JSR	REINT
				* TIMED INTERRUPT, COUNT		
				\$ DOWN WITH PB6:		
9003:	A9	E0		LDA	##	%01100000
9005:	8D	DB	CO	STA	ACR	
				* INIT PORT B		
9008:	A9	80		LDA	##	%10000000
900A:	SD	D2	CO	STA	DDRB	
				* COUNTER: = 0000		
900D:	A9	00		LDA	##	0
900F:	SD	D8	CO	STA	T2L	
9012:	SD	D9	CO	STA	T2H	
				* LOOP: = MEASURING TIME (UNIT = 10MS)		
9015:	A9	04		LDA	##	< MD10
9017:	8D	D4	CO	STA	TILL	
901A:	A9	29		LDA	##	> MS10
901C:	8D	D5	CO	STA	T1CH	
				* TIMER 1 STARTS		
				* OPEN GATE		
901F:	A9	00		LDA	##	%00000000
9021:	8D	D0	CO	STA	DRB	
				*** REPEAT		
				***** REPEAT		
				REPET1		
				REPET2		
9024:	AD	DD	CO	LDA	IFR	
9027:	29	40		AND	##	%01000000
9029:	FO	F9		BEQ	REPET2	
				***** UNTIL TIMER 1 = 0		
				* RESET IFR (TIMER 1) FLAG		
902B:	AD	D4	CO	LDA	TILL	
				* LOOP: = LOOP - 1		
902E:	C6	A1		DEC	COUNT	+ 1
9030:	A5	A1		LDA	COUNT	+ 1
9032:	C9	FF		CMP	##	\$FF
9034:	D0	02		BNE	L1	
9036:	C6	A0		DEC	COUNT	
				* LOOP = 0 ?		
9038:	A5	A0		L1	LDA	COUNT
903A:	05	A1		ORA	COUNT	+ 1
903C:	D0	E6		BNE	REPET1	
				*** UNTIL LOOP = 0		
				* THE MEASUREMENT IS FINISHED		
				* CLOSE GATE		
903E:	A9	80		LDA	##	%10000000
9040:	8D	D0	CO	STA	DRB	
				* COUNT: = (- TIMER2)		
9043:	AD	D8	CO	LDA	T2L	
9046:	49	FF		EOR	##	%11111111
9048:	85	A1		STA	COUNT	+ 1
904A:	AD	D9	CO	LDA	T2H	
904D:	49	FF		EOR	##	%11111111
904F:	85	A0		STA	COUNT	
9051:	E6	A1		INC	COUNT	+ 1
9053:	D0	02		BNE	L2	
9055:	E6	A0		INC	COUNT	
				* INTEGER\$TO\$REAL		
9057:	A5	A0		L2	LDA	COUNT
9059:	A4	A1		LDY	COUNT	+ 1
905B:	20	F2	E2	JSR	INTRE	
905E:	60			RTS		

LSB  
MSB

FIG. 3 — Programa Assembler para a interface.

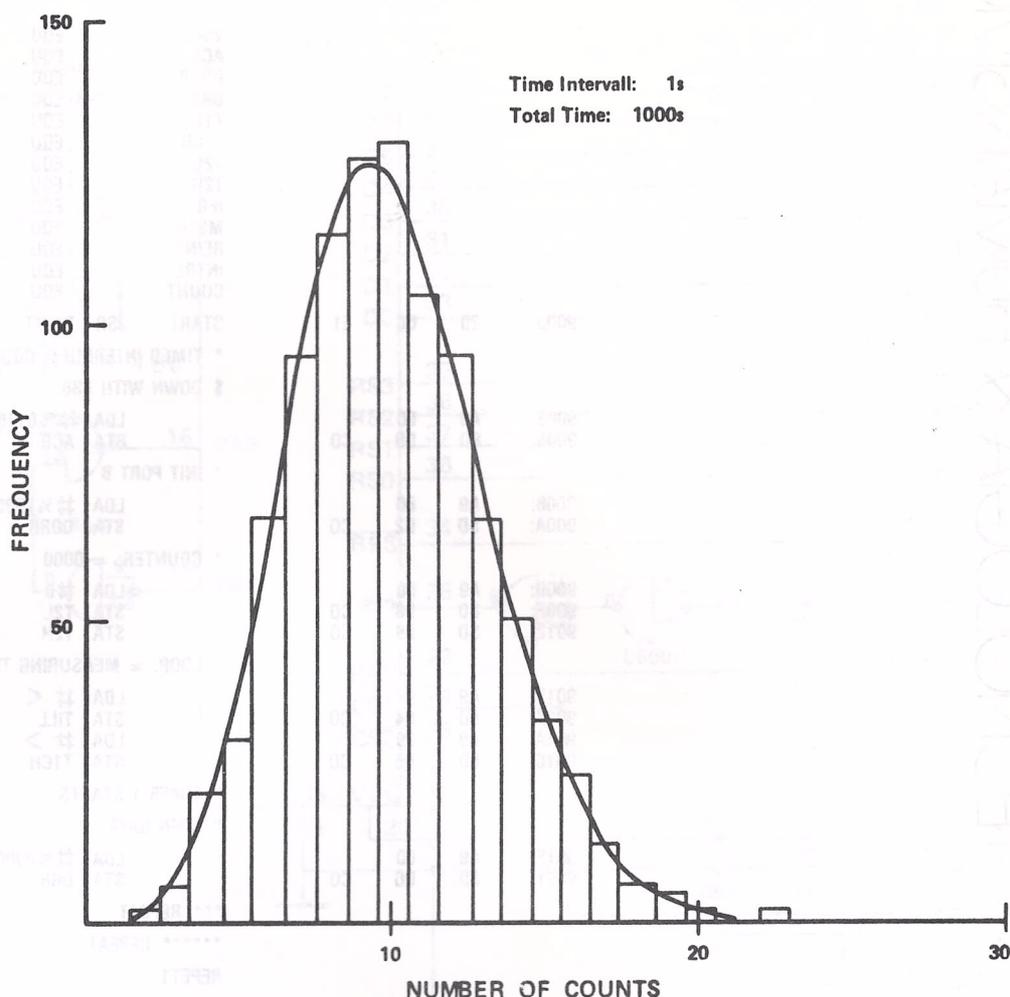


FIG. 4 — Aplicação do sistema interface-computador. Experimento didático com estatística de Poisson na contagem de eventos nucleares.

Os valores medidos são comparados com a distribuição de Poisson sob várias condições experimentais.

A interface é muito fácil de ser construída e ele permite que sejam realizados vários experimentos usando-se o computador Apple II como um contador programável. Outra aplicação pode ser a medição da frequência cardíaca e a estatística de suas variações.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- (1) Data sheet: R 6522 Versatile Interface Adapter (VIA).
- (2) EVANS, R.D. The Atomic Nucleus, McGraw Hill Co., 1978.

**CEFET-PR**  
**Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná**

**80 ANOS**

**a serviço de gerações**

**1909 • 1989**