

Elektronika front-end

- **Elektronika „front-end”**
 - **Schemat ogólny**
 - Źródło sygnału i wzmacniacz wejściowy
 - Filtrowanie sygnałów
 - Informacja dla wstępnej selekcji przypadków
 - Rejestracja wstępna (buforowanie)
 - Przetwarzanie i transmisja danych
 - **Możliwość optymalizacji**
 - Elektrycznej (szumy) i geometrycznej (połączenia)
- **Elektronika VLSI ASIC**
 - **Technologie**
 - Bipolarna i MOS
 - **Narzędzia**
 - projektowania i wykonanie
 - **Testowanie i kalibracja**
- **Odporność na promieniowanie**
 - **Warunki pracy**
 - **Efekty radiacyjne**
 - Zmiana charakterystyk
 - Single Event Effects (SEE)

Elektronika front-end

Sygnały elektryczne z detektorów promieniowania

- **Pierwotny sygnał „fizyczny”**
 - Jonizacja w gazach i cieczach
 - Pary elektron-dziura w półprzewodnikach
 - Fotony w licznikach scyntylacyjnych i Czerenkowa
- **Sygnał wytworzony w detektorze**
 - Powielanie elektronów w detektorach gazowych
 - Fotoefekt w detektorach fotonów, powielanie elektronów
- **Obserwowany sygnał elektryczny**
 - **Swobodne ładunki wyzwajające się w skończonym czasie**
 - Zależnym od charakterystyk detektora (rodzaj scyntylatora, prędkości dryfu w gazie/ cieczy/ ciele stałym, itp.)
 - Zależnym on warunków pracy detektorów (napięcia i natężenia pól elektrycznych, obecność pól magnetycznych)
 - **Źródła sygnałów**
 - Sygnały prądowe (ładunkowe) i napięciowe
- **Przetwarzanie i transmisja sygnałów**
 - **Szumy własne i zakłócenia zewnętrzne**

Elektronika front-end

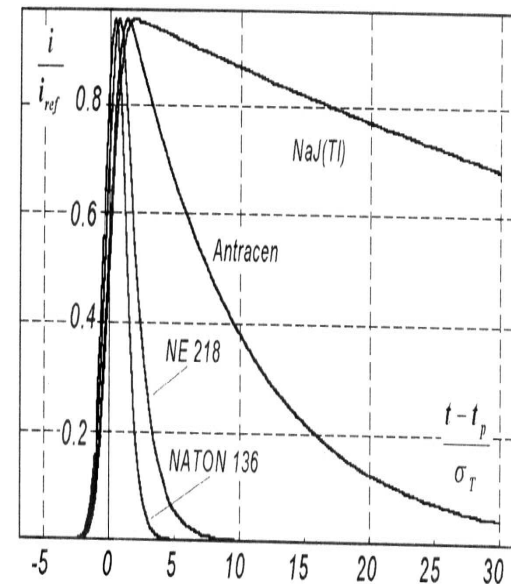
Sygnały elektryczne z detektorów promieniowania

Sygnał pierwotny – wyświecanie scyntylatorów

Tabela 1.3

Scyntylatory	τ	Scyntylatory	τ
Nieorganiczne		Plastikowe	
NaJ(Tl)	250 ns	NATON 136	1.6 ns
CsJ(Tl)	1100 ns	NE 211	1.8 ns
LiJ(Eu)	1200 ns	NE 102 A	2.4 ns
Organiczne		Ciekłe	
ZnS Ag	200 ns	NE 211	2.6 ns
Antracen	27 ns	NE218	3.9 ns
Stilben	4.5 ns	NE 223	7.1 ns

1.2. Generacja sygnału w liczniku scyntylacyjnym

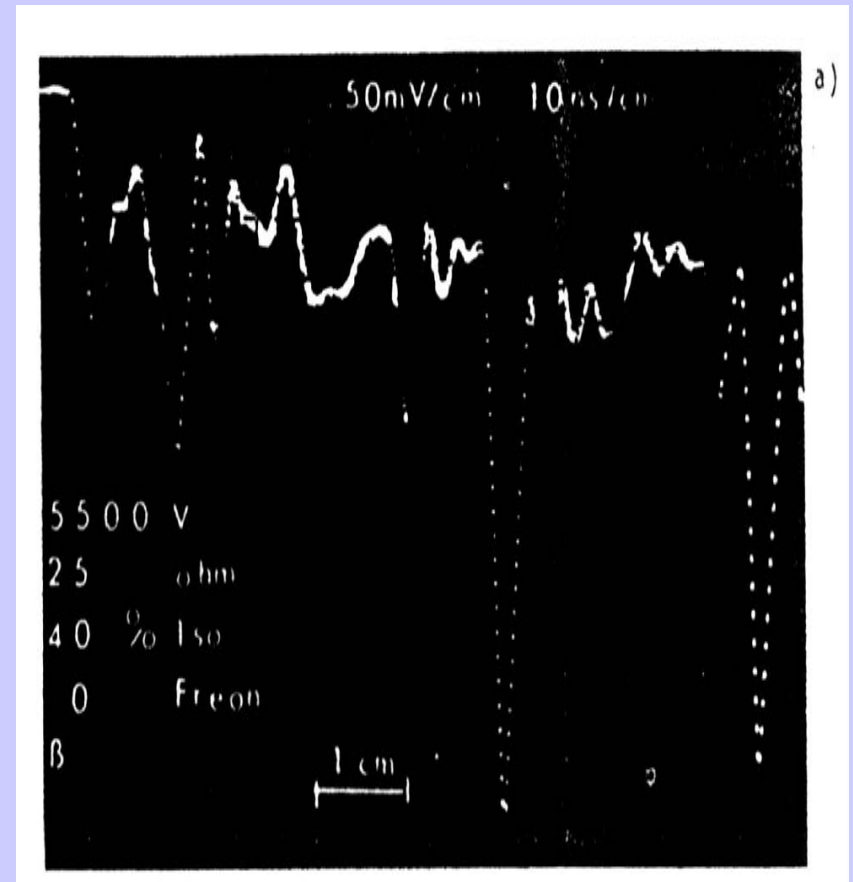
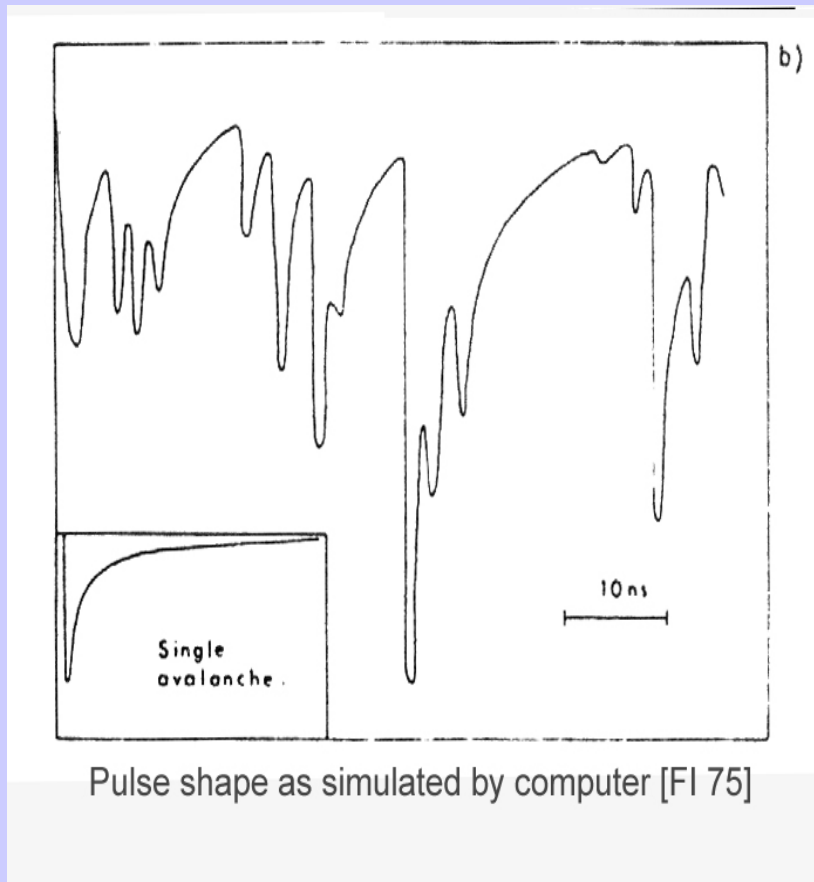


Rys. 1.11. Rodziny przebiegów prądowej odpowiedzi „standardowego” fotopowielacza na wymuszenia impulsami fotonowymi różnych scyntylatorów

Elektronika front-end

Sygnały elektryczne z detektorów promieniowania

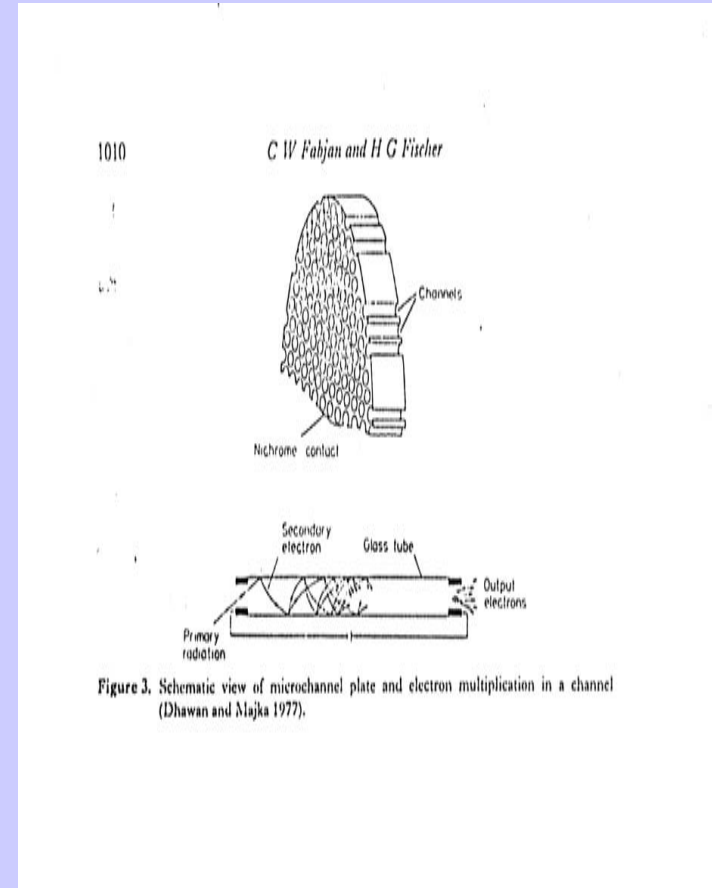
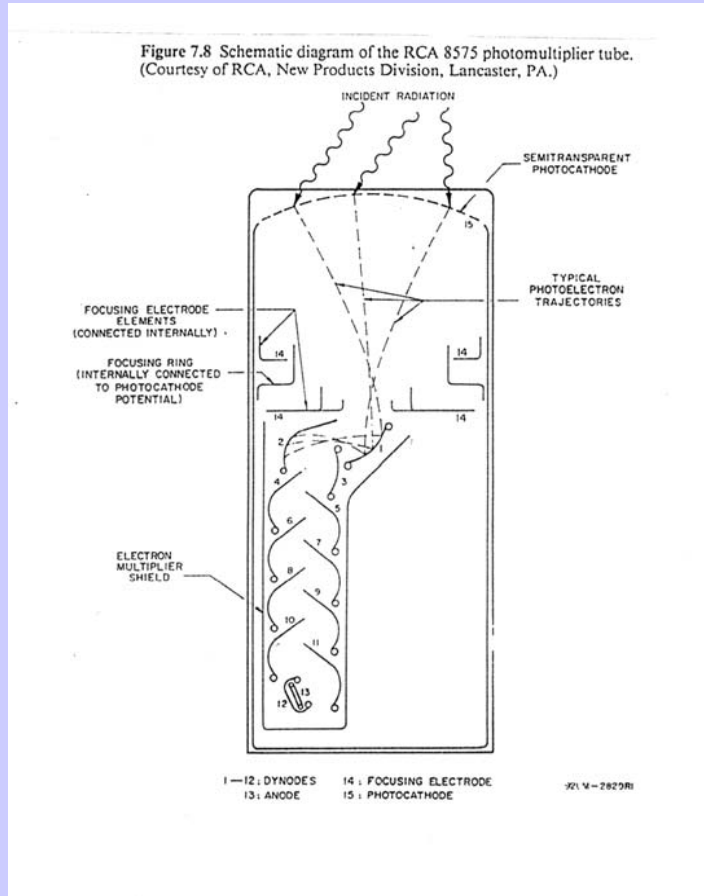
Sygnały z liczników proporcjonalnych (po wzmacnieniu)



Elektronika front-end

Sygnały elektryczne z detektorów promieniowania

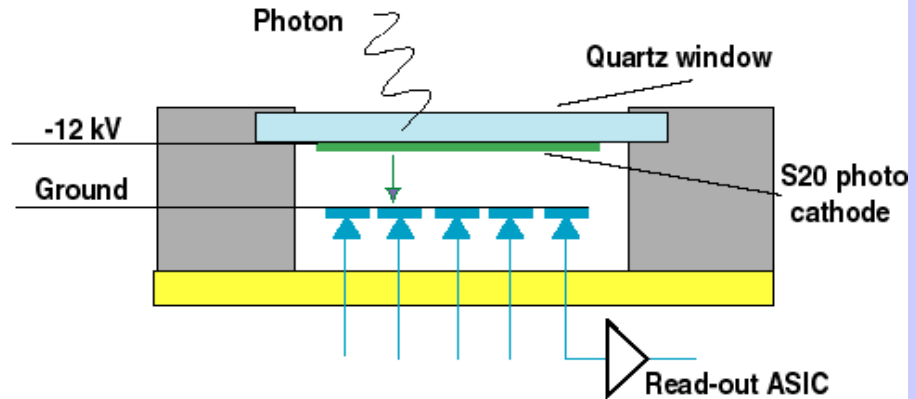
Fotopowielacze



Elektronika front-end

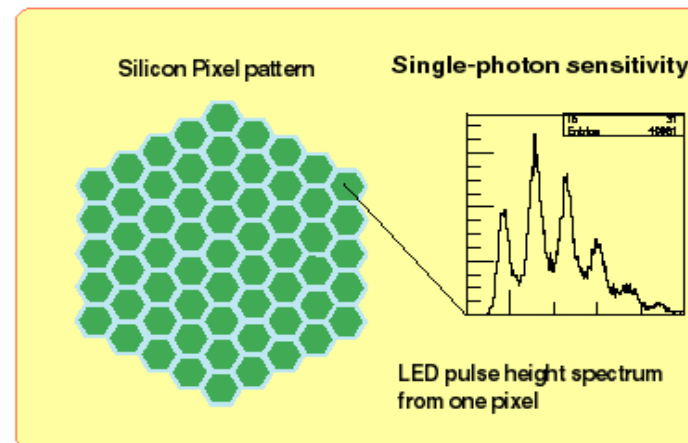
Sygnały elektryczne z detektorów promieniowania

Hybrydowa fotodioda - detektor fotonów



Hybrid PhotoDiode:

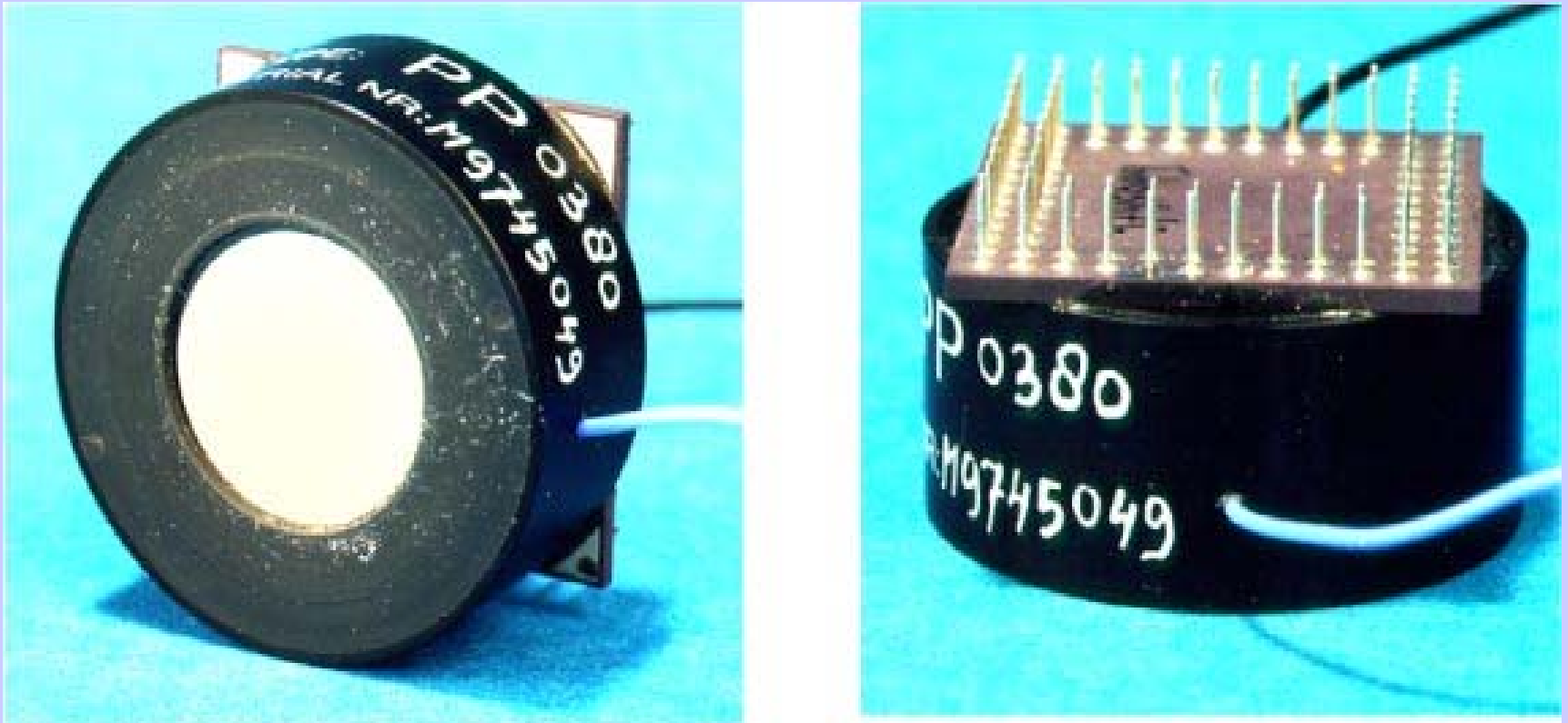
61 pixel Diodes : $2 \times 2 \text{ mm}^2$
DEP (NL) + LHCb development



Elektronika front-end

Sygnały elektryczne z detektorów promieniowania

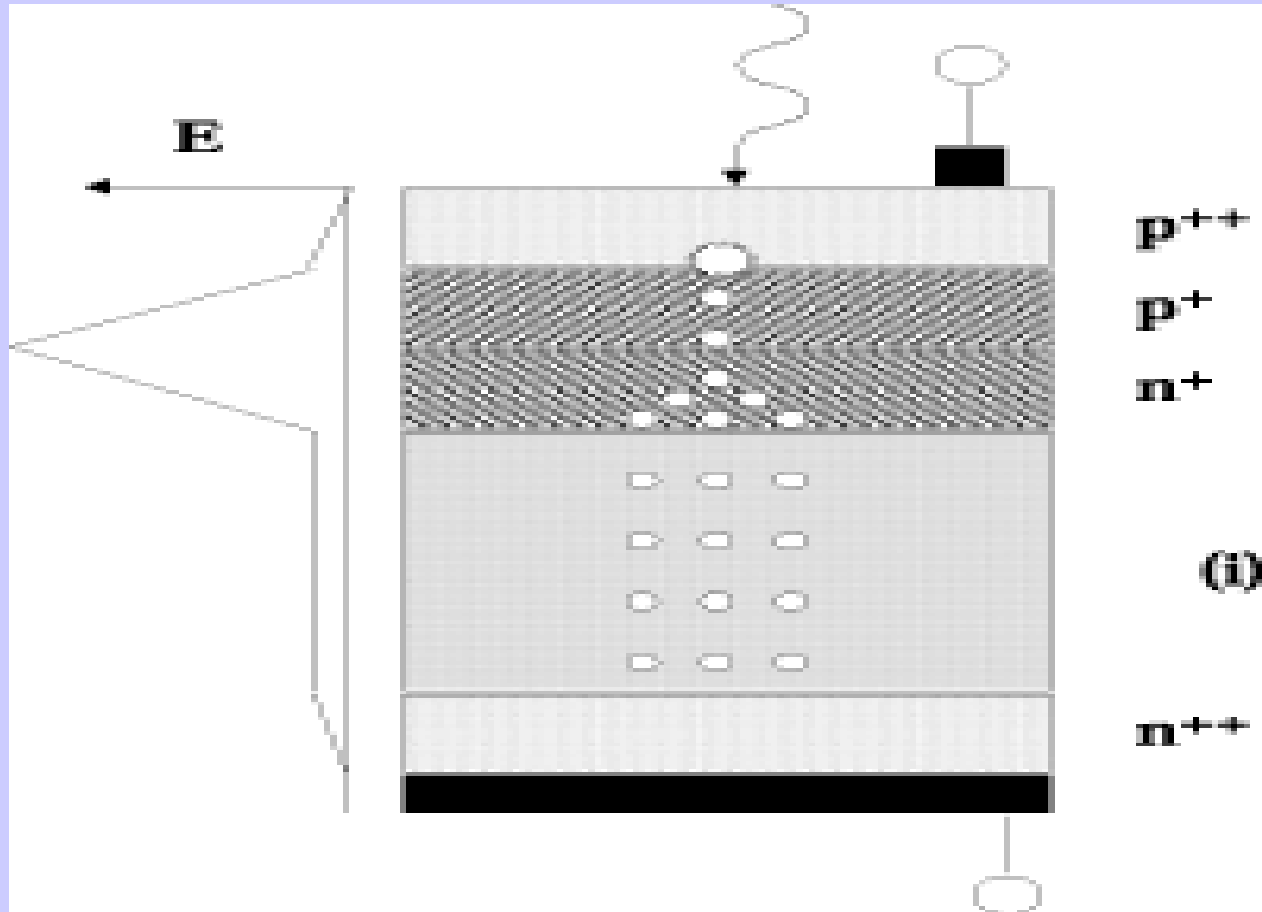
Hybrydowa fotodioda - detektor fotonów



Elektronika front-end

Sygnały elektryczne z detektorów promieniowania

Dioda lawinowa - detektor fotonów



Elektronika front-end

Sygnały elektryczne z detektorów promieniowania

Sygnały z detektora półprzewodnikowego

Tabela 1.1

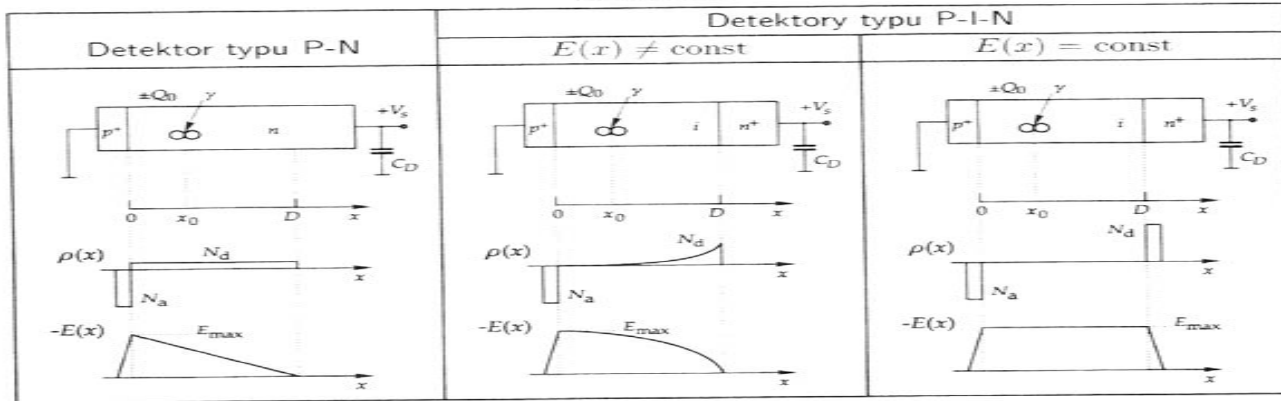
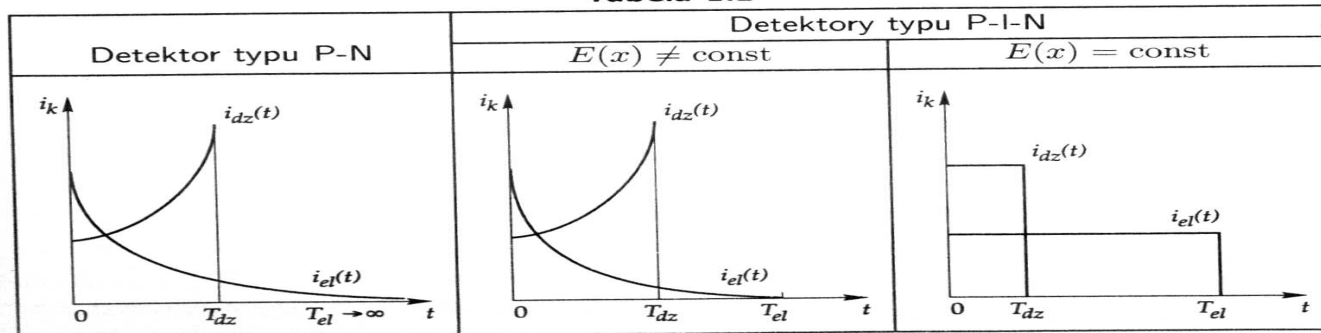


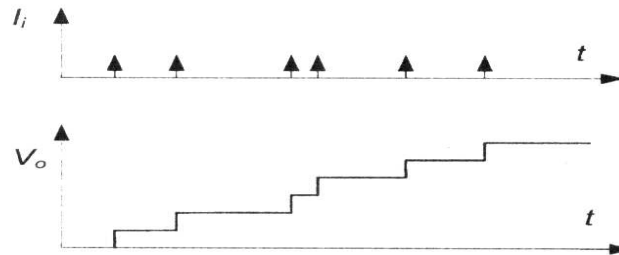
Tabela 1.2



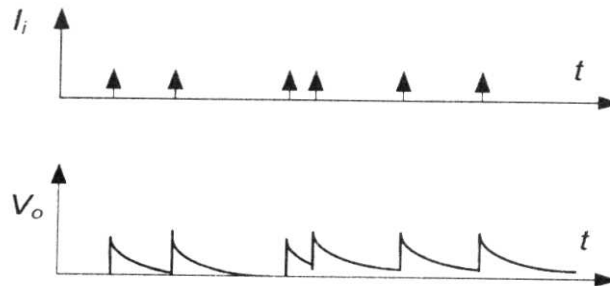
Elektronika front-end

Kształtowanie sygnałów

Całkowanie i różniczkowanie sygnałów prądowych



3.29. Przebiegi sygnału wejściowego i wyjściowego bezrezystywnego wzmacniacza ładunkowego

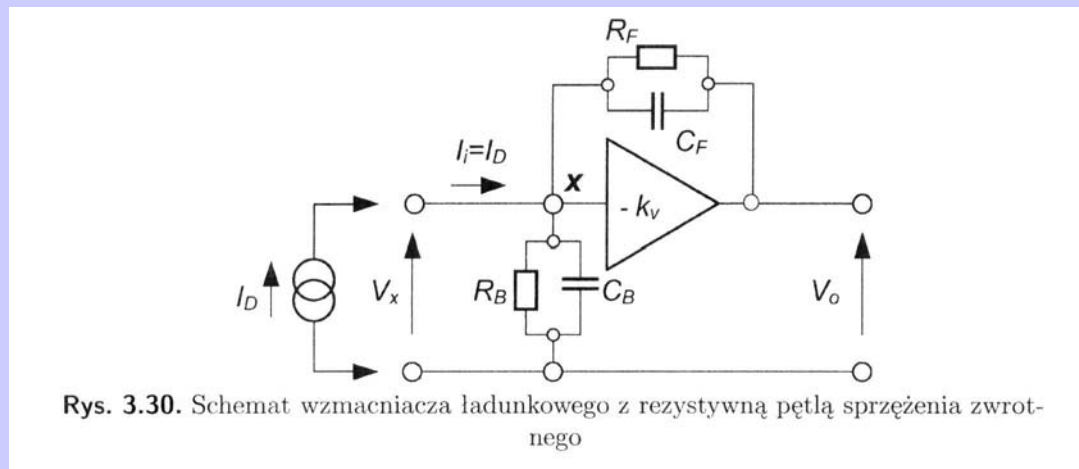
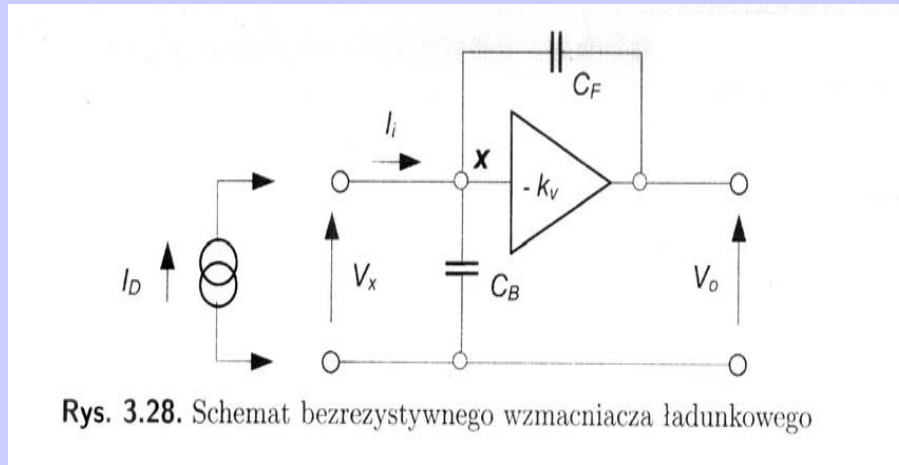


Rys. 3.31. Przebiegi sygnału wejściowego i wyjściowego rezystywnego wzmacniacza ładunkowego

Elektronika front-end

Wzmacniacze

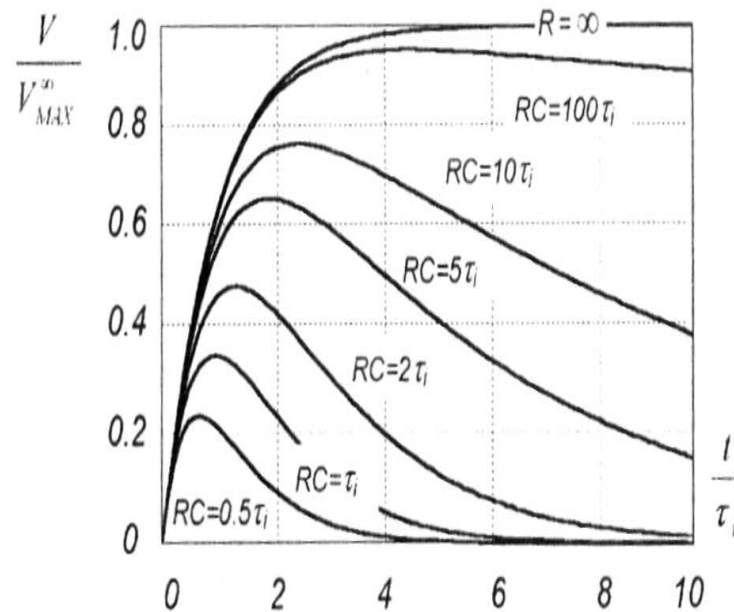
Wzmacniacze ładunkowe z różnym sprzężeniem zwrotnym



Elektronika front-end

Kształtowanie sygnałów

Całkowanie i różniczkowanie sygnałów prądowych



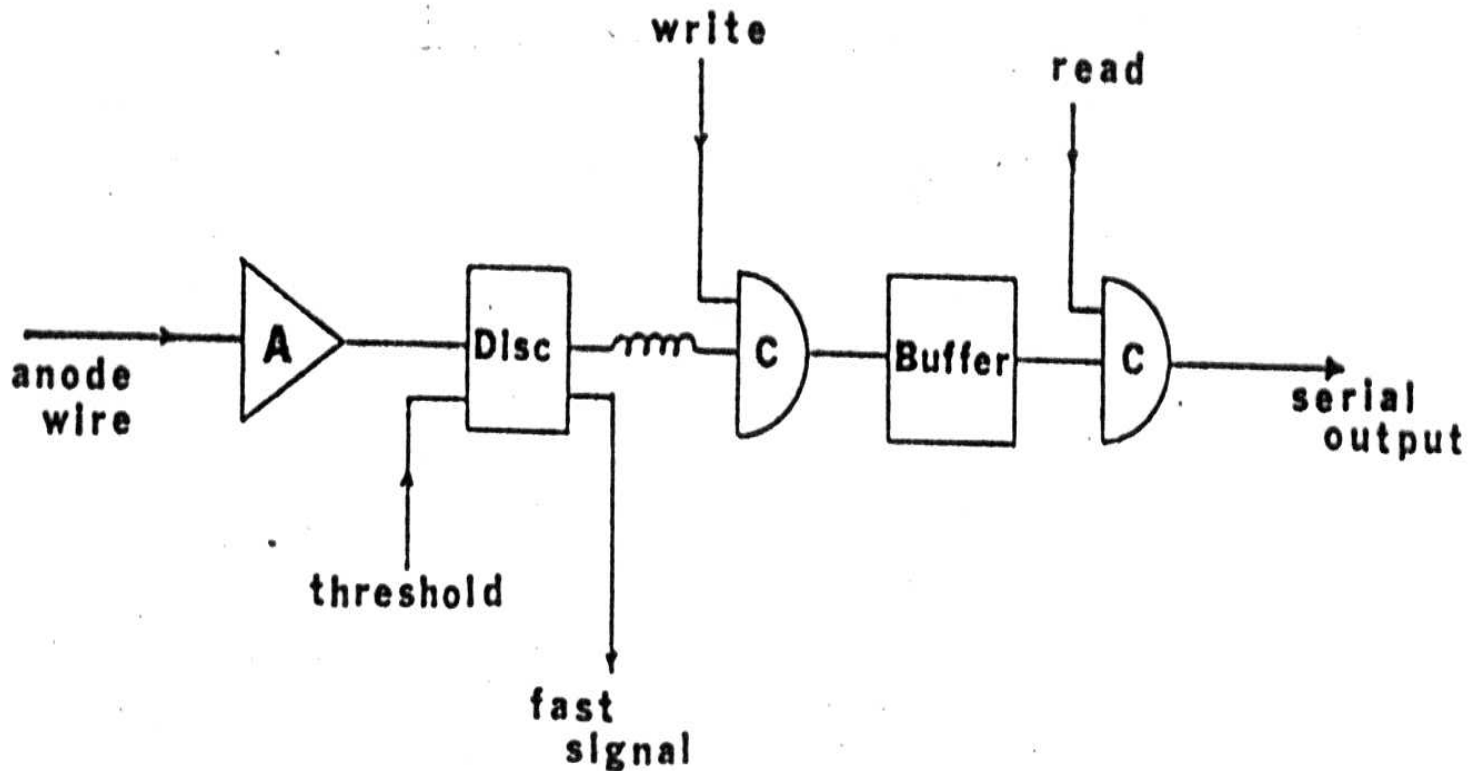
Rys. 2.5. Rodzina znormalizowanych przebiegów impulsu napięciowego licznika scyntylacyjnego

Elektronika front-end

Układy pomiarowe

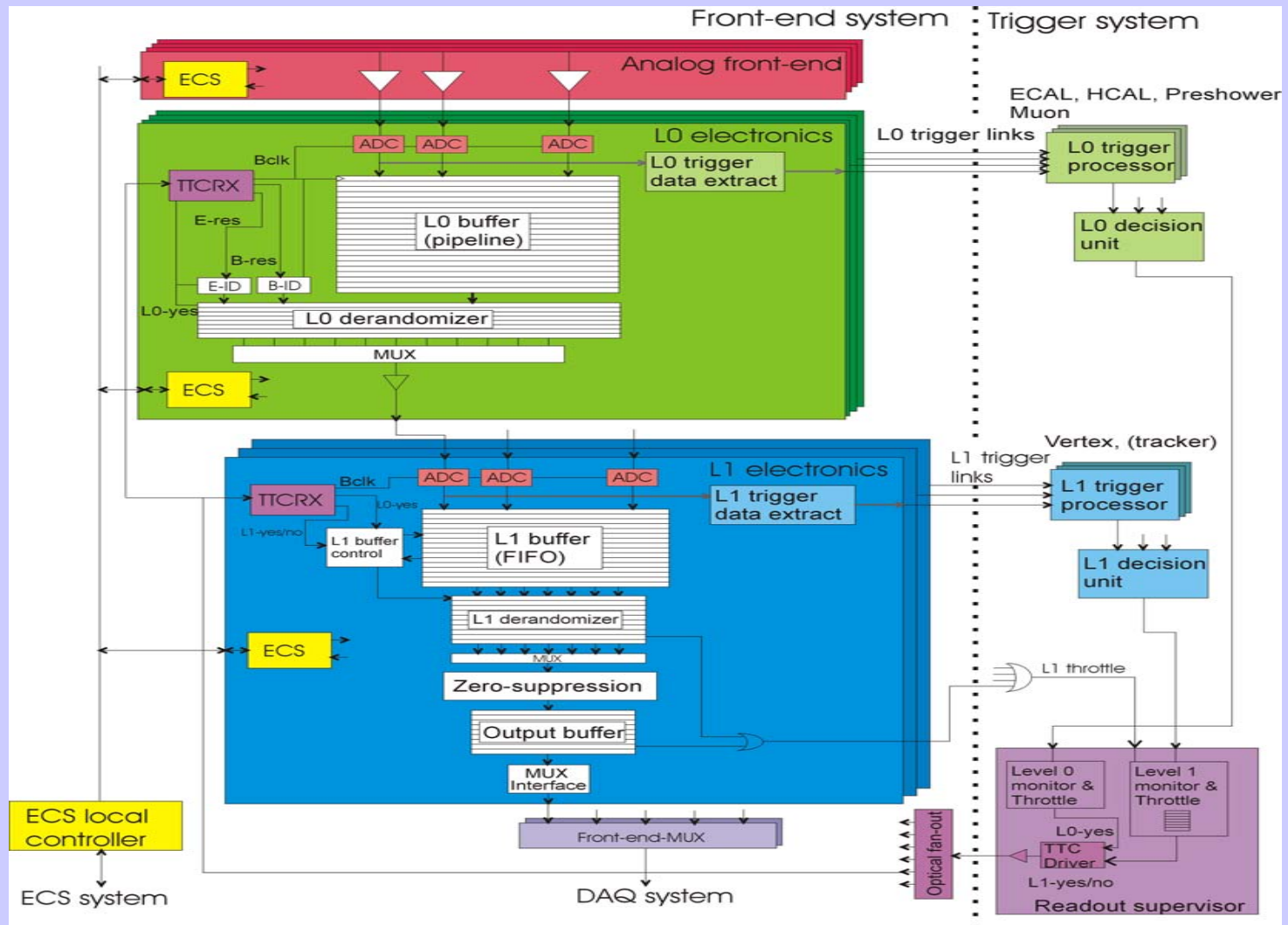
Schemat układu pomiarowego

Figure 9.12 Simple readout scheme for an anode wire.



Elektronika front-end

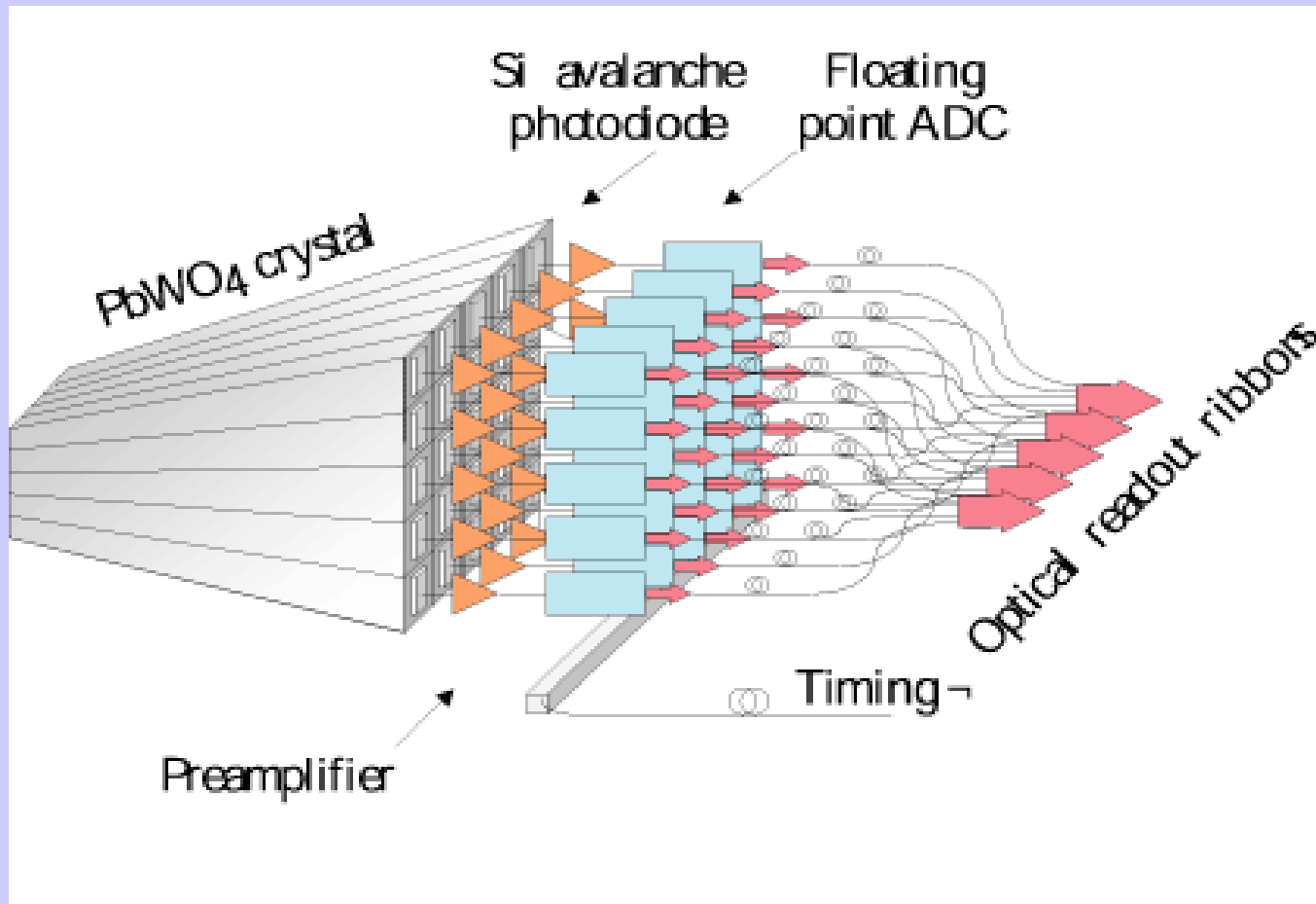
Układy pomiarowe



Elektronika front-end

Elektronika odczytu dla kalorymetrów

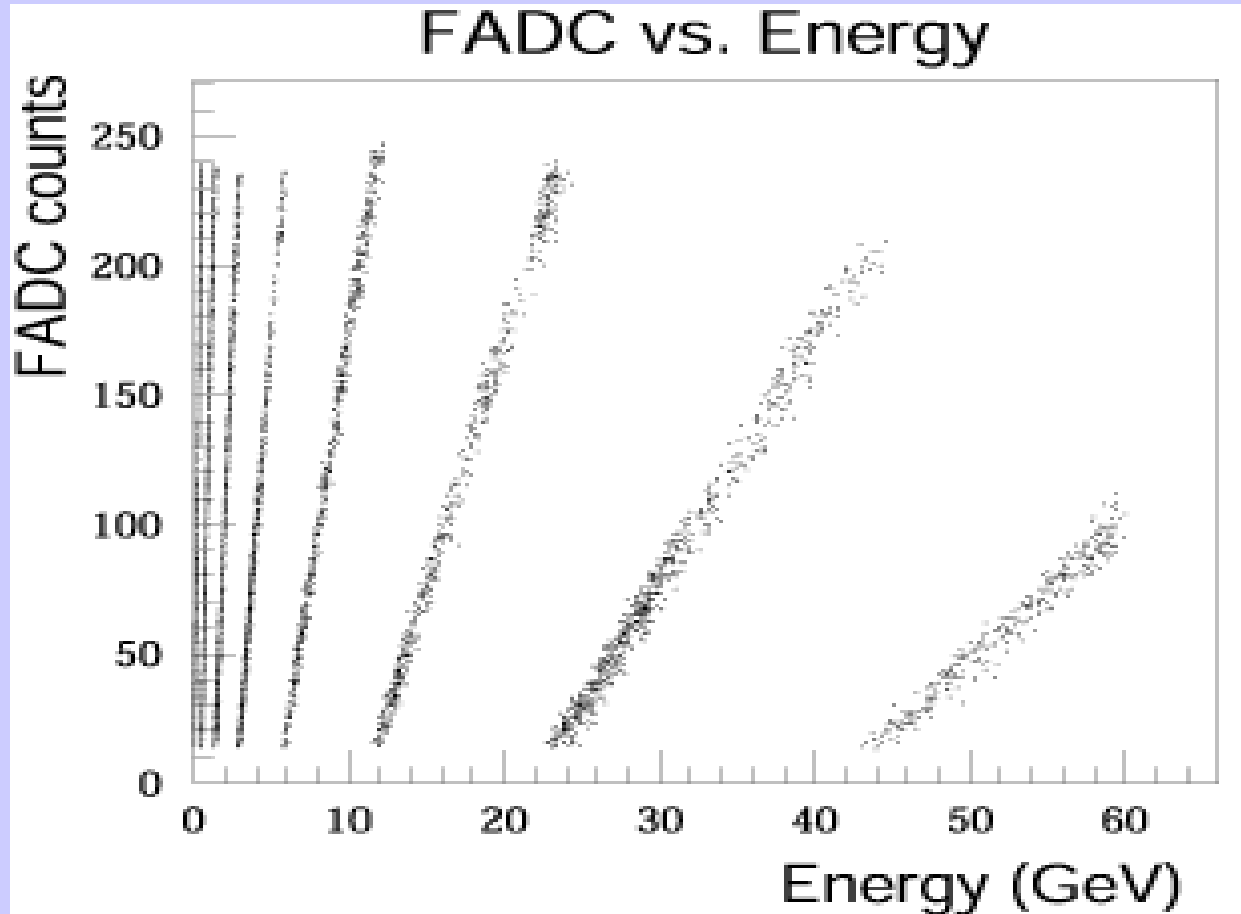
Elektronika odczytu dla kalorymetru CMS



Elektronika front-end

Elektronika odczytu dla kalorymetrów

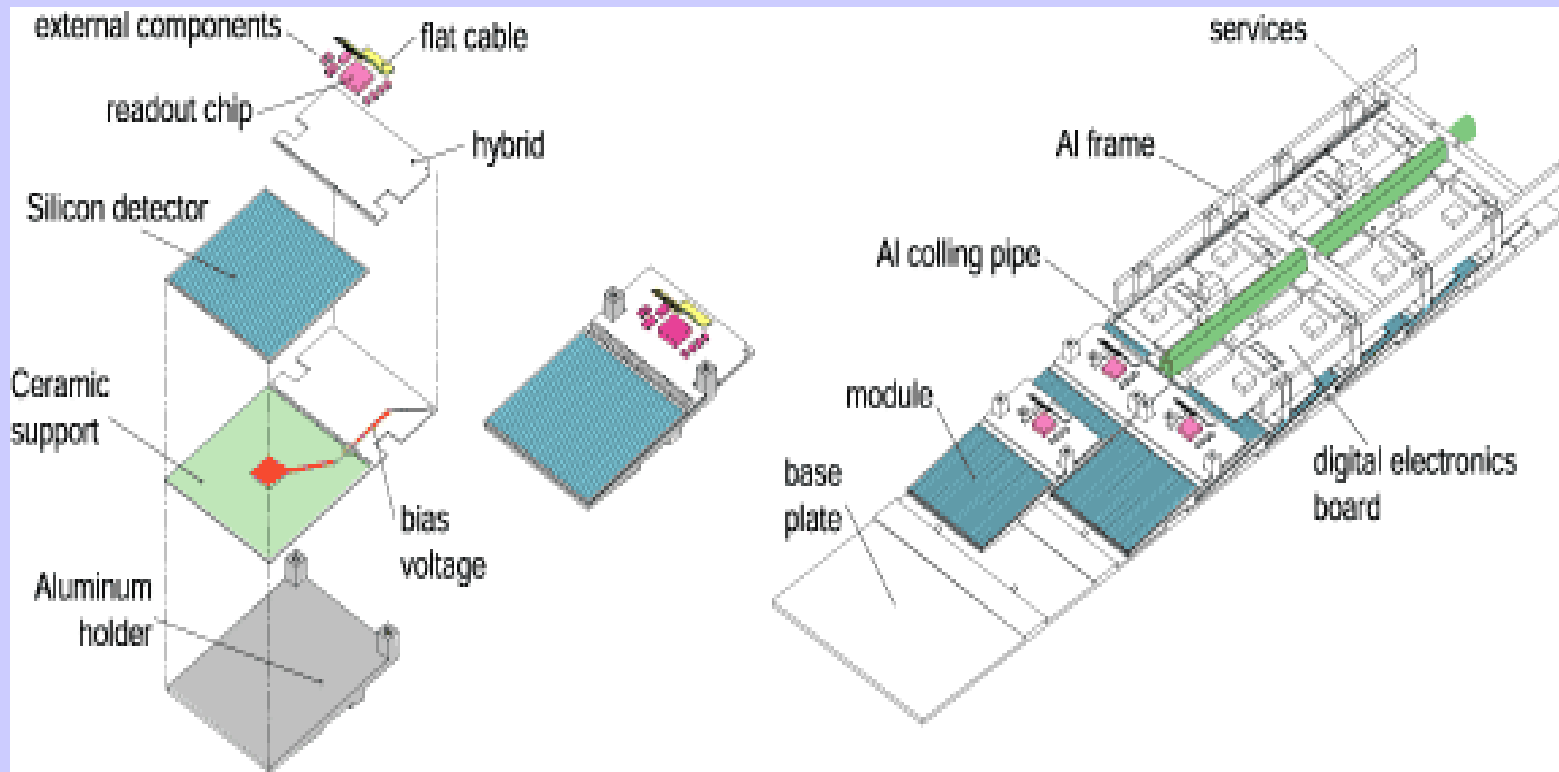
Elektronika odczytu dla kalorymetru CMS – ADC



Elektronika front-end

Elektronika odczytu dla kalorymetrów

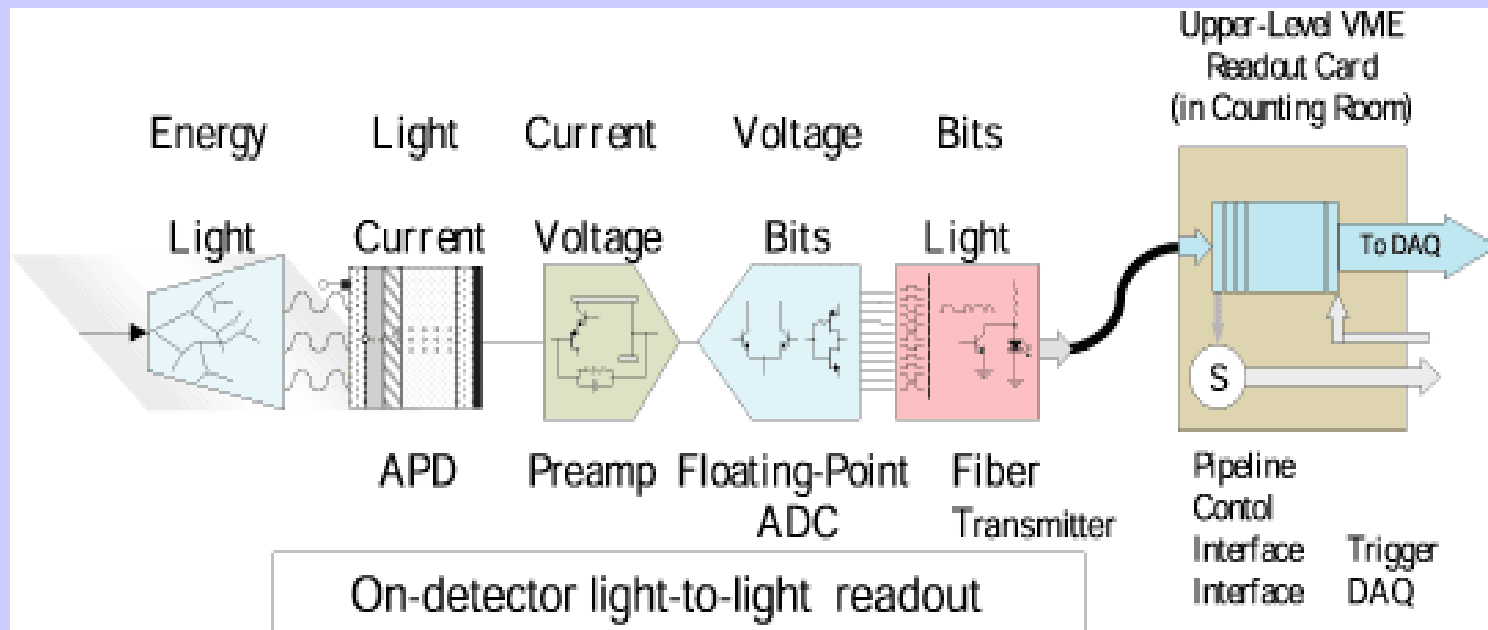
Elektronika odczytu dla „wstępnego” kalorymetru CMS



Elektronika front-end

Transmisja sygnałów

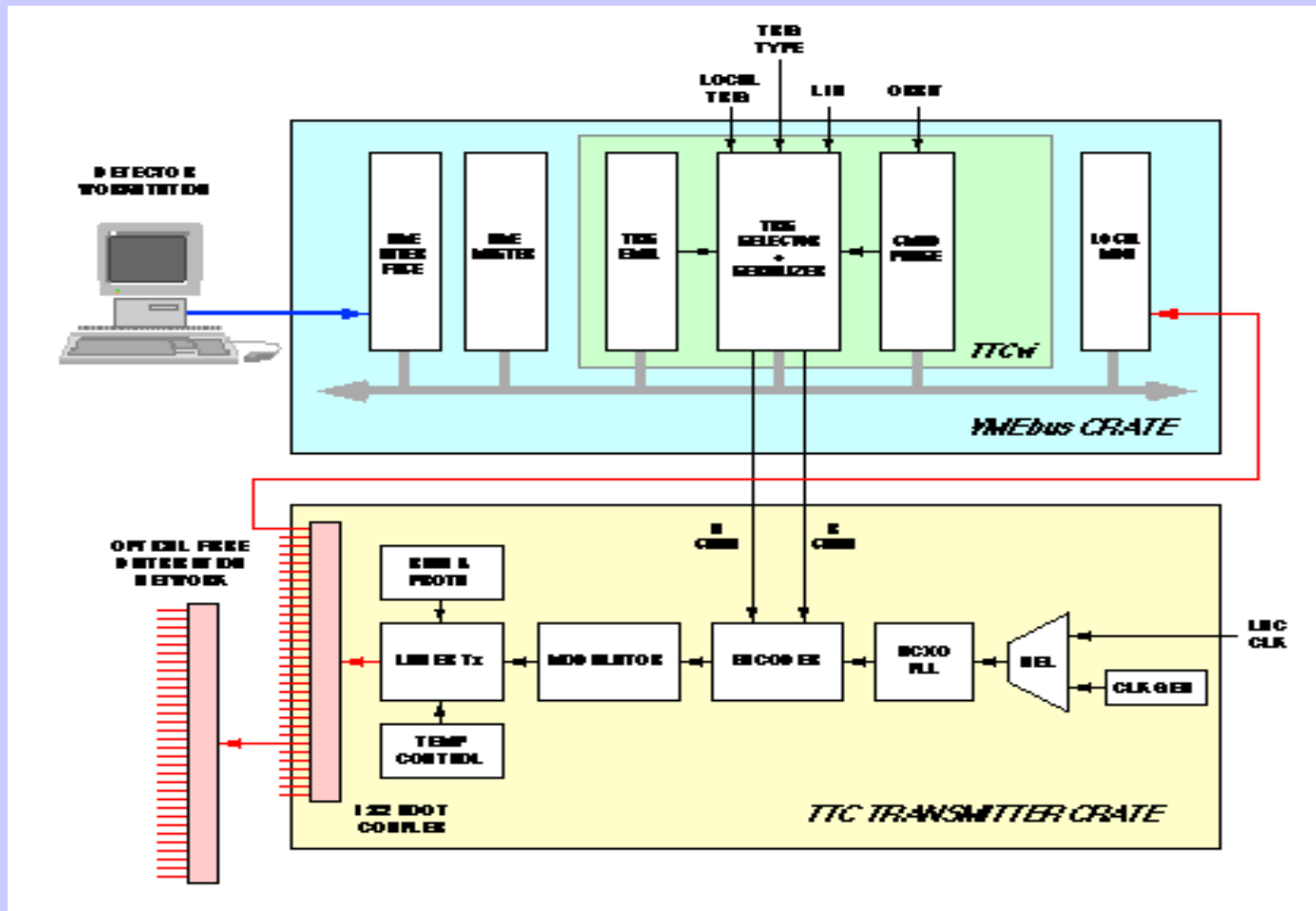
Elektronika odczytu dla kalorymetru CMS



Elektronika front-end

Synchronizacja

Schemat układu synchronizacji dla LHC

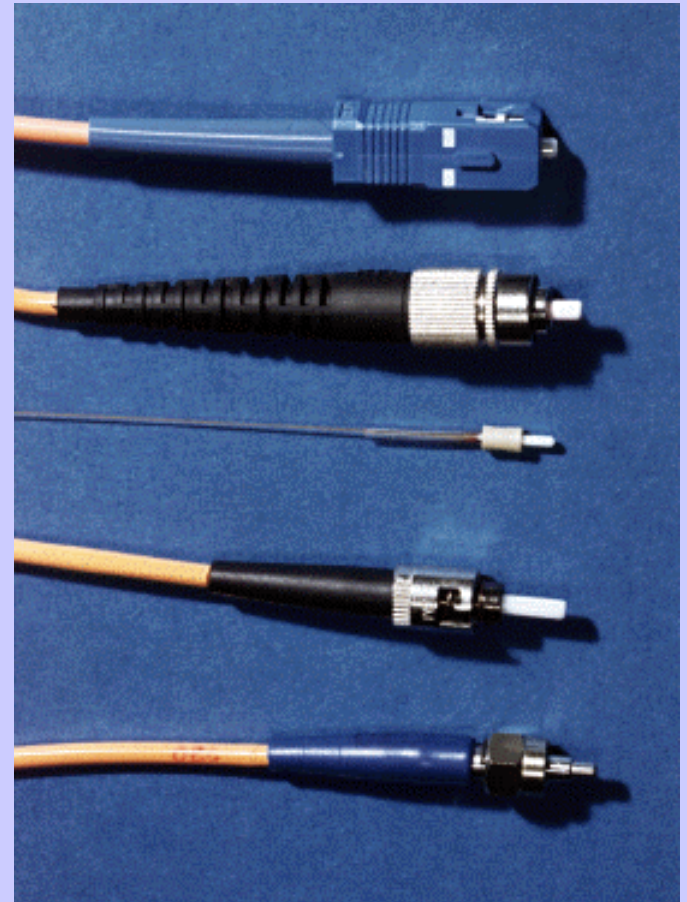
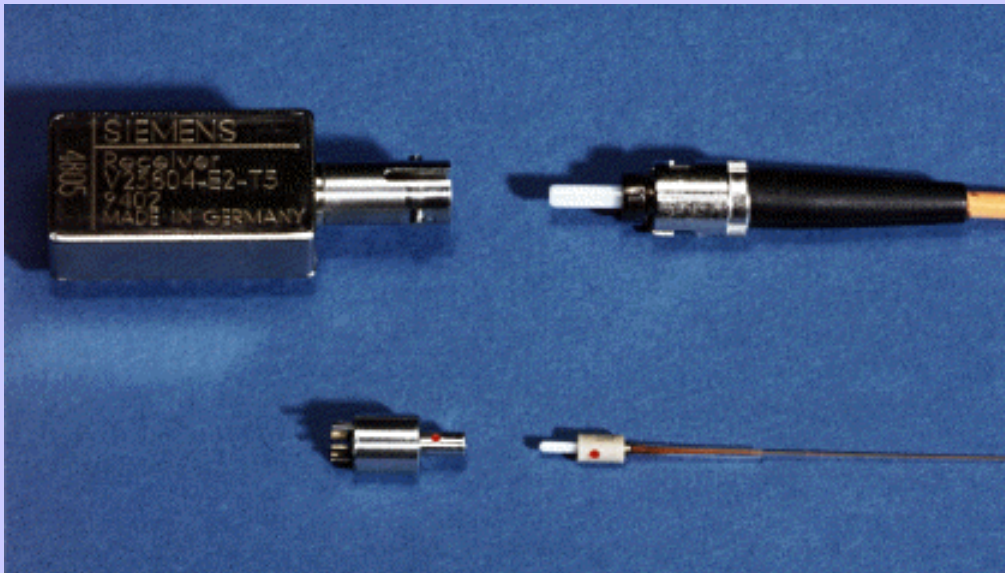


Elektronika front-end

Transmisja sygnałów

Opto-elektronika

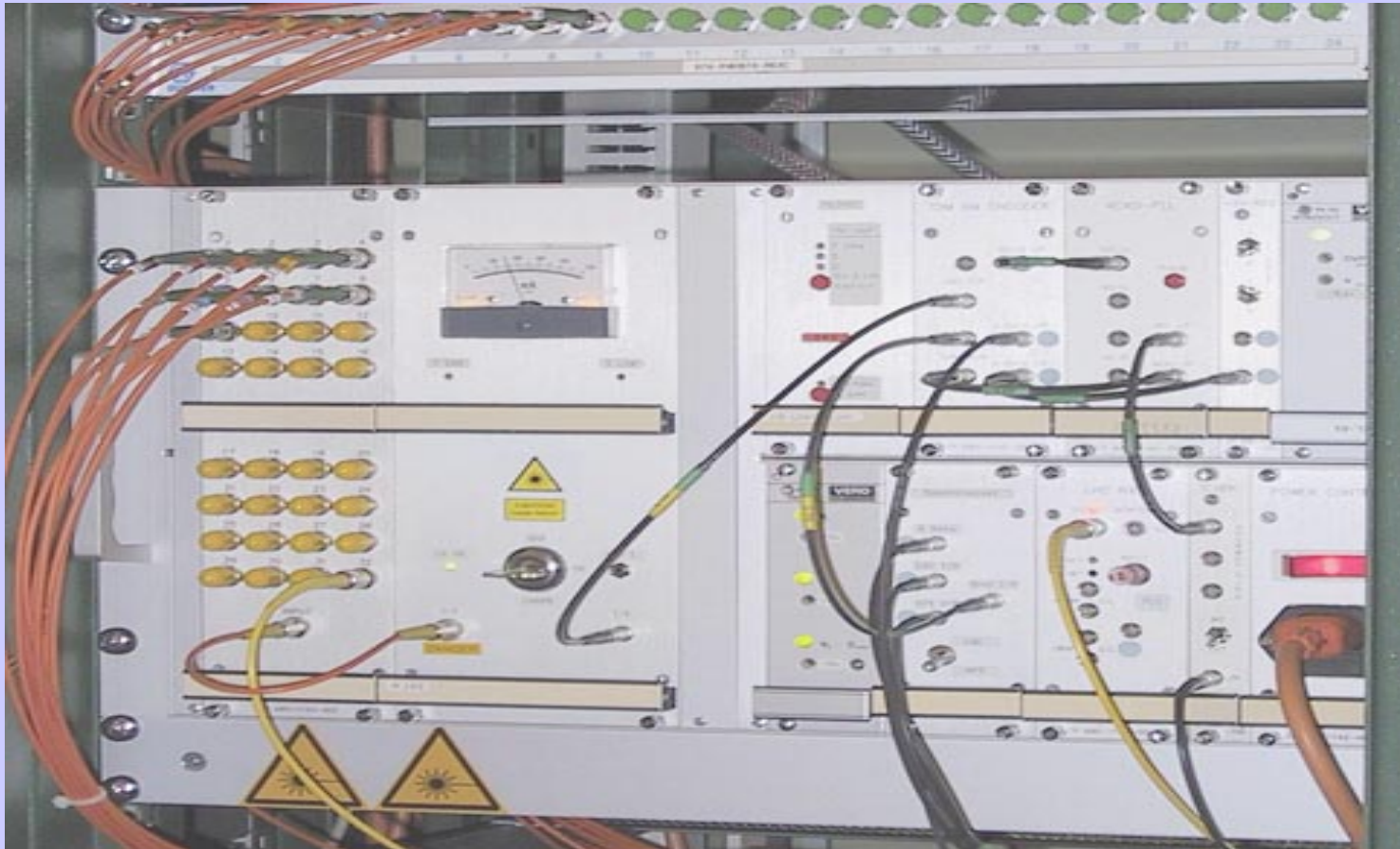
- światłowody
- diody i lasery (VCSEL)
- fotodiody



Elektronika front-end

Synchronizacja

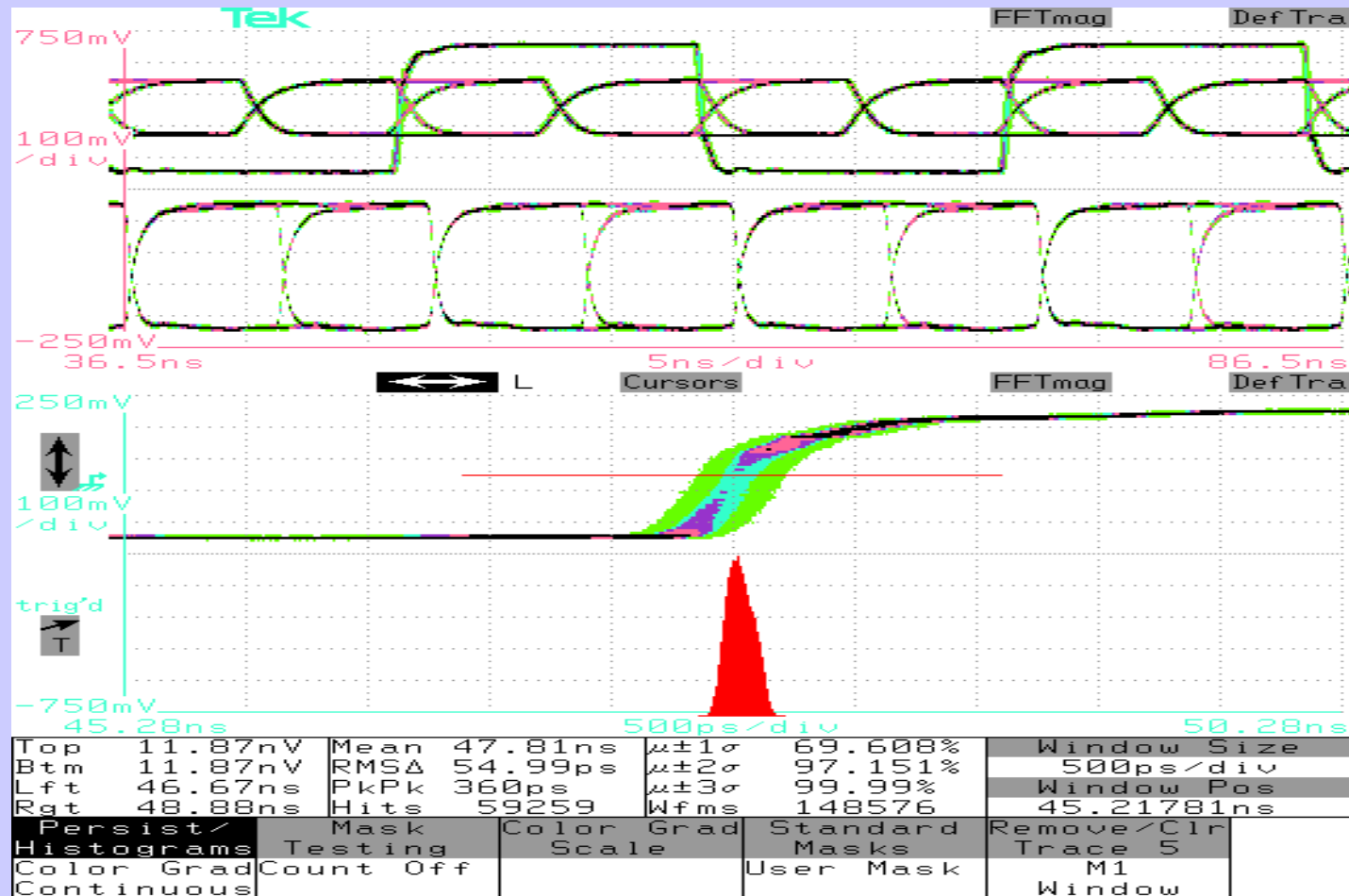
Układ synchronizacji dla eksperymentów LHC



Elektronika front-end

Synchronizacja

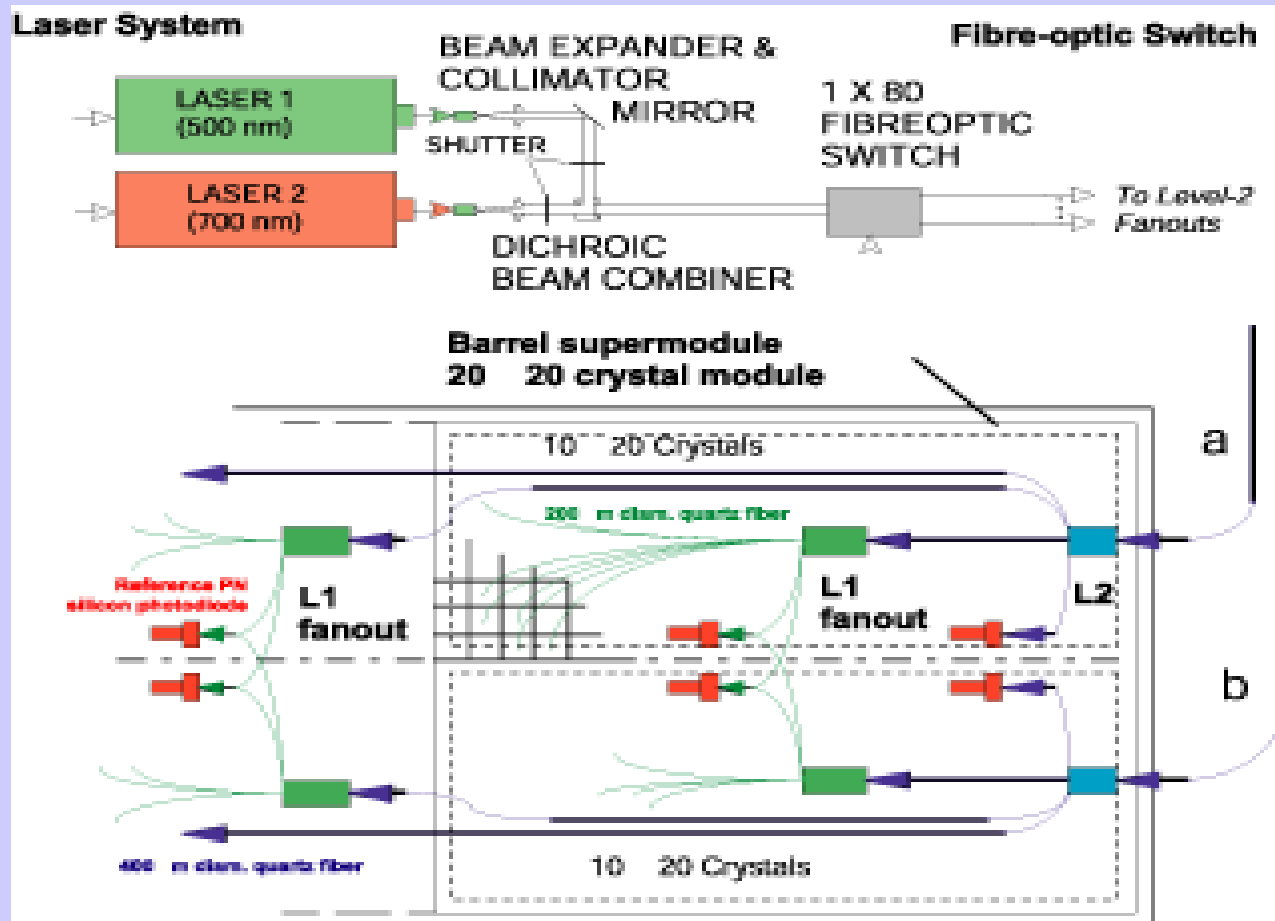
Parametry układu synchronizacji dla eksperymentów LHC



Elektronika front-end

Kalibracja

Układ kalibracji elektroniki odczytu kalorymetru EM CMS



Elektronika front-end

Elektronika VLSI

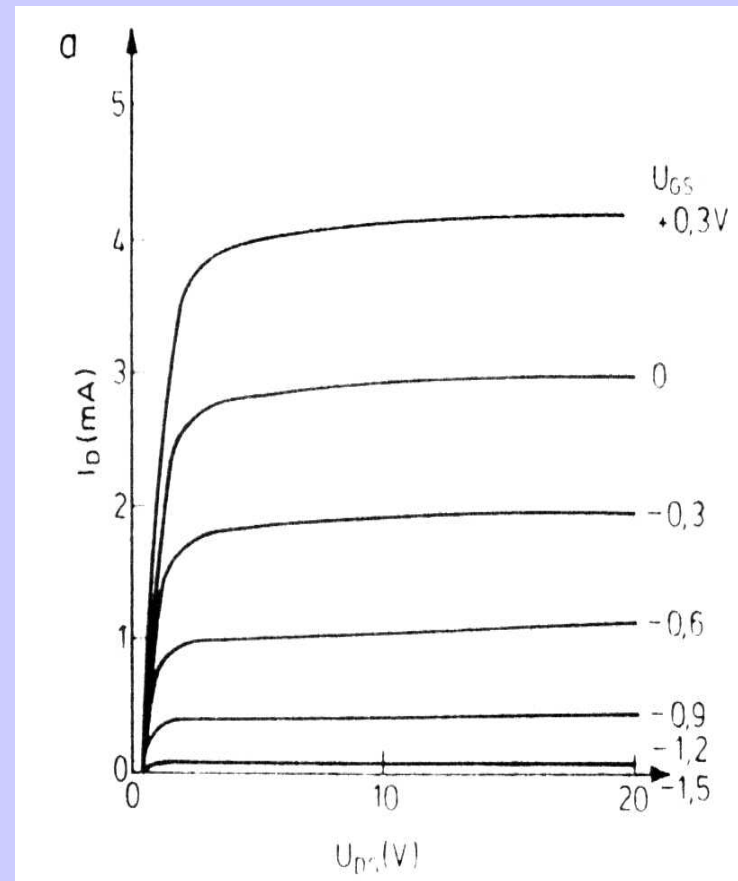
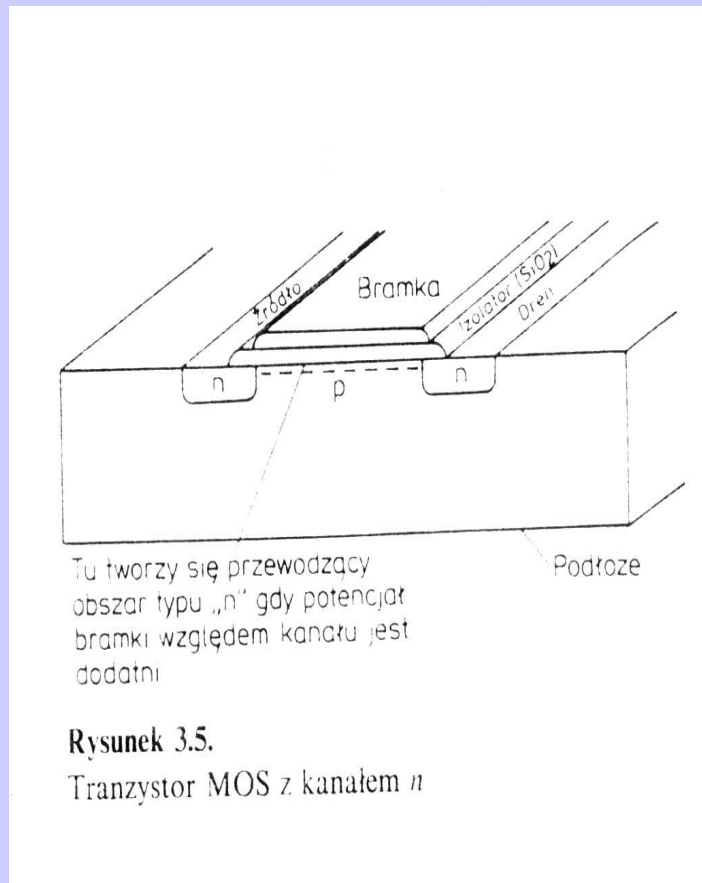
Elektronika VLSI

- **Technologia MOS tania i dostępna**
 - Rozpowszechnienie elektroniki w życiu codziennym
 - Popularyzacja nowych technologii (szkoły, uczelnie)
 - Komputerowe narzędzia projektowania (Spice, Verilog, Cadence)
 - Programy dzielenie kosztów prototypów (MOSIS, Europractice)
- **Znaczenie dla fizyki**
 - Możliwość budowania bardziej zwartych detektorów
 - Np. detektorów wierzchołka
 - Możliwość optymalizacji układów odczytu
 - Optymalizacja stosunku sygnał/szum
 - Mniejszy pobór mocy
 - Nowe pomysły układowe:
 - Bardziej skomplikowane
 - Bardziej precyzyjne (kalibracja)
 - Odporne na promieniowanie

Elektronika front-end

Elektronika VLSI

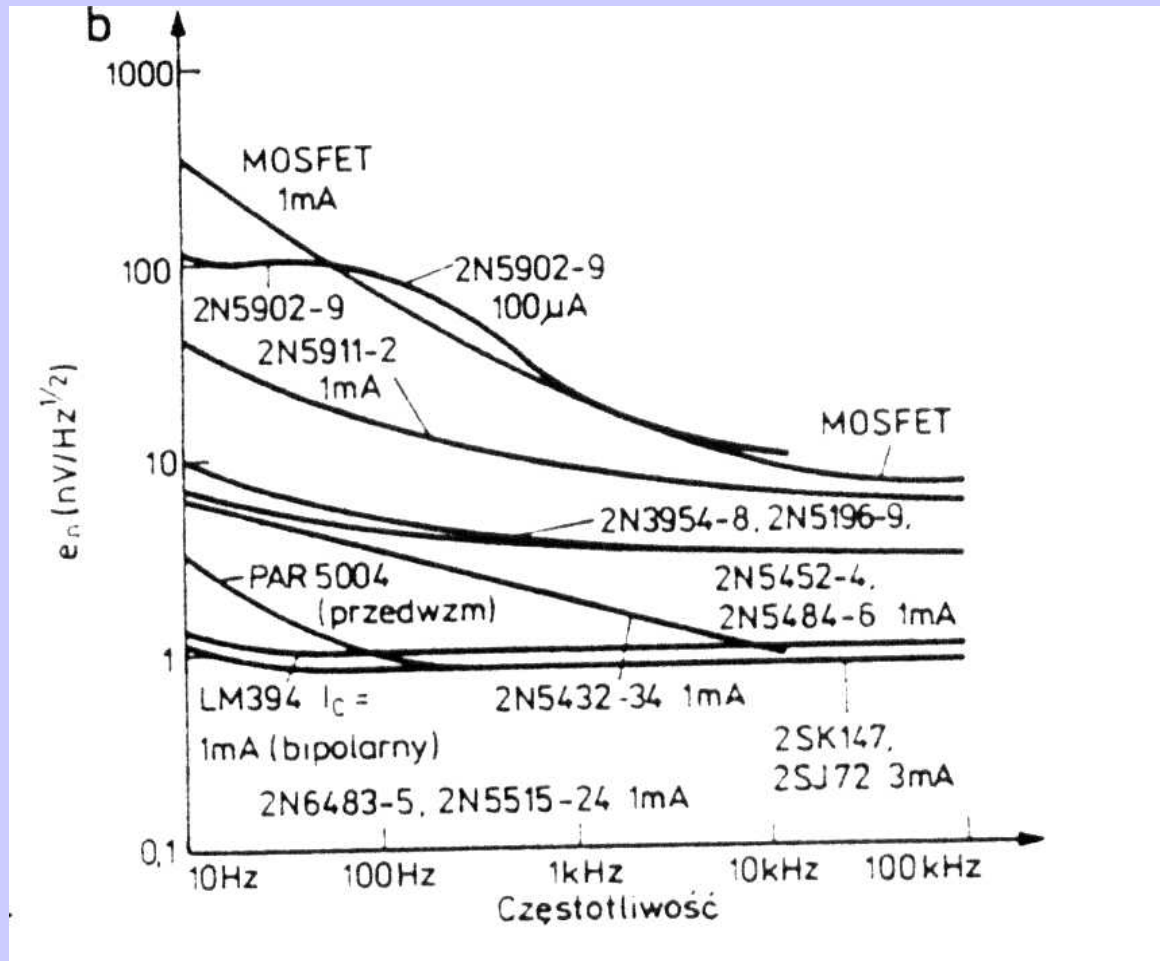
Tranzystor MOS



Elektronika front-end

Elektronika VLSI

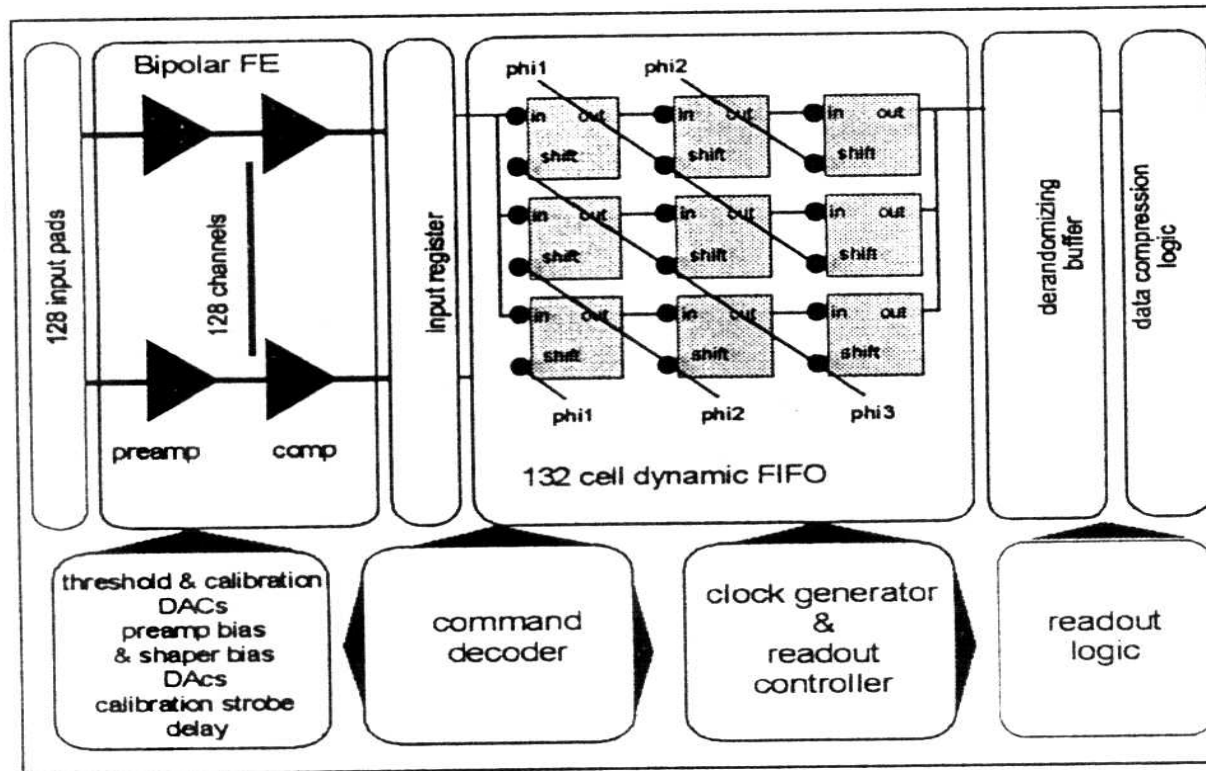
Szumy tranzystorów



Elektronika front-end

Elektronika odczytu dla detektorów krzemowych

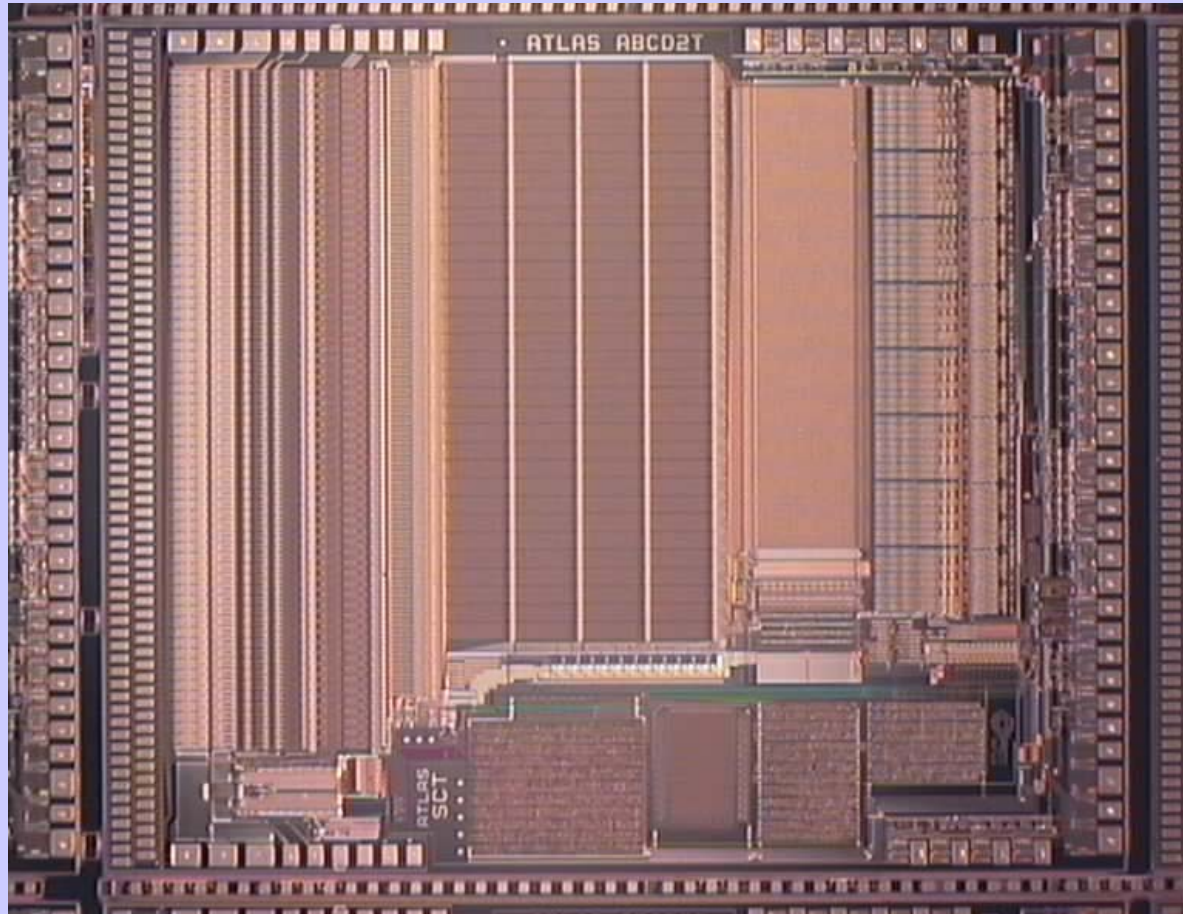
Układ scalony ABCD2T dla detektora torów SCT ATLAS'a



Elektronika front-end

Elektronika odczytu dla detektorów krzemowych

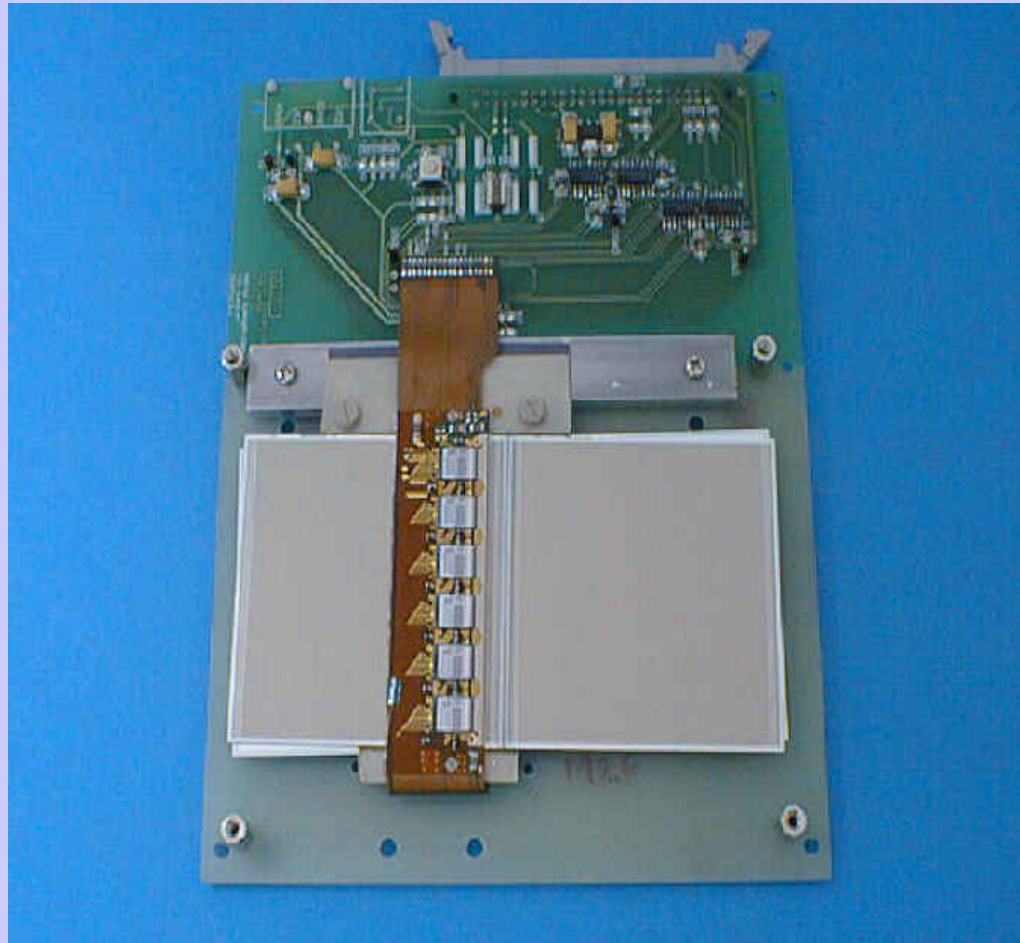
Układ scalony ABCD2T dla detektora torów SCT ATLAS'a



Elektronika front-end

Elektronika odczytu dla detektorów krzemowych

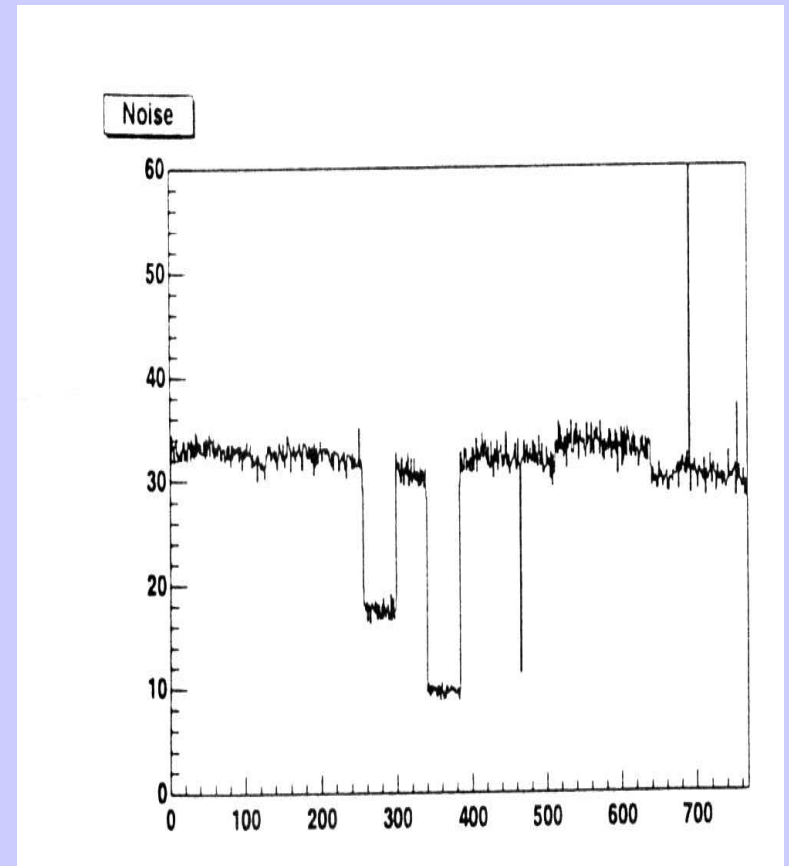
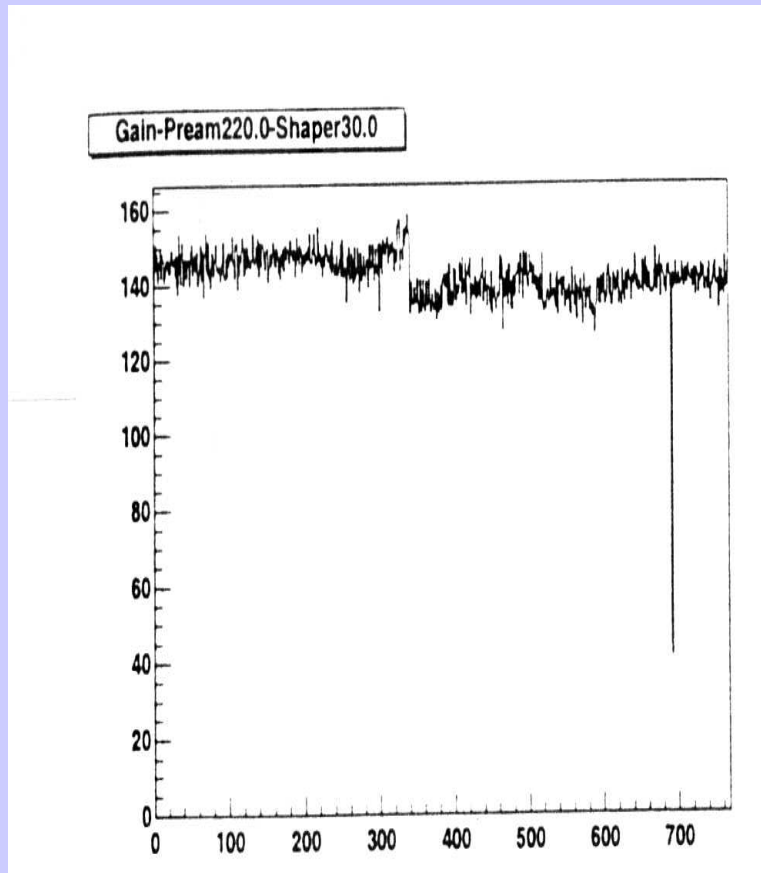
Układ scalony ABCD2T dla detektora torów SCT ATLAS'a



Elektronika front-end

Elektronika odczytu dla detektorów krzemowych

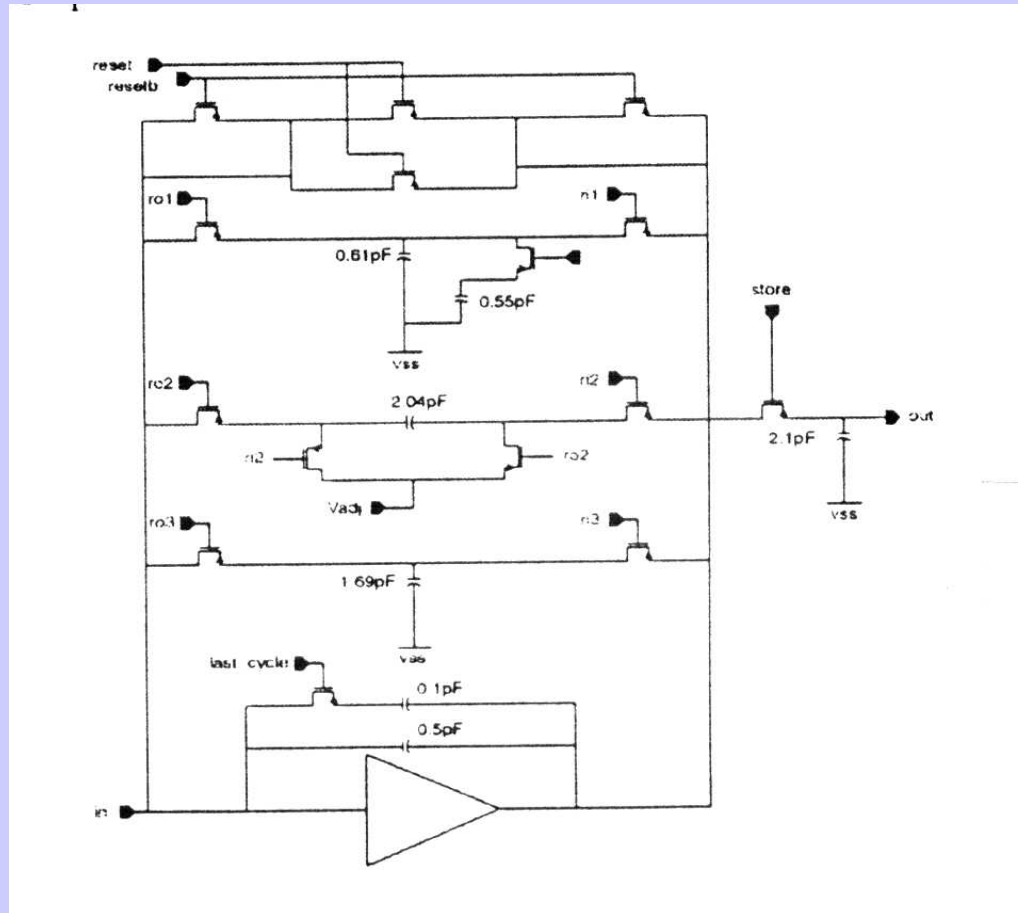
Układ scalony ABCD2T dla detektora torów SCT ATLAS'a



Elektronika front-end

Elektronika odczytu dla detektorów krzemowych

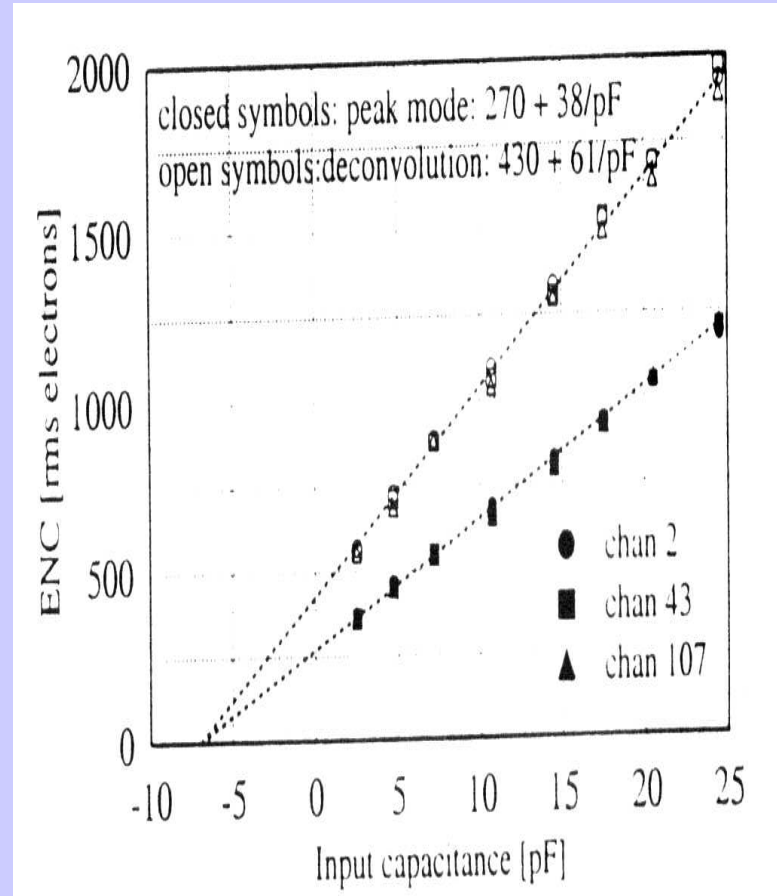
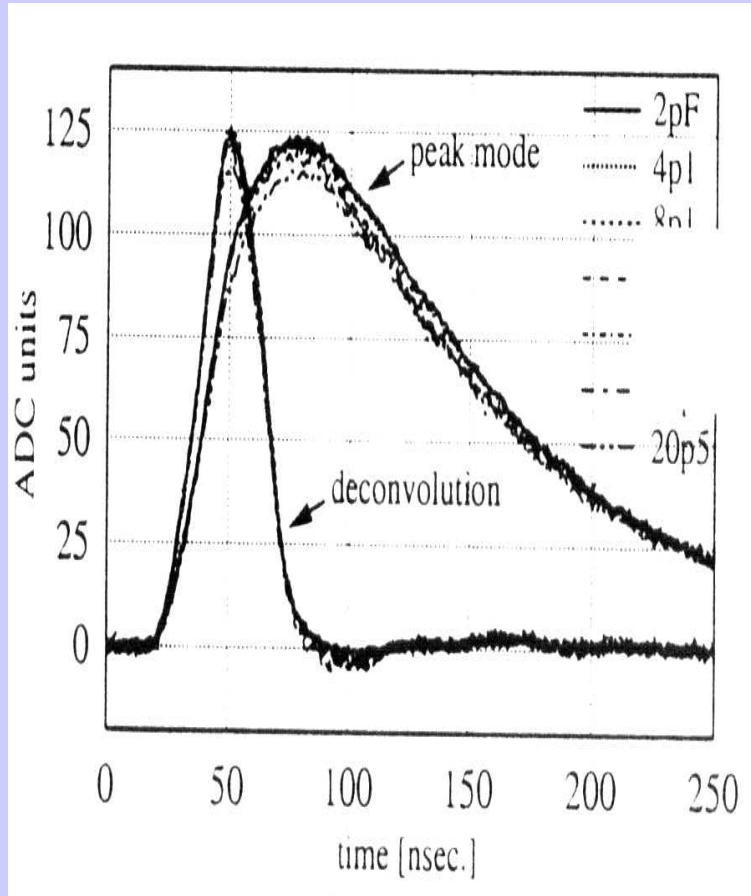
Układ scalony APV25A dla krzemowego detektora torów CMS



Elektronika front-end

Elektronika odczytu dla detektorów krzemowych

Układ scalony APV25A dla krzemowego detektora torów CMS

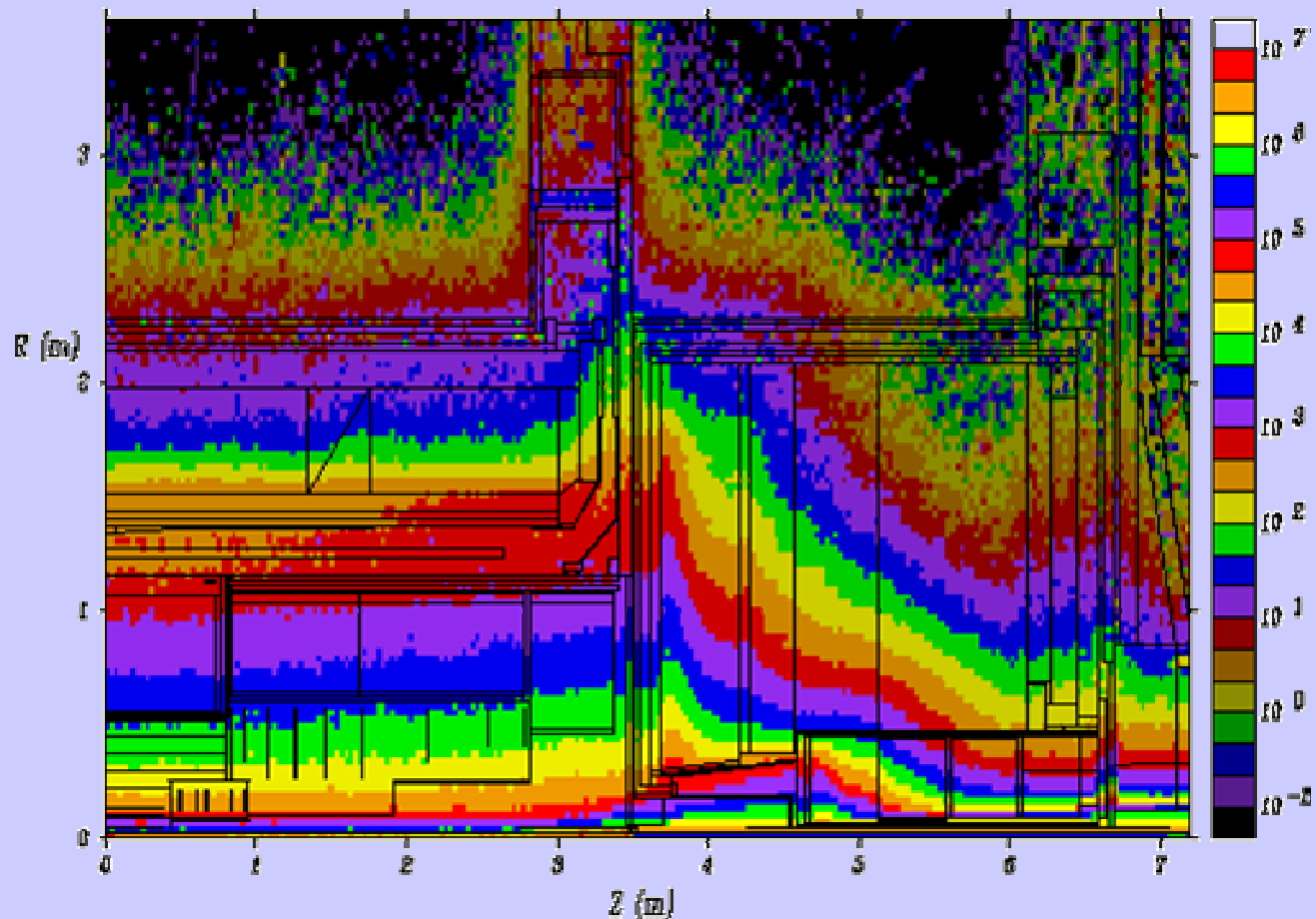


Elektronika front-end

Efekty radiacyjne

Spodziewane dawki promieniowania w eksperymencie ATLAS

ATLAS October, 1000 Evt_s - Ionization Dose, Gy/Run-Year

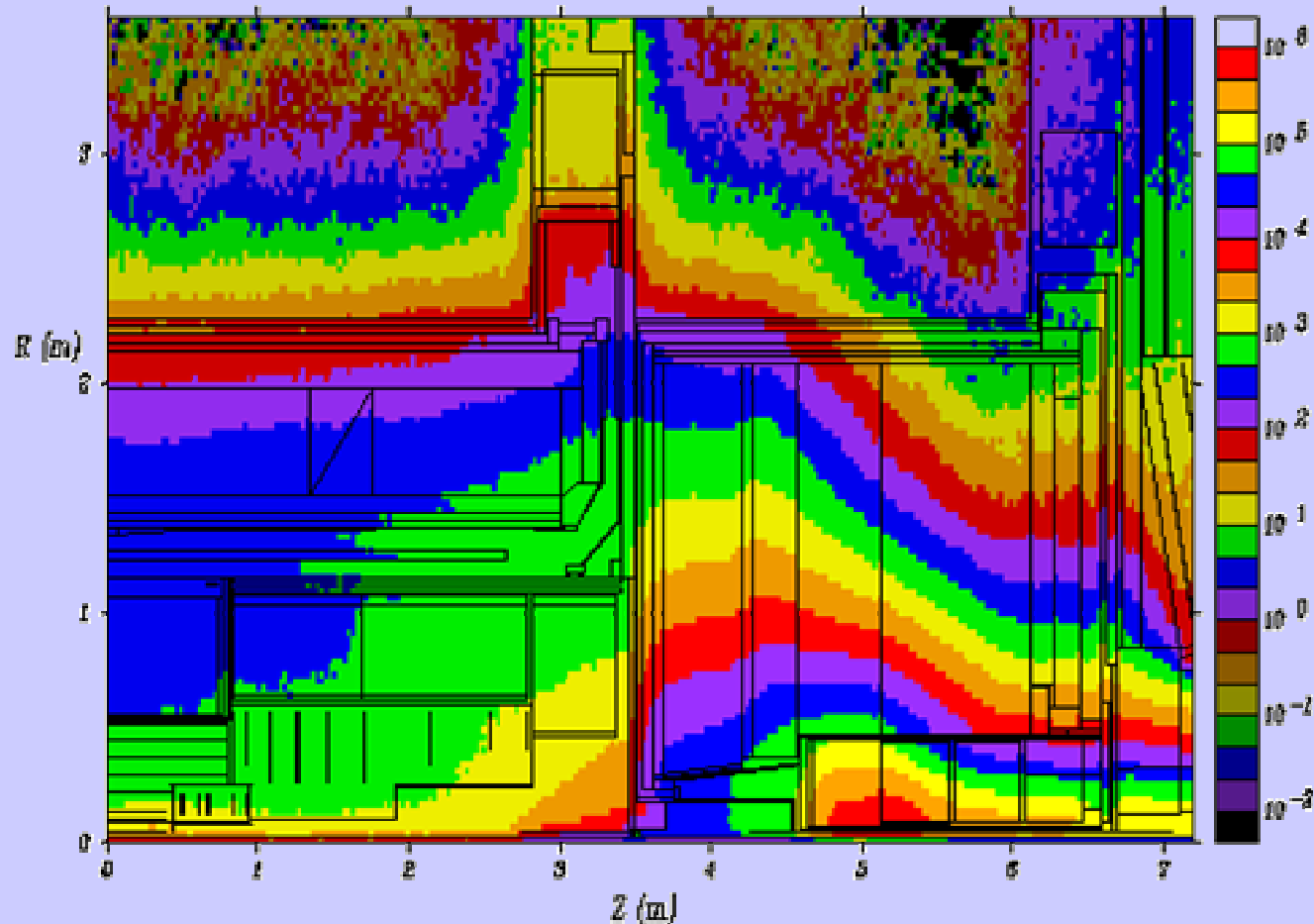


Elektronika front-end

Efekty radiacyjne

Spodziewane dawki promieniowania w eksperymencie ATLAS

ATLAS October, 1000 Eris - Neutrons Above 100 KeV, KHz/cm^2



Elektronika front-end

Efekty radiacyjne

Zmiana parametrów tranzystorów po naświetlaniu

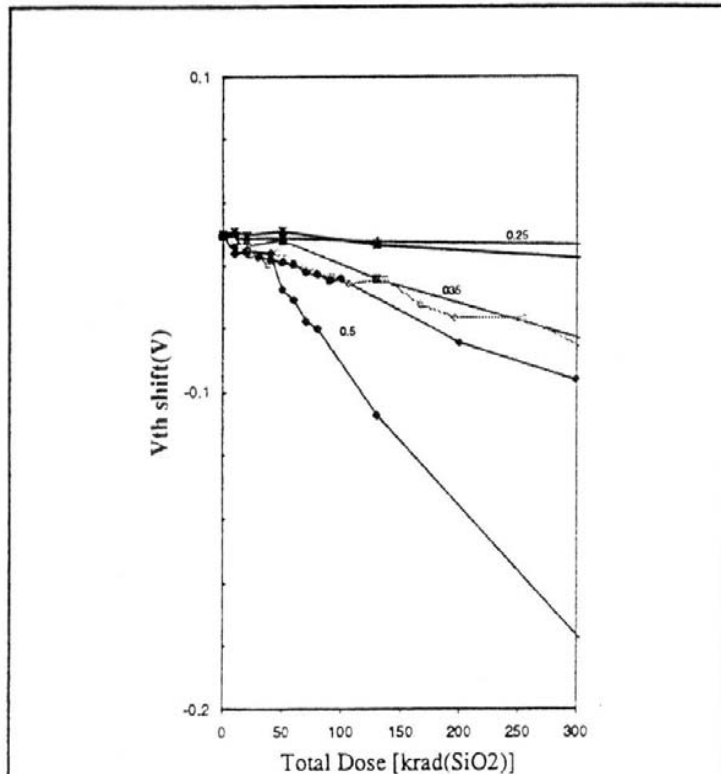
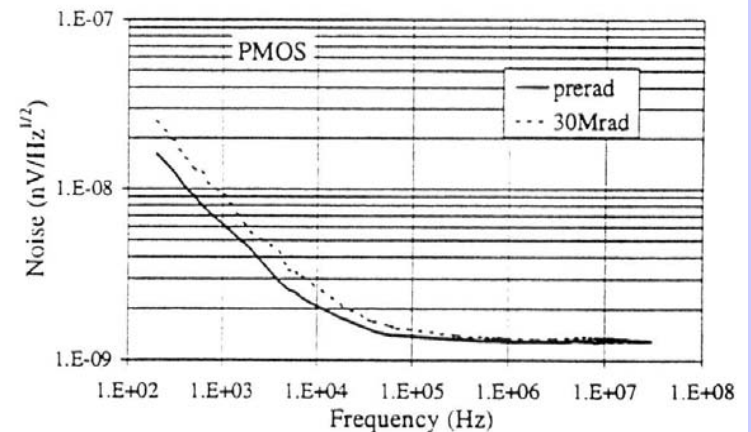
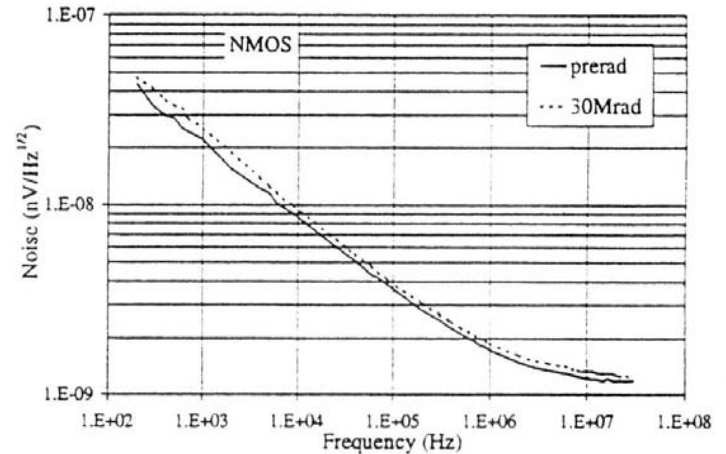


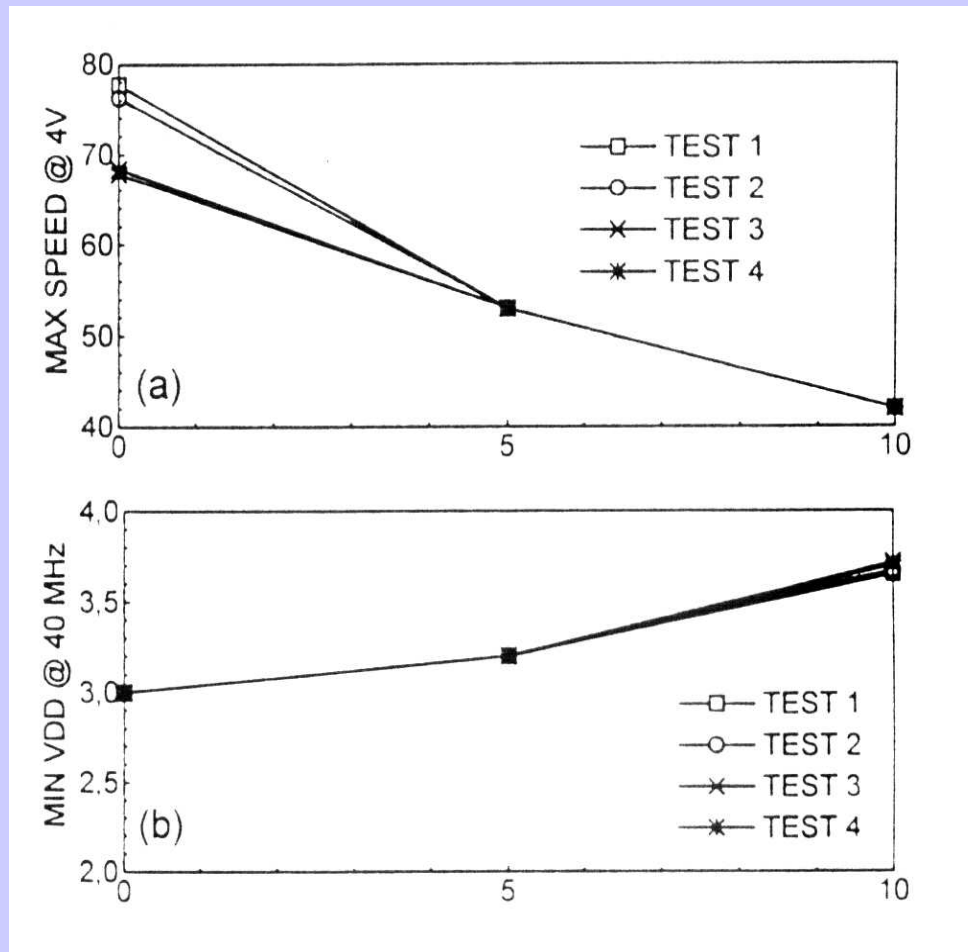
Figure 1 Threshold voltage shift of NMOS transistors from 6 different CMOS processes with feature size ranging from 0.5 μm to 0.25 μm . Gate thickness varies from 6nm to 12nm.



Elektronika front-end

Efekty radiacyjne

Zmiana charakterystyk układów po naświetlaniu



Elektronika front-end

Efekty radiacyjne

Efekty pojedyncze (SEE)

