



Ente per le Nuove tecnologie,
l'Energia e l'Ambiente



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

Compensazione della componente continua del segnale ODC: Ampliamento della risposta dinamica

R. Bruschi, C. Stringola, S. Giammartini, M. Nobili





Ente per le Nuove tecnologie,
l'Energia e l'Ambiente



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

Compensazione della componente continua del segnale ODC: Ampliamento della risposta dinamica

R. Bruschi, C. Stringola, S. Giammartini, M. Nobili

COMPENSAZIONE DELLA COMPONENTE CONTINUA DEL SEGNALE ODC: AMPLIAMENTO DELLA RISPOSTA DINAMICA

R. Bruschi, C. Stringola, S. Giammartini (ENEA)

M. Nobili (EN.SY.EN. Srl)

Aprile 2009

Report Ricerca Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Area: Produzione e fonti energetiche

Tema: Tecnologie innovative per migliorare i rendimenti di conversione delle centrali a polverino di carbone - Sviluppo di un sistema di combustione di tipo "flameless" per impianti di produzione di elettricità con ridottissimi livelli di emissione di inquinanti e CO₂

Responsabile Tema: Stefano Giammartini, ENEA

Indice

1. Introduzione	3
2. Realizzazione del sensore con compensazione.....	3
3. Test	6
Appendice	8
Specifiche tecniche dei sensori IPL 10530.....	8
Specifiche tecniche della scheda di acquisizione NI-PCI 6110 S	11

1. Introduzione

In questo report viene descritta la realizzazione di un sensore ottico (per il sistema ODC) potenziato rispetto a quelli precedentemente utilizzati perché permette maggiore dinamica al segnale luminoso. Il miglioramento si è ottenuto intervenendo all'ingresso dello stadio di amplificazione compensando la parte costante del segnale, il “**fondo luminoso**” che non contiene informazione utile. In questo modo la dinamica è disponibile interamente per la **fluttuazione luminosa**, che contiene le informazioni sul processo di combustione.

Con questa configurazione è possibile accettare segnali con fondo elevato senza intervenire otticamente (filtri o altro), ossia mantenendo una struttura ottica più semplice possibile.

2. Realizzazione del sensore con compensazione

E' stato utilizzato il foto-diode con amplificazione integrata IPL 10530 HAL il cui schema è riportato in Figura 1a (per maggiori dettagli vedi appendice).

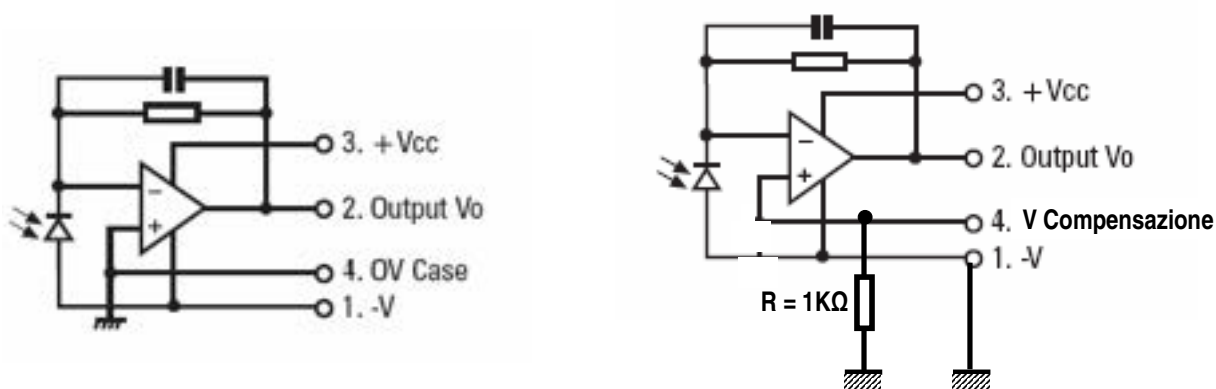


Figura 1 – a) schema del sensore IPL 10530 HAL; b) schema del sensore IPL 10530 HAL modificato

La funzione differenziale, come si può vedere, è usabile e disponibile rendendo floating l'ingresso positivo tramite l'inserimento di una resistenza verso massa e prendendo particolare cura che il *case* del componente rimanga isolato. Sull'ingresso positivo viene mandato il segnale di compensazione.

Lo schema è stato modificato come in Figura 1b e sul pin 4 è stato collegato un canale d'uscita della scheda d'acquisizione del sistema ODC (NI-6110 S vedi data-sheet in appendice). Sui pin 3 e 2 ci sono rispettivamente il secondo canale d'uscita della scheda e un canale d'ingresso. Con la tensione sul pin 4 posso variare l'offset del segnale V_O e portare il suo valore medio al centro della dinamica che in questo modo non è occupata inutilmente dal fondo luminoso.

E' stata realizzata in LabVIEW la routine da integrare nel sistema ODC. In Figura 2 è riportato il pannello frontale.

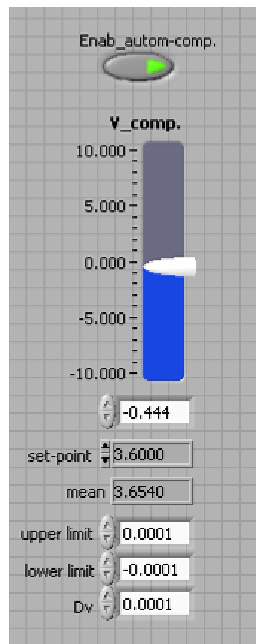


Figura 2 - Pannello frontale del VI di acquisizione e analisi per il sistema ODC (compensazione)

Vediamo quali sono i controlli e come utilizzarli

- **V_comp.** – Imposta manualmente la tensione di compensazione
- **Enab_autom-comp.** – Attivando questa funzione il sistema porta automaticamente il valor medio di V_O al set-point impostato
- **set-point** – Imposta il valore medio del segnale
- **upper limit, lower limit** – Definiscono l'intervallo di tolleranza per lo scostamento del valor medio di V_O dal set point (modalità compensazione automatica)
- **Dv** – Fattore moltiplicativo dell'incremento (o decremento) della tensione di compensazione (modalità compensazione automatica)

Sul pannello c'è anche un indicatore “mean” del valor medio di V_O .

In Figura 3 è riportato il diagramma a blocchi del modulo di compensazione che, come già detto poco sopra, fa parte di un VI più grande (la parte di compensazione è inserita nel loop di alimentazione del sensore).

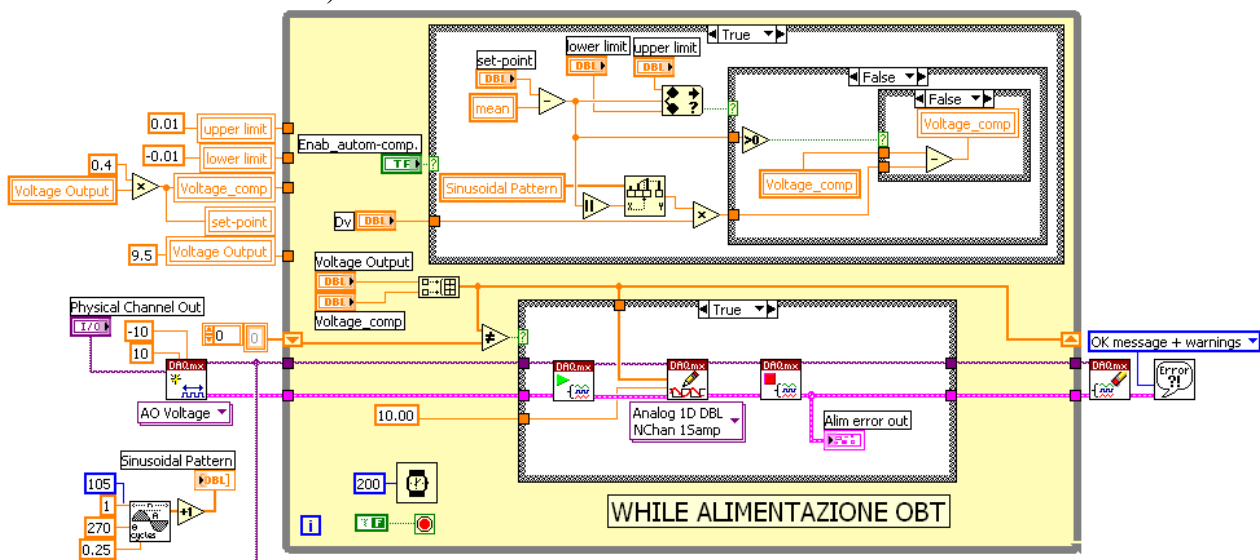


Figura 3 - Diagramma a blocchi del modulo di compensazione

Il diagramma di flusso dell'algoritmo di controllo è il seguente

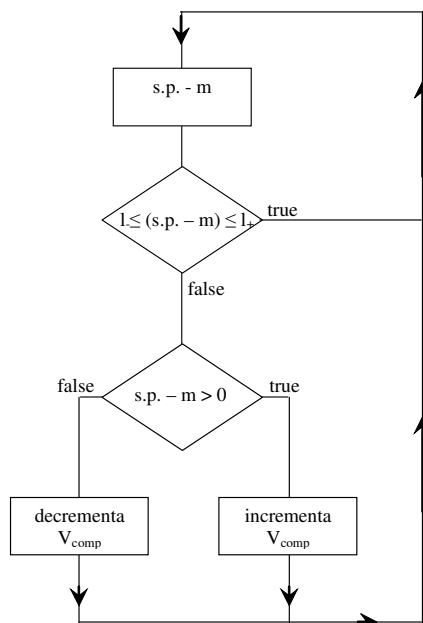


Figura 4 - Diagramma di flusso del loop di controllo della tensione di compensazione

in cui con “s.p.” si è indicato il set point , con “m” il valore medio di V_O e con l_+ e l_- upper limit e lower limit i valori che definiscono l'intervallo di tolleranza.

Viene definita una funzione scostamento - incremento come in Figura 5.

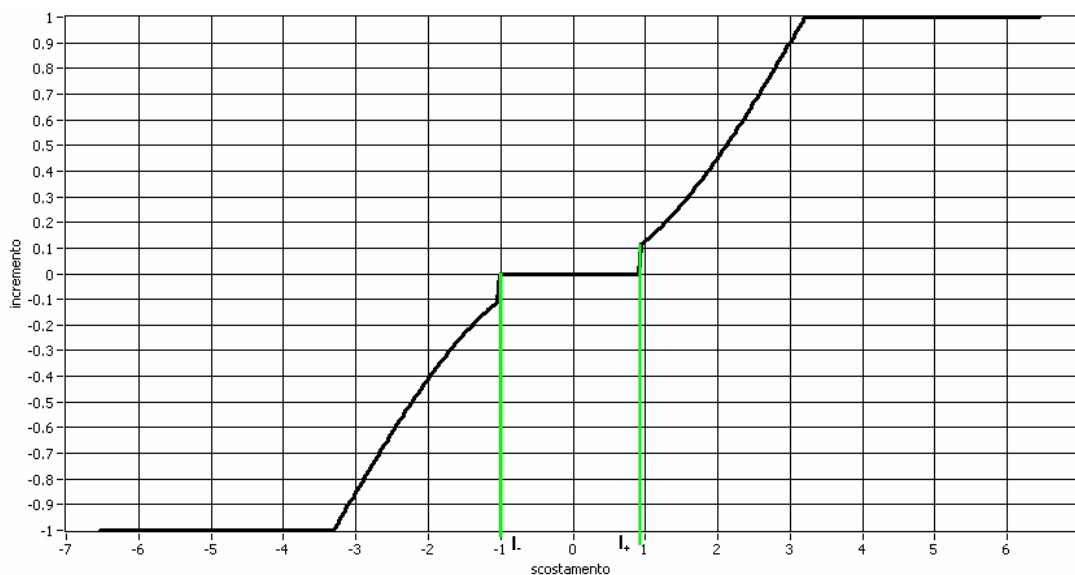


Figura 5 - Grafico della funzione scostamento - incremento per la compensazione automatica

La funzione è definita nell'intervallo $[-10V; 10V]$; è nulla nell'intervallo di tolleranza $[l_-; l_+]$, ha un andamento $1 + \cos x$ (con $\frac{3}{2}\pi \leq x \leq 2\pi$) negli intervalli $[-3.25V; l_-]$ e $[l_+; 3.25V]$; vale 1 negli intervalli $[3.25V; 10V]$ e $[-10V; -3.25V]$

L'incremento viene poi moltiplicato per il fattore D_v .

Si suppone che il fondo sia costante o vari lentamente nel tempo; se così non fosse la compensazione automatica introdurrebbe sul segnale delle componenti indesiderate. Comunque per evitare questo problema il meccanismo di compensazione automatica viene inserito all'avvio dell'impianto e disinserito nel momento in cui l'off-set del segnale è stazionario intorno al valore desiderato.

3. Test

Il sistema è stato testato nel modo seguente

- è stato generato il seguente segnale

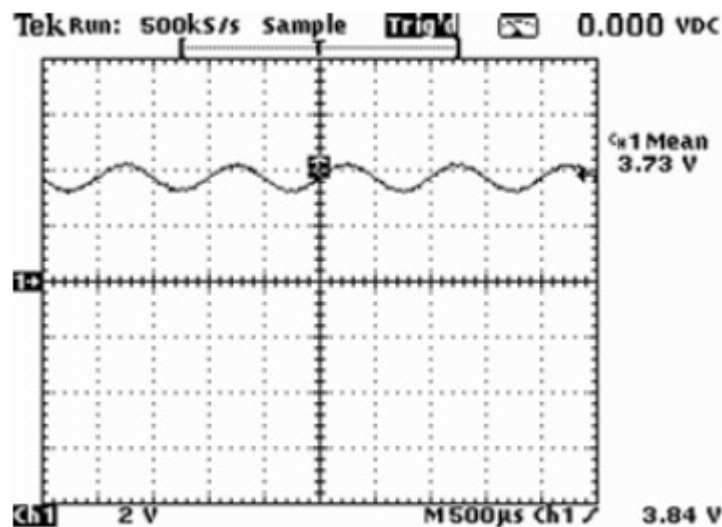


Figura 6 – segnale di test per il sistema di compensazione

- con questo segnale si è pilotato un trasmettente per fibre ottiche
- il trasmettitore è stato accoppiato al sensore ottico che ha rilevato il segnale in **Error!**

Reference source not found.

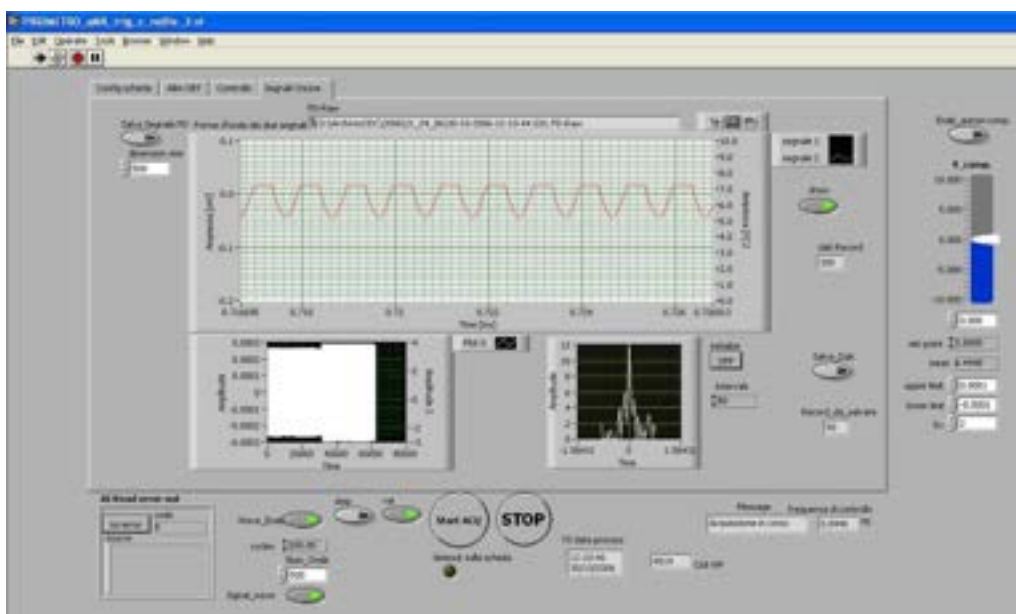


Figura 7 – Pannello frontale del sistema ODC (segnale sinusoidale in saturazione nel grafico grande)

che come si vede satura la dinamica.

- attivata la compensazione automatica con l'offset a 3.8 V il sistema ha portato il valore medio del segnale a 3.8 V evitando la saturazione (Figura 8).

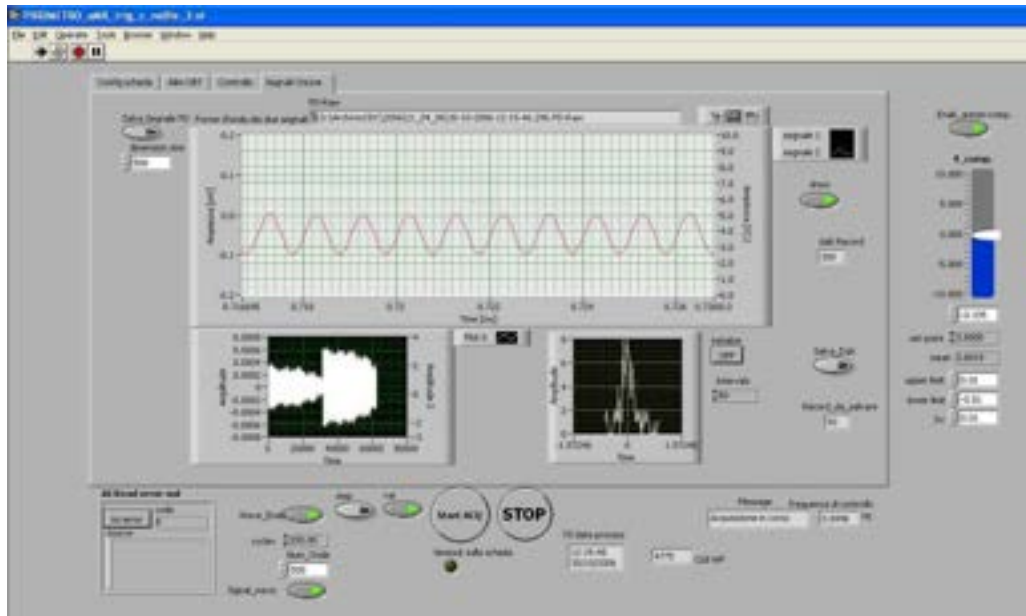


Figura 8 – Pannello frontale del sistema ODC: il sistema di compensazione ha recuperato la dinamica per il segnale sinusoidale

E' stato verificato con dei test che la risposta in frequenza del sensore non è influenzata dalla tensione di compensazione. Per maggiori dettagli si rimanda al report "Caratterizzazione e certificazione dei sensori ottici"

Appendice

Specifiche tecniche dei sensori IPL 10530

IPL 10530 Integrated Photodiode Amplifiers are a family of light-sensitive detectors, providing a voltage output proportional to the incident light level. The devices will operate from single or dual rail power sources, allowing simple interfacing with logic circuits or voltage comparators.

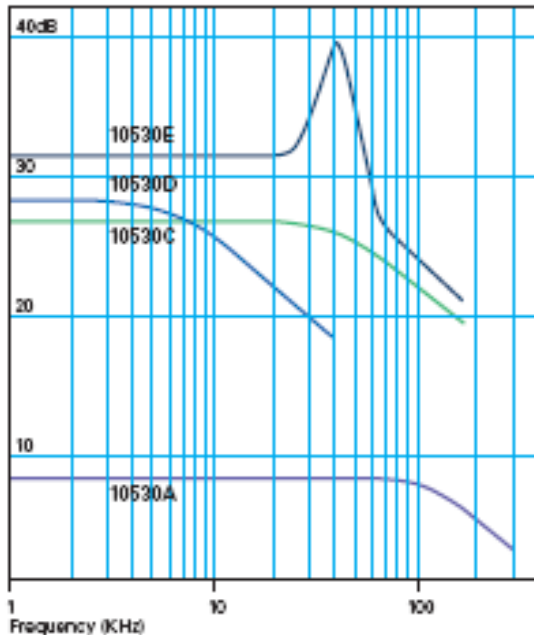
IPL Photodiode Amplifiers consist of silicon photodiodes close-coupled to amplifiers. These are mounted on ceramic substrates and hermetically sealed within T05 type metal packages to give exceptional rejection of electrical noise in arduous environments. This family provides various gain/bandwidth options to suit a wide range of applications.

Applications

The IPL 10530 range of Integrated Photodiode Amplifiers provide positive output voltage for increased light levels. These devices are especially suited to low light level applications, or those where high sensitivity or high interference rejection is required.

Ideal for use with the IPL range of Self-Monitoring Emitters, these devices provide the complete solution for the monitoring of particulate pollution in liquids and gases, water turbidity measurement or gas detection by virtue of spectral absorption bands. Gas pollution sensing, obscuration or "clouding" (nephelometry) techniques are alternative, proven applications.

Frequency Response



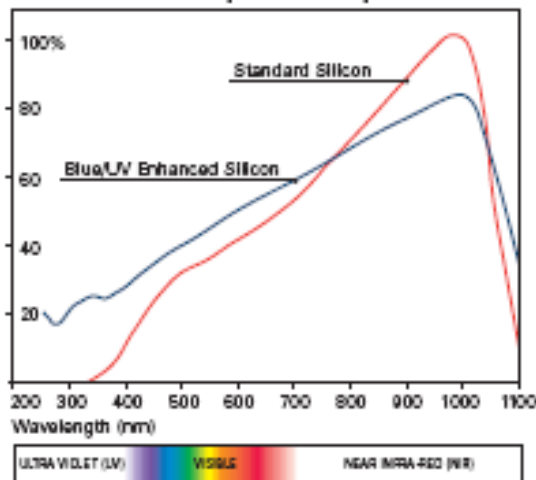
Amplifier Options

Standard feedback configurations are available to provide high sensitivity and high speed in various combinations. Undercompensated versions are available for sensitive pulse detection. Where feasible, IPL will manufacture to custom requirements.

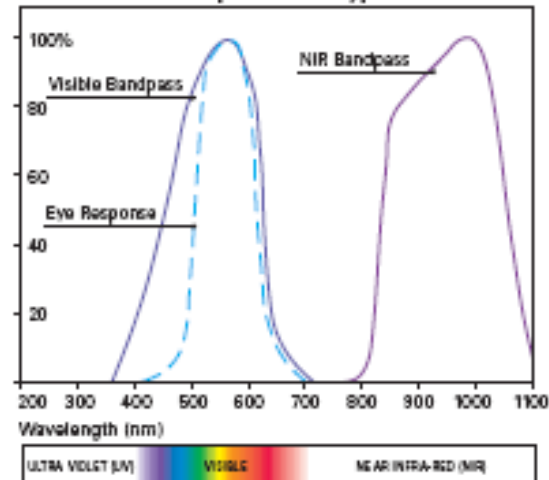
Filter Options

Eye response (BG18) or N.I.R. Bandpass (RG850). Many other filter options are available upon request.

Silicon Relative Spectral Response



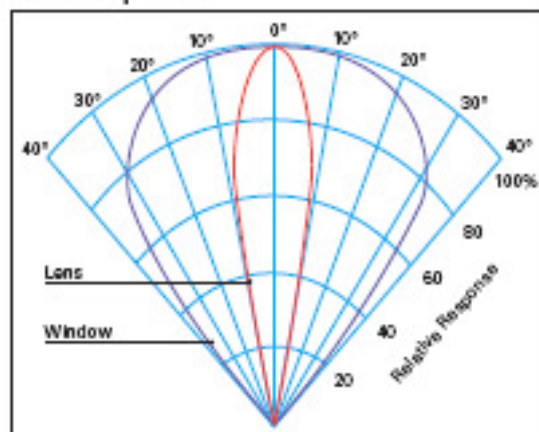
Normalised Response of Typical Filters



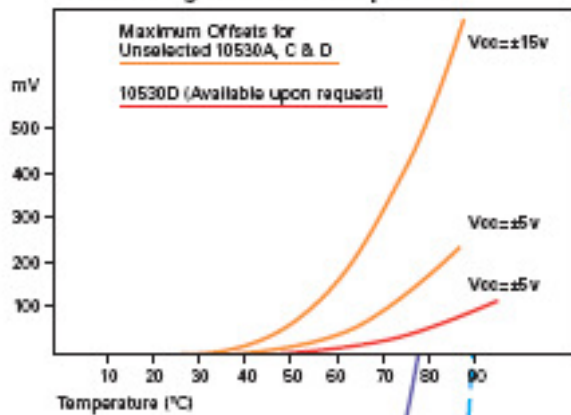
Lens and Window Options

Devices are supplied in TO5 cans with flat or lensed windows. Either window option can be provided with integral filters. Typical filters are "eye response" or IR. Specialist filters such as UV transmissive or bandpass are also available on request.

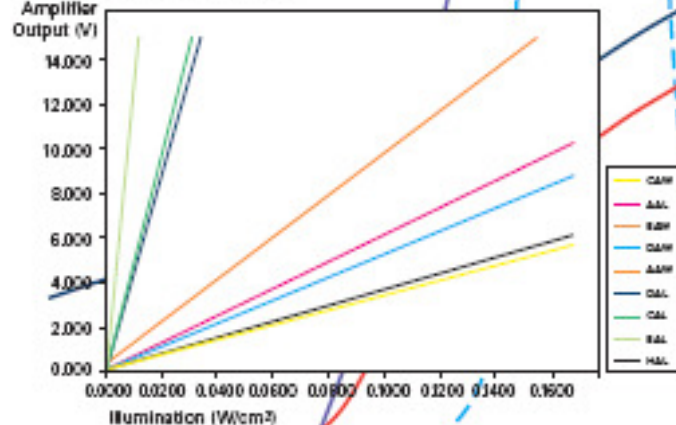
Polar Response



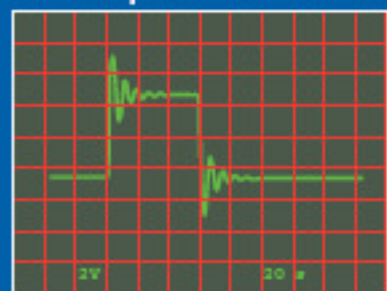
Dark Voltage Offset v Temperature



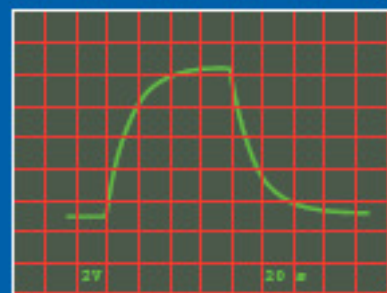
Transfer Curves



Pulse Response



10530A

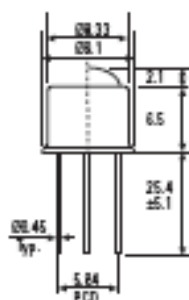


10530D

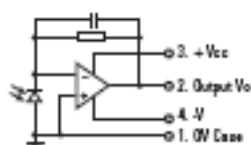
Typical Characteristics @25°C

DETECTORS		HIGH FREQUENCY		PULSE		GENERAL PURPOSE		HIGH GAIN		
PARAMETER	UNITS	10530AAL (with lens)	10530CAW (flat window)	10530CAL (with lens)	10530CAW (flat window)	10530CAL (with lens)	10530CAW (flat window)	10530HAL (with lens)	10530EAL (with lens)	10530EAW (flat window)
DC Supply Voltage (Dual Rail) Vcc	V	+2 to +18	+2 to +18	+2 to +18	+2 to +18	+2 to +18	+2 to +18	+2 to +18	+2 to +18	+2 to +18
DC Supply Voltage (Single Rail) Vcc	V	+4 to +36	+4 to +36	+4 to +36	+4 to +36	+4 to +36	+4 to +36	+4 to +36	+4 to +36	+4 to +36
Quiescent Current	mA	40	40	40	40	40	40	16	40	40
Dissipation (up to 95°C) (above 95°C derate linearly 0.67mW/°C)	mW	630	630	630	630	630	630	630	630	630
Dark Level Noise (RMS)	mV	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	0.3	0.3	1.5	1.5
Detector Output Offset (MAX)	mV	4.5	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.6	4.7	4.7
Detector Output Voltage Vo (LED - Wavelength 880nm)	$V_{\mu W/cm^2}$	60	0.8	500	50	600	60	5.8	90.8	90
Detector Frequency Response (-3dB)	KHz	230	230	60	60	12	12	100	62	62
Detector Output Current	Sink	10	10	10	10	10	10	1	10	10
	Source	1	1	1	1	1	1	10	1	1
Short Circuit Output Duration	s	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
Temperature Range	Operating	°C	-20 to +80	-20 to +80	-20 to +80	-20 to +80	-20 to +80	-20 to +85	-20 to +80	-20 to +80
	Storage	°C	-30 to +100	-30 to +100	-30 to +100	-30 to +100	-30 to +100	-30 to +100	-30 to +100	-30 to +100
Step Response 10% - 90%	Rise Time	μs	2.0	2.0	4.5	4.5	40	40	1	6.0
	Fall Time	μs	1.5	1.5	4.2	4.2	40	40	7	5.5
Saturation @Peak Wavelength	V	Vcc-2.0	Vcc-2.0	Vcc-2.0	Vcc-2.0	Vcc-2.0	Vcc-2.0	Vcc-2.0	Vcc-2.0	Vcc-2.0
Photodiode Active Area	(mm ²)	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75

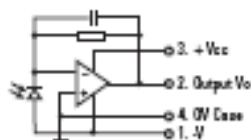
Dimensions (mm) Pinout



Basic Circuit



Basic Circuit 10530HAL



Specifiche tecniche della scheda di acquisizione NI-PCI 6110 S

These specifications are typical for 25 °C unless otherwise noted.

Analog Input

Input Characteristics

Number of channels	
NI 6110, NI 6115, NI 6120	4 pseudodifferential
NI 6111	2 pseudodifferential
ADC resolution	
NI 6110, NI 6111, NI 6115	12 bits, 1 in 4,096
NI 6120	16 bits, 1 in 65,536
ADC pipeline	
NI 6110, NI 6111	3
NI 6115	4
NI 6120	0
Maximum sampling rate	
NI 6110, NI 6111	5 MS/s
NI 6115	10 MS/s
NI 6120	1 MS/s ¹
Minimum sampling rate	
NI 6110, NI 6111	1 kS/s
NI 6115	20 kS/s
NI 6120	No minimum
Input signal ranges (selectable by channel)	
	±42, ±20, ±10, ±5, ±2, ±1, ±0.5, ±0.2 V
Input coupling	
	AC or DC
Max working voltage for all analog input channels	
Overvoltage protection (ACH+, ACH-)	
	±42 V
Input FIFO buffer	
NI 6110, NI 6111	8,192 samples
NI 6115, NI 6120	16 Msamples or 32 Msamples
Data transfers	
	DMA (scatter-gather), interrupts, programmed I/O
Analog filter type	
NI 6115	3-pole Bessel
NI 6120	5-pole Bessel
Analog filter frequency (-3 dB)	
NI 6115	50 and 500 kHz
NI 6120	100 kHz

¹800 kS/s with NI-DAQmx, 1 MS/s with additional download. Special conditions apply.

Analog Output

Output Characteristics

Number of channels	
	2 voltage
Resolution	
NI 6110, NI 6111, NI 6120	16 bits, 1 in 65,536
NI 6115	12 bits, 1 in 4,096
Max update rate	
1 channel	4 MS/s
2 channel	2.5 MS/s
Output FIFO buffer size	
NI 6110, NI 6111	2,048 samples
NI 6115, NI 6120	16 or 32 Msamples
Data transfers	
	DMA (scatter-gather), interrupts, programmed I/O

Voltage Output

Ranges	±10 V
Output coupling	DC

Digital I/O

Number of channels	
	8 input/output
Compatibility	
	TTL/CMOS
Power-on state	
	Input (high-impedance)
Data transfers	
NI 6110, NI 6111	Programmed I/O
NI 6115, NI 6120	DMA (scatter-gather), interrupts, programmed I/O
Transfer rate	
NI 6115, NI 6120	10 Mbytes/s
Input buffer size	
NI 6115, NI 6120	2,048 bytes
Output buffer size	
NI 6115, NI 6120	2,048 bytes

Timing I/O

Number of channels	
Up/down counter/timers	2
Frequency scaler	1
Resolution	
Up/down counter/timers	24 bits
Frequency scaler	4 bits
Compatibility	
	TTL/CMOS
Base clocks available	
Up/down counter/timers	20 MHz, 100 kHz
Frequency scaler	10 MHz, 100 kHz
Base clock accuracy	
	±0.01%
Maximum source frequency	
Up/down counter/timers	20 MHz
Minimum source pulse duration	
	10 ns, edge-detect mode
Minimum gate pulse duration	
	10 ns, edge-detect mode
Data transfers	
	DMA (scatter-gather), interrupts, programmed I/O

Triggers

Analog Trigger

Purpose	
Analog input	Start and stop trigger, gate, clock
Analog output	Start trigger, gate, clock
General-purpose counter/timers	Source, gate
Source	
	All analog input channels, PFI0/TRIG1
Level	
Internal source, ACH<0..3>	±Full-scale
External source, PFI0/TRIG1	±10 V
Slope	
	Positive or negative; software-selectable
Resolution	
NI 6110, NI 6111, NI 6115	8 bits, 1 in 256
NI 6120	12 bits, 1 in 4,096
Hysteresis	
	Programmable
Bandwidth (-3 dB)	
Internal source, ACH<0..3>	5 MHz
External source, PFI0/TRIG1	5 MHz

Digital Trigger

Purpose	
Analog input	Start and stop trigger, gate, clock
Analog output	Start trigger, gate, clock
General-purpose counter/timers	Source, gate
External Sources	PFI<0..9>, RTSI<0..6>
Compatibility	
	5V/TTL
Response	
	Rising or falling edge
Pulse width	
	10 ns minimum

PXI Trigger Bus (PXI only)

Trigger lines	7
---------------	---

RTSI Bus (PCI only)

Trigger lines	7
---------------	---

Bus Interface

PXI or PCI	Master, slave
------------	---------------

Physical

Dimensions (not including connectors)	
PCI	31.2 by 10.6 cm (12.3 by 4.2 in.)
PXI	16 by 10 cm (6.3 by 3.9 in.)
I/O connector	68-pin male SCSI II type