

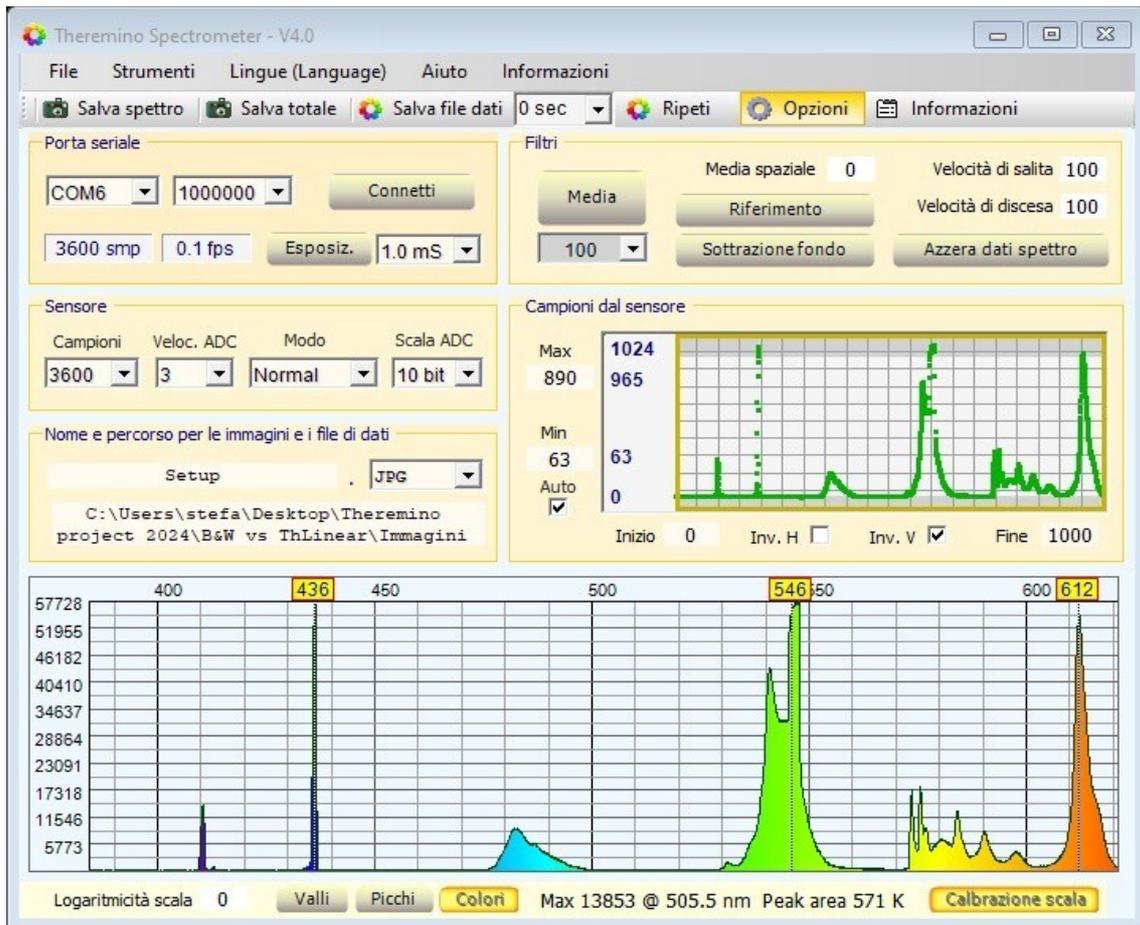
Sistema theremino



Theremino Spectrometer V5.x

Istruzioni

Theremino Spectrometer



Questa applicazione è scritta appositamente, per ricavare le migliori caratteristiche possibili da uno spettrometro basato su WebCam o sensori Toshiba TCD1304DG e TCD1254.

Se la costruzione meccanica è accurata si possono ottenere caratteristiche paragonabili a strumenti da alcune migliaia di euro, ma con una spesa ridicola, una ventina di Euro e anche meno.

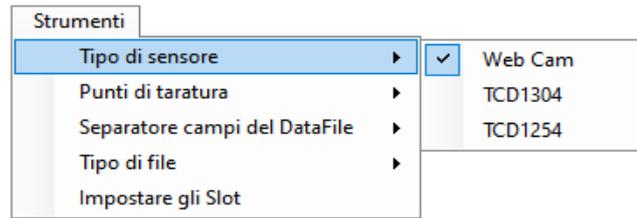
Questa classe di spettrometri ha le seguenti caratteristiche:

- ◆ Misure delle sole lunghezze d'onda e non delle quantità di luce. Non è possibile misurare la quantità di luce, ma solo apprezzare le differenze in modo relativo e approssimato.
- ◆ Le misure della intensità della luce sono **sempre relative, non assolute**. Sia utilizzando una WebCam che con i sensori lineari, lo strumento non può misurare i milliwatt di luce, o i lumen, o i lux o altre unità di misura simili (vedere pagina seguente).
- ◆ Anche gli spettrometri più costosi non hanno la scala verticale tarata. Solo andando verso le decine di migliaia di euro si possono trovare strumenti con la intensità luminosa tarata.
- ◆ La risoluzione e le non linearità provocate dal reticolo e dalle lenti limitano la precisione a circa un nanometro o poco oltre.

Si potrebbe pensare che questi sono difetti del nostro apparecchio e che gli apparecchi più costosi non li hanno, per cui nella prossima pagina potete leggere cosa scrive Ocean Optics al riguardo.

WebCams o sensori Toshiba ?

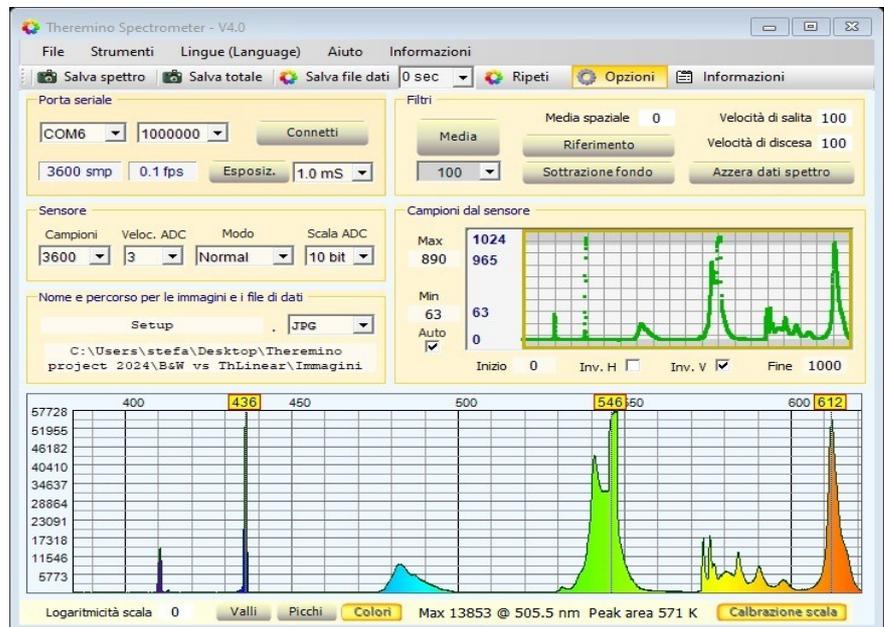
Dalla versione 4 in poi abbiamo aggiunto la possibilità di scegliere due tipi di sensore lineare (da connettere per mezzo di un modulo Nano con il nostro firmware) oppure le classiche WebCam collegate via USB.



Alcune WebCam (come ad esempio la ToupTek Astro GPCMOS02000KMA) funzionano meglio dei sensori lineari, hanno un range di esposizioni molto vasto, da 100 microsecondi fino a 1000 secondi, e sono notevolmente più facili da calibrare.

Abbiamo aggiunto la possibilità di usare i sensori **per chi dispone di banchi di recupero B&W** o Ocean Optics **e sa come calibrarli**, ma in tutti gli altri casi consigliamo di usare buone WebCam.

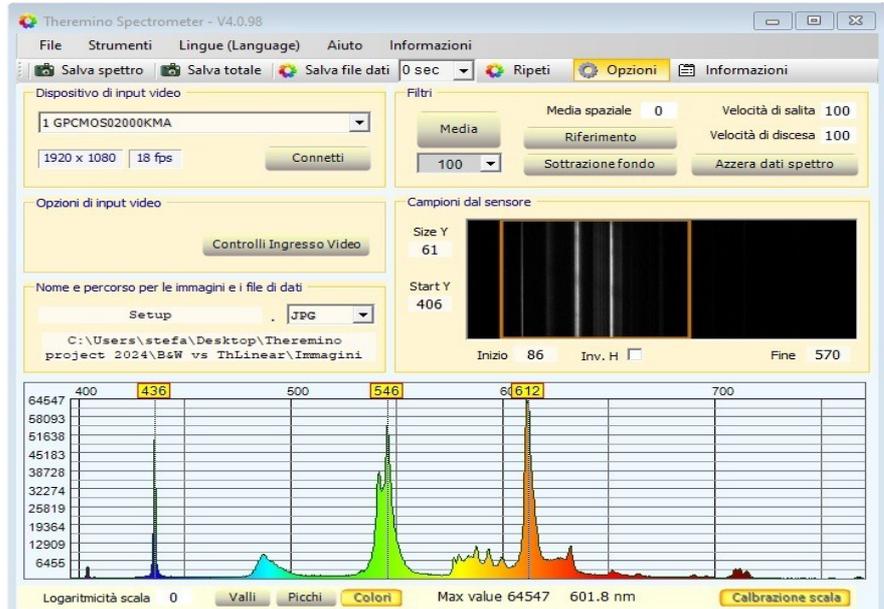
In questa immagine si vede l'aspetto della applicazione quando è collegata ad un sensore lineare Toshiba di tipo TCD1304 o TCD1254.



E questo è l'aspetto della applicazione quando è collegata ad una WebCam.

A parte qualche piccola differenza, gran parte dei comandi sono simili e si utilizzano nello stesso modo.

Per cui una volta imparato come si utilizzano i comandi si può passare, senza troppe difficoltà, da un modo di funzionamento all'altro.



Misure relative o assolute

Misure relative: Sono le più comuni, dove si confronta l'intensità della luce di un campione con quella di uno standard o di un riferimento noto. Questo è tipico nei fotospettrometri per la spettroscopia UV-Vis, IR, ecc.

Misure assolute: In questo caso, il fotospettrometro è calibrato in modo tale da poter fornire direttamente la misura dell'intensità assoluta della luce. Per ottenere misure assolute, è necessaria una calibrazione molto accurata dello strumento, che può includere l'uso di sorgenti di luce standard calibrate o rivelatori con sensibilità nota.

Caratteristiche degli Spettrometri

Tratto dal: [Glossario di OceanOptics](#)

Misure Relative: La maggior parte degli spettrometri è utilizzata per analisi relative, dove si confronta l'intensità spettrale di un campione con quella di un bianco o di un riferimento noto. Questo tipo di analisi è comune in spettroscopia UV-Vis, fluorescenza, e altre tecniche simili.

Calibrazione per Misure Assolute: Anche se gli spettrometri Ocean Optics sono principalmente utilizzati per misure relative, è possibile effettuare misure assolute con questi strumenti se vengono opportunamente calibrati. La calibrazione assoluta richiede l'uso di standard di luce calibrati e procedure specifiche per stabilire la relazione tra la risposta del rivelatore dello spettrometro e l'intensità assoluta della luce.

Accessori e Software: Ocean Optics offre accessori e software per facilitare la calibrazione assoluta, come le lampade di calibrazione e moduli software che consentono di eseguire correzioni per ottenere misure di intensità assoluta. Tuttavia, queste operazioni richiedono un livello di preparazione e una strumentazione aggiuntiva.

Funzione di risposta dello strumento (IRF)

Ogni spettrometro Ocean Optics ha quella che viene chiamata una funzione di risposta dello strumento, o IRF. L'IRF caratterizza il modo in cui lo spettrometro risponde alla luce in tutto il suo intervallo di lunghezze d'onda.

Questa risposta è tutt'altro che uniforme: uno spettrometro produrrà una risposta diversa (qui definita come il numero di conteggi della modalità Quick View prodotti per un numero fisso di fotoni) a ogni pixel.

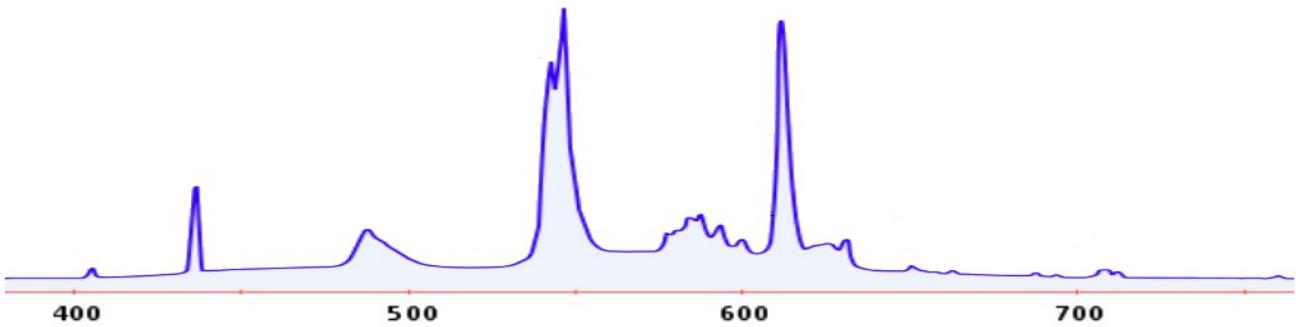
L'IRF non è uniforme a causa degli effetti cumulativi delle inefficienze ottiche nel percorso della luce. Questi includono, ma non sono limitati ai seguenti effetti dipendenti dalla lunghezza d'onda: attenuazione della luce nel cavo in fibra ottica; assorbanza della luce da parte degli specchi; efficienza del reticolo; e risposta del rivelatore.

L'IRF per ogni spettrometro è unica e non può essere realmente misurata. Tuttavia, è possibile compensare l'IRF. Le due correzioni comuni sono i calcoli dell'irradianza relativa e dell'irradianza assoluta.

La calibrazione in questione, sebbene teoricamente fattibile, si rivelerebbe estremamente complessa nella pratica con costi proibitivi, dovuti all'acquisto di numerose sorgenti di calibrazione oppure per confronto con strumentazioni anche più costose.

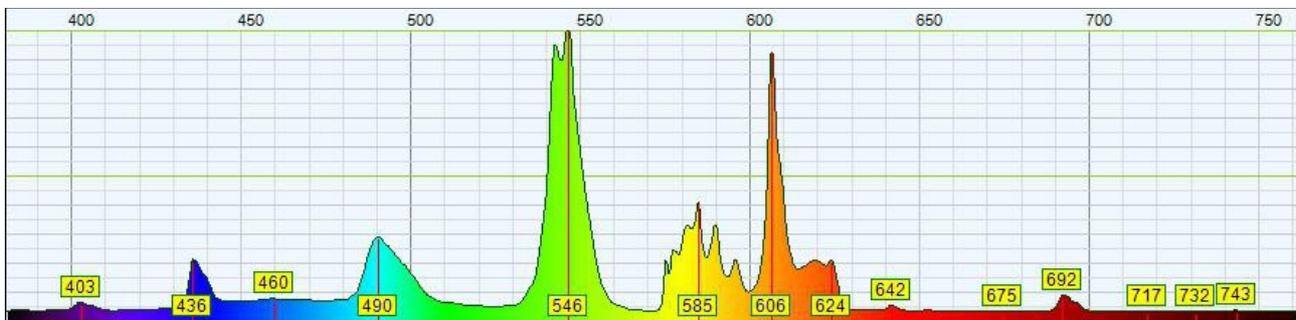
Prestazioni

Con una buona costruzione si possono ottenere grafici simili e anche migliori rispetto a quelli degli spettrometri professionali di classe media (qualche migliaio di Euro).



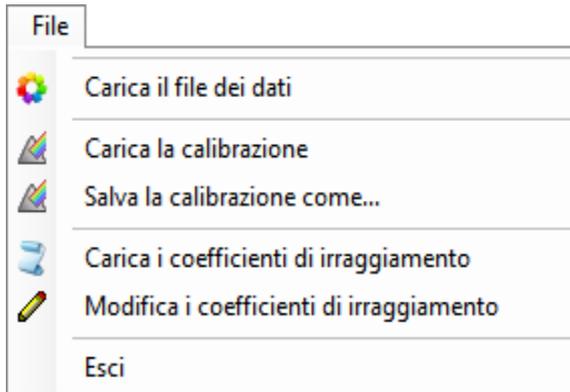
Spettro di una lampada fluorescente ottenuto con un apparecchio professionale (un "Ocean Optics HR2000 High-resolution Fiber Optic Spectrometer" che costa circa 1200 dollari, chi fosse interessato può trovarli su eBay usati per circa 300 dollari)

Spettro di una lampada fluorescente ottenuto con Theremino Spectrometer



Se l'ottica è ben costruita la dinamica e la risoluzione sono paragonabili se non superiori ad apparecchi da qualche migliaio di Euro e il nostro software è migliore rispetto ad altri simili.

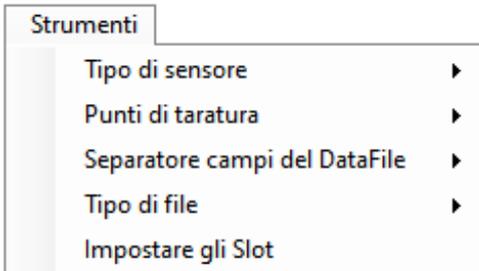
Comandi del menu - Parte 1



"Carica il file di dati" permette di caricare file degli spettri precedentemente salvati. Caricare e salvare le calibrazioni è spiegato nella appendice 1

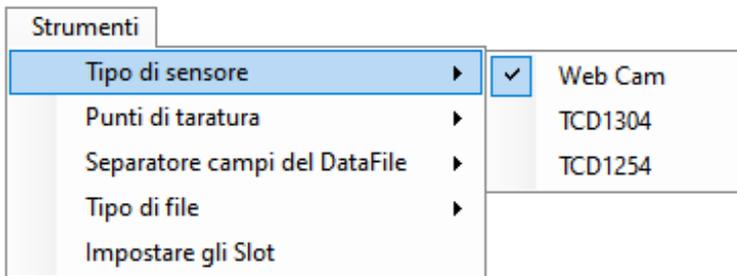
"Carica i coefficienti di irraggiamento" permette di caricare i file dei coefficienti. I coefficienti di irraggiamento sono spiegati nella Appendice 7

"Esci" chiude la applicazione.

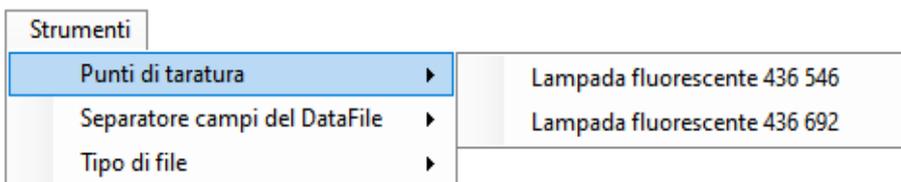


Questo è il menu degli strumenti che dalla versione 4 in poi contiene anche la possibilità di cambiare tipo di sensore.

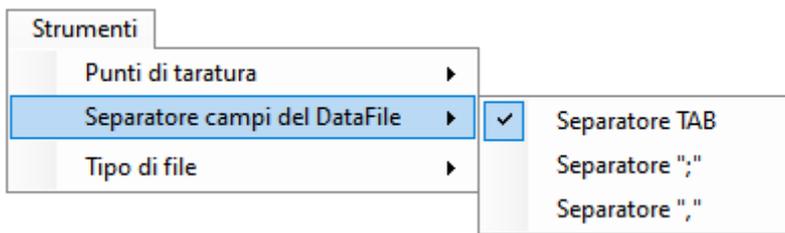
L'ultima voce "Impostare gli slot" serve per impostare gli slot per i comandi dall'esterno. Vedere la "Appendice 4" alla fine di questo documento.



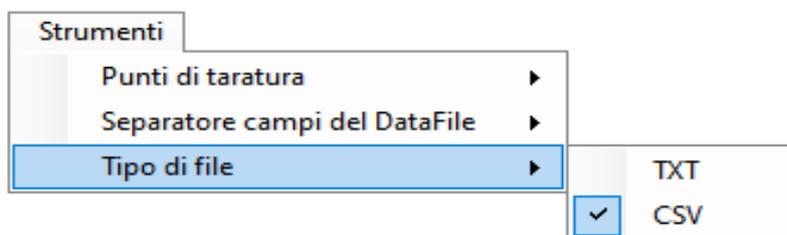
Impostazione del tipo di sensore, che può essere una WebCam collegata direttamente alla USB, oppure un sensore lineare che si collega per mezzo di un modulo Nano.



Impostazione della taratura standard e della taratura alternativa.



Carattere separatore da utilizzare nei file di dati degli spettri.

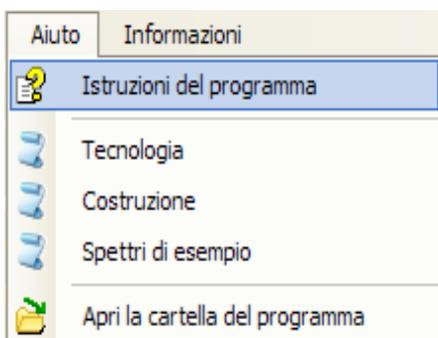


Tipo di file da utilizzare per salvare i file di dati degli spettri.

Comandi del menu - Parte 2



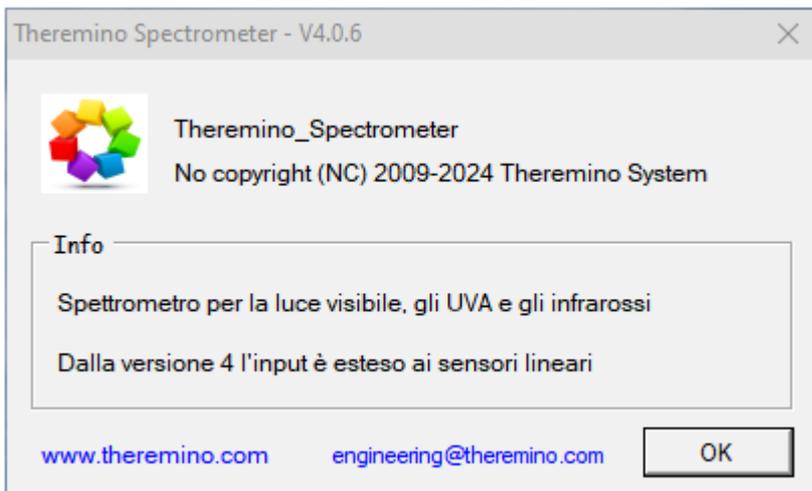
Scelta della lingua



File di istruzioni per la applicazione.

Istruzioni per la costruzione e spettri di esempio.

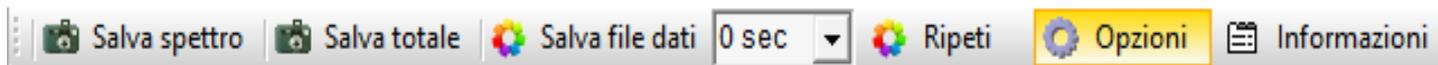
L'ultima riga apre la cartella di lavoro del software, per controllare e modificare i file delle lingue e gli altri file.



L'ultima voce del menu apre questa pagina che contiene informazioni sulla applicazione.

Nella ultima riga in basso trovate il collegamento al sito e l'indirizzo di posta per scriverci.

Comandi della barra superiore



Salva spettro

Con questo pulsante si salva l'immagine della sola zona dello spettro.

Salva totale

Con questo pulsante si salva l'immagine totale della applicazione.

Salva file dati

Con questo pulsante si scrivono i dati dello spettro in un file. Il file dei dati non contiene le modifiche effettuate nella casella "Scale logaritmicity" e con gli altri comandi che si trovano nella barra di stato inferiore.

Casella del tempo

Questo è il tempo di attesa. Parte da quando si preme il pulsante e allo scadere di questo tempo il file dei dati viene scritto.

Ripeti

Con questo pulsante si abilita la ripetizione. Se è abilitato il conteggio del tempo riparte appena scritto il file.

Se si abilita "ripeti" verrà anche ripetuto il salvataggio dei file al termine del periodo della "Media"

Opzioni

Con questo pulsante si nascondono i comandi poco usati e si ingrandisce l'area dello spettro, come visibile nella prossima pagina.

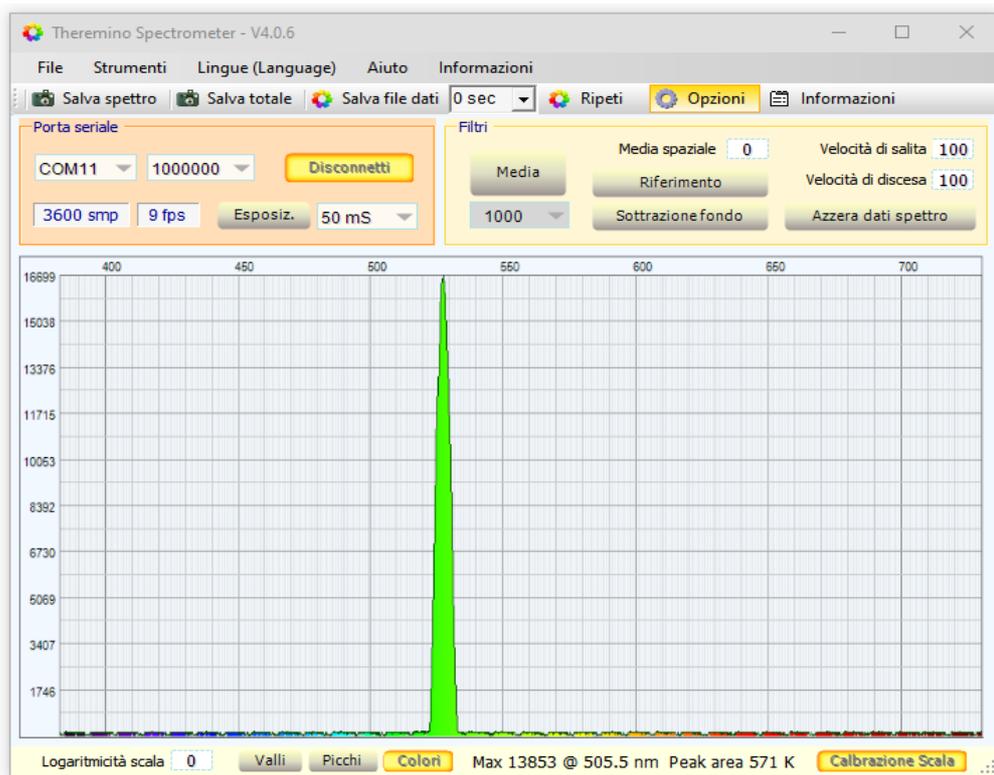
Informazioni

Con questo pulsante si apre e si chiude la finestra delle informazioni che si vede nella prossima pagina.

Opzioni e Informazioni

Opzioni

Con il pulsante "Opzioni" si nascondono i comandi poco usati e si ingrandisce l'area dello spettro, come visibile in questa immagine.



Informazioni

Con il pulsante "Informazioni" si apre e si chiude la finestra delle informazioni che si vede nelle prossime immagini.

A seconda che il programma sia in funzione o fermo, oppure che stia visualizzando un file salvato le informazioni cambiano.

```
Theremino Spectrometer - V4.0
Sensor TCD1304 running
-----
Rec.Samples 3600 smp
FramesPerSec 11 fps
Exposure 50 mS
Average 1000 INACTIVE
Spatial avg. 0
RisingSpeed 100
FallingSpeed 100
NanometersMax 798.66
NanometersMin 353.16
Peak Area 50804.4

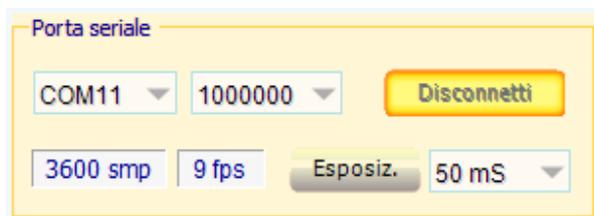
Integration times to precision
-----
Rising times = 0 seconds
Falling times = 0 seconds
```

```
Theremino Spectrometer - V4.0
Not connected
-----
Samples 3600
AdcSpeed 3
Exposure 50 mS
Average 50 INACTIVE
Rec.Samples 3600
FramesPerSec 0
RisingSpeed 100
FallingSpeed 100
NanometersMax 722.00
NanometersMin 326.00
Peak Area 50804.4

Integration times to precision
-----
Rising times = 0 seconds
Falling times = 0 seconds
```

```
Theremino Spectrometer - V4.0
FILE: Test1_012.csv
-----
Samples 3600
AdcSpeed 3
Exposure 50 mS
Average 50 INACTIVE
Spatial avg. 0
RisingSpeed 100
FallingSpeed 100
NanometersMax 722.00
NanometersMin 326.00
Peak Area 50804.4
```

Pannello della porta seriale



Questo pannello è visibile solo quando si impostano i sensori lineari, TCD1304 o TCD1254 nel menu Strumenti.

Se si utilizza una WebCam viene sostituito con il pannello per gli Ingressi Video.

La porta seriale va impostata per poter comunicare con il modulo che legge il sensore.

Per capire quale è la porta COM giusta:

- Si scollega il modulo dalla USB
- Si apre la casella delle COM e si memorizza quali porte sono presenti
- Si ricollega il modulo alla USB
- Si apre nuovamente la casella delle COM
- La nuova porta che appare è quella da scegliere

Difetti di comunicazione

- Se non dovesse apparire una porta controllare il cavo USB
- Se non dipende dal cavo allora il modulo potrebbe non essere stato programmato
- Oppure non è stato installato il driver del CH340

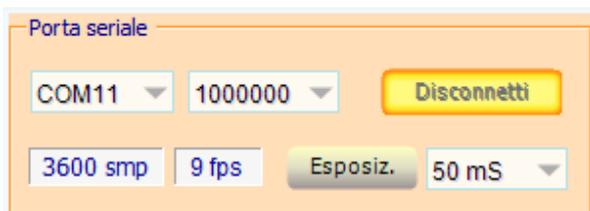
La velocità di comunicazione "Baud rate" va sempre impostata a un mega bit al secondo (1000000). Si dovrebbe modificarla solo se si utilizza un firmware diverso da quello che abbiamo scritto per il modulo Nano.

Quando si abilita la connessione con il pulsante Connetti / Disconnetti il fondo di questo pannello dovrebbe lampeggiare, se non lampeggia allora non stanno arrivando dati dal sensore.



La velocità di lampeggio indica la frequenza di arrivo dei dati, ogni volta che arrivano i dati il fondo del pannello cambia di colore.

Pannello della porta seriale - Parte 2



Questo pannello è visibile solo quando si impostano i sensori lineari, TCD1304 o TCD1254 nel menu Strumenti.

Se si utilizza una WebCam viene sostituito con il pannello per gli Ingressi Video.

Caselle a sinistra del tasto "Esposizione"

La prima di queste due caselle indica quanti campioni vengono effettivamente ricevuti dal sensore (in questo esempio sono 3600 campioni).

La seconda casella indica quanti spettri interi vengono ricevuti al secondo (in questo caso sono 9 spettri al secondo).

Esposizione

Questo tempo è regolabile da 10 micro-secondi fino a tempi molto lunghi.

Il sensore accumula fotoni per il tempo di esposizione e può diventare estremamente sensibile.

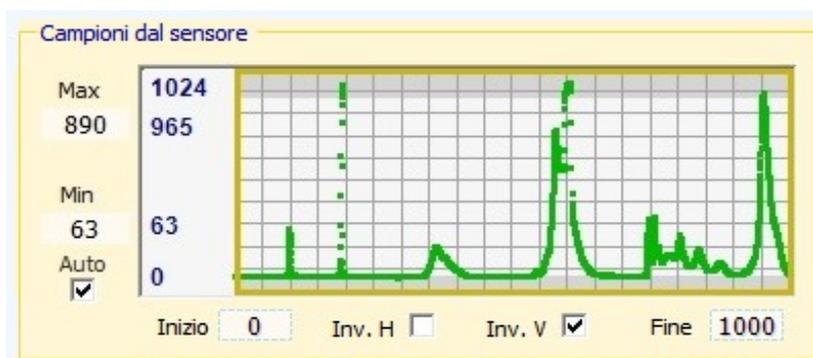
Aumentando la esposizione oltre i 100 milli-secondi la frequenza di acquisizione decresce notevolmente.

Auto-esposizione

Facendo click sulla casella "Esposizione" si abilita la esposizione automatica, che regola automaticamente la esposizione in funzione della luce disponibile.

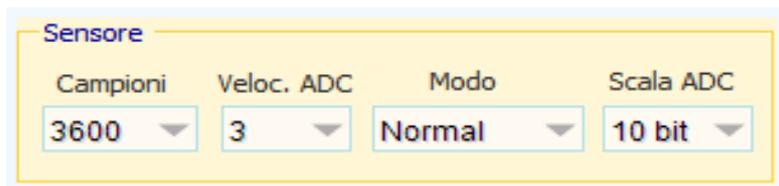
L'esposizione automatica è limitata ad un massimo di due secondi. I tempi più lunghi si impostano manualmente e in questi casi la frequenza di acquisizione decresce notevolmente.

Per il buon funzionamento della auto esposizione è necessario regolare manualmente la casella "Max" nel pannello "Campioni dal sensore", come spiegato qui sotto.



- Si inizia aumentando la esposizione e dando abbastanza luce fino a far saturare il sensore e vedere le punte che diventano piatte.
- Poi si imposta il valore "Max" molto alto e si abilita la auto esposizione.
- Infine si diminuisce gradualmente il valore "Max" fino a che la esposizione si abbassa automaticamente e le punte non sono più saturate.

Pannello di regolazione del sensore



The image shows a control panel titled "Sensore" with four dropdown menus: "Campioni" set to 3600, "Veloc. ADC" set to 3, "Modo" set to Normal, and "Scala ADC" set to 10 bit.

Questo pannello è visibile solo quando si impostano i sensori lineari, TCD1304 o TCD1254 nel menu Strumenti.

Se si utilizza una WebCam viene sostituito con il pannello per gli Ingressi Video.

Campioni

Regolazione del numero di campioni (pixel del sensore) da leggere.

Sensore TCD1304DG

Il sensore TCD1304DG funziona bene fino a 3600 campioni.

Impostando 2000 le misure possono, in alcuni casi, essere leggermente più stabili.

Consigliamo di impostarlo sempre a 3600.

Sensore TCD1304AP

Il sensore TCD1304AP funziona solo fino a 1200 campioni.

Impostandolo a 1000 o meglio a 800 ha un range dinamico leggermente maggiore.

Consigliamo di impostarlo a 1000.

Sensore TCD1254

Il sensore TCD1254 dovrebbe funzionare a 2500 campioni.

Impostando valori diversi da 2500 le misure possono, in alcuni casi, essere leggermente più stabili.

IMPORTANTE

Le calibrazioni valgono solo per il sensore e il numero di campioni su cui sono state fatte.

Cambiando numero di campioni le calibrazioni diventeranno imprecise.

Cambiando sensore diventeranno totalmente sbagliate.

Velocità ADC

La velocità dell'ADC si regola normalmente a 3

Abbiamo utilizzato le velocità minori per fare delle prove ma sconsigliamo di usarle.

Nel file del firmware sono listate le frequenze di clock dell'ADC impostando 3, 2 e 1

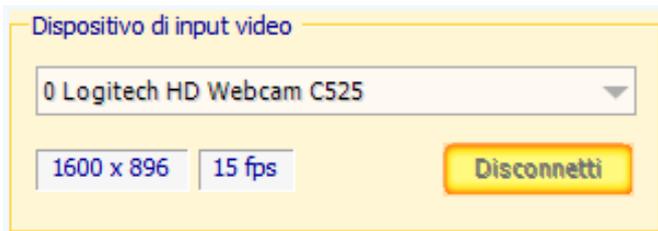
Modo

Lasciare impostato con "Normal". Le altre opzioni servono solo per verificare il funzionamento del modulo e della USB, senza bisogno di collegare il sensore.

Scala Adc

Normalmente (modulo Nano) la scala dell'ADC è da 10 bit. Si dovrebbe cambiare questo valore solo se si utilizza un modulo diverso dal Nano e si scrive un firmware apposito.

Pannello del dispositivo di input video



Questo pannello è visibile solo quando si utilizza una WebCam.

Se si impostano i sensori lineari, TCD1304 o TCD1254 nel menu Strumenti, allora questo pannello viene sostituito con il pannello per la porta seriale.

Casella superiore con il nome della WebCam

Cliccandovi sopra mostra l'elenco dei dispositivi video attualmente collegati al PC.

Caselle a sinistra del tasto "Disconnetti"

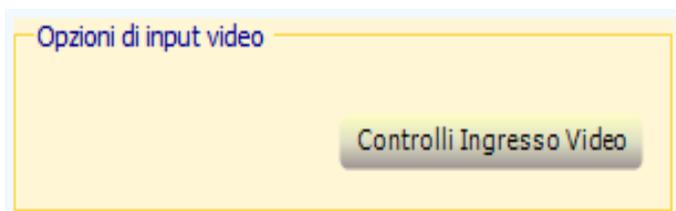
La prima di queste due caselle indica quanti pixel vengono effettivamente ricevuti dalla WebCam (in questo esempio sono 1600 orizzontali e 896 verticali)

La seconda casella indica quante immagini (frame) vengono ricevute al secondo (in questo caso sono 15 immagini al secondo).

Pulsante Connetti / Disconnetti

Serve per avviare o fermare la ricezione dei dati dalla WebCam.

Pannello delle opzioni di input video



Questo pannello è visibile solo quando si utilizza una WebCam.

Se si impostano i sensori lineari, TCD1304 o TCD1254 nel menu Strumenti, allora questo pannello viene sostituito con il pannello per la porta seriale.

Controlli Ingresso Video

Questo pulsante apre e chiude il pannello delle regolazioni della WebCam che è spiegato nella prossima pagina.

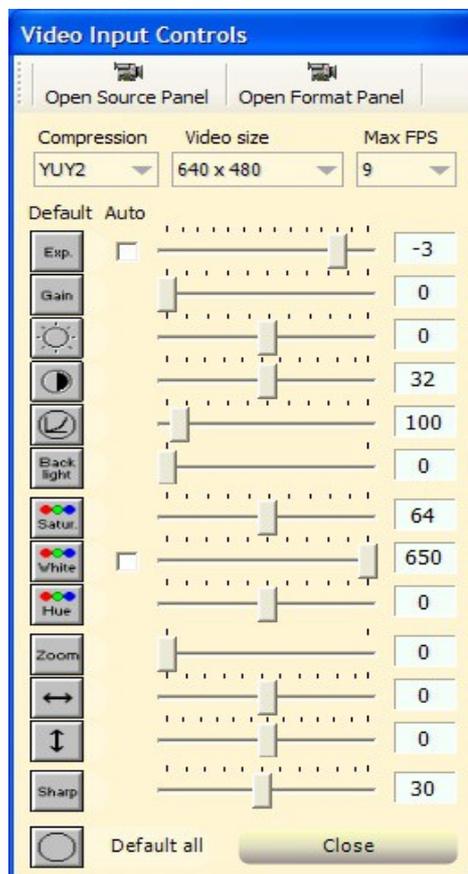
I posti vuoti in questo pannello sono lasciati appositamente liberi per poter aggiungere il tempo di esposizione anche alle WebCam.
Se riusciremo a trovare WebCam con il tempo di esposizione regolabile lo aggiungeremo nelle prossime versioni.

Pannello di regolazione della WebCam

Queste proprietà sono accessibili solo se si usano dispositivi video con driver di tipo "WDM". Se si dispone solo di drivers "VFW" (Video For Windows) si dovranno necessariamente "Open source panel" e "Open format panel" come illustrato nella pagina seguente.

A seconda del dispositivo video selezionato alcune di queste proprietà possono mancare o essere disabilitate.

Tempo di esposizione
Guadagno
Luminosità
Contrasto
Gamma
Controluce
Saturazione
Bilanciamento del bianco
Tinta
Zoom
Pan
Tilt
Sharpness
Default per tutti i parametri



Molti driver dei dispositivi video contengono errori o sono stati scritti in modo "approssimativo". Uno dei difetti più comuni è perdere le impostazioni (si riapre il programma e qualcosa di questo pannello è cambiato). Alcuni driver riabilitano le caselle "Auto" ogni volta che si accende il computer o si cambia porta USB. In altri casi succede anche che alla partenza, le impostazioni effettive del "Bilanciamento del bianco" o della "Compressione" non siano quelle che vengono mostrate in questo pannello.

Questi difetti non sono dovuti alla applicazione Theremino Spectrometer, se si sostituisce il driver tutto va a posto (oppure i difetti cambiano).

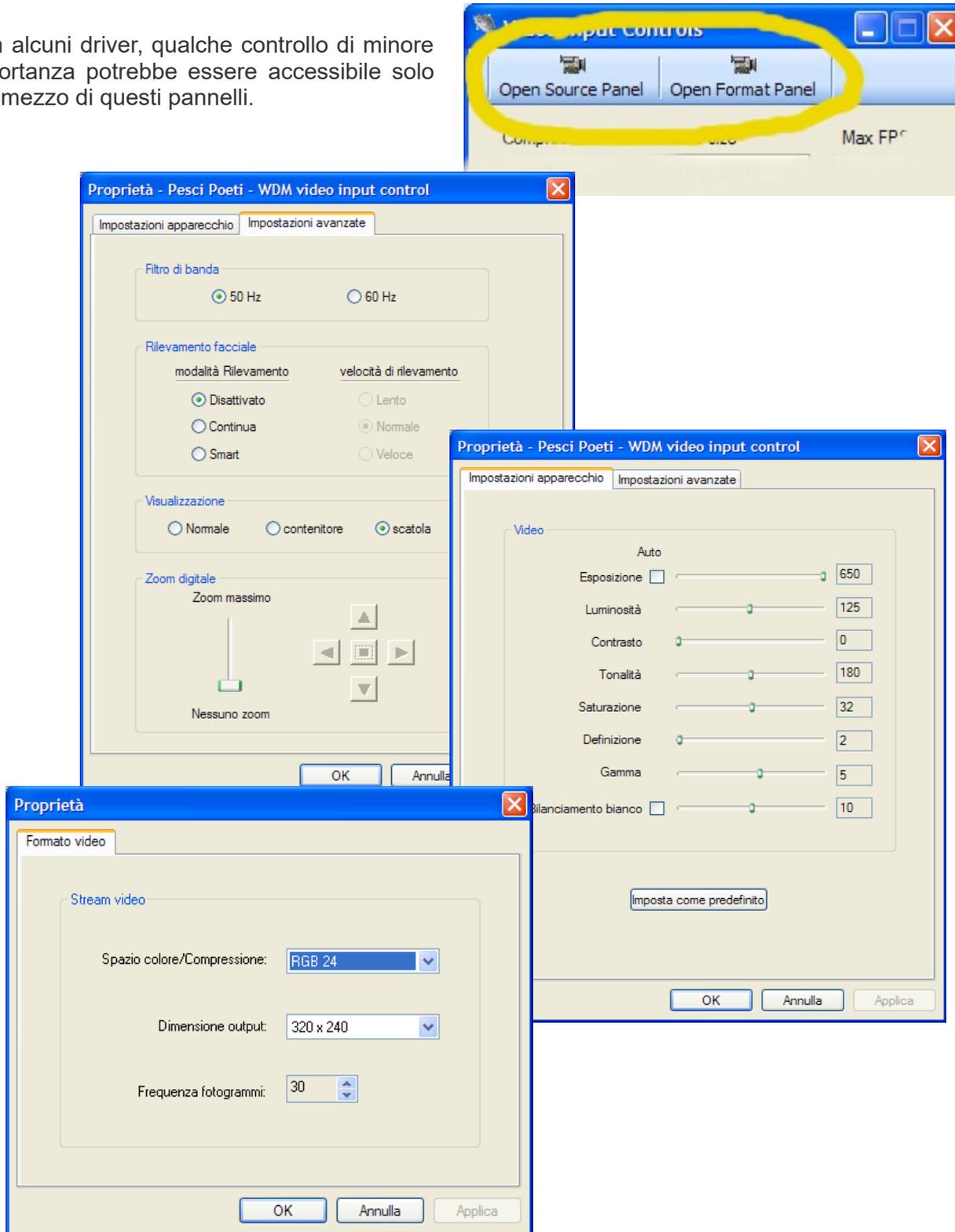
Se non si trova un driver migliore è necessario abituarsi ai suoi difetti. Dare una occhiata a queste impostazioni ogni volta che si inizia una sessione di misurazioni e eventualmente modificare alcuni controlli fino a che il dispositivo video si comporta correttamente.

Questo pannello può essere agganciato a destra o a sinistra della finestra principale, oppure posizionato dove si preferisce sullo schermo. Spostandolo con il mouse, la sua posizione verrà ricordata.

Regolazioni per le WebCam VFW

Se il driver del dispositivo video (WebCam) è di tipo VFW le sue proprietà sono accessibili solo tramite il "Pannello regolazioni" e il "Pannello formati".

Con alcuni driver, qualche controllo di minore importanza potrebbe essere accessibile solo per mezzo di questi pannelli.

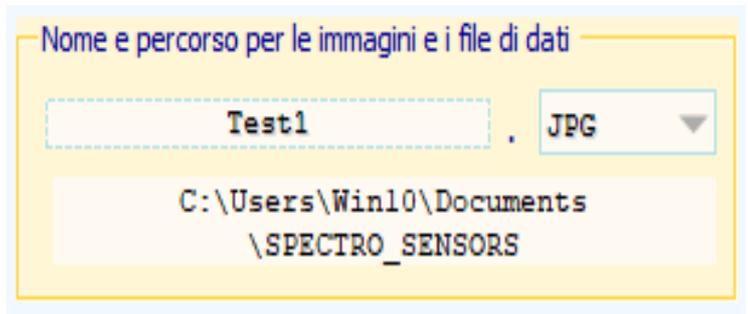


Pannello per i file di immagini e dei dati

Nome

Qui si imposta un nome per le immagini e i file da salvare, ad ogni scatto le cifre finali verranno incrementate automaticamente.

Il numero di cifre viene rispettato pertanto se si vuole una numerazione a quattro cifre si deve partire, ad esempio, con "xxxx 0001" che verrà incrementato in "xxxx 0002", "xxxx 0003" etc...



Non importa cosa c'è a sinistra delle cifre, spazio o trattino o altro, il primo carattere non numerico a partire da destra viene considerato la fine del nome.

Il nome non può iniziare o finire con spazio, eventuali spazi iniziali o finali vengono automaticamente rimossi.

Percorso

Questa è la cartella di destinazione per i file di immagini e di dati dello spettro, per cambiarla si fa doppio click sulla casella, si sceglie una cartella e si preme OK.

Si può anche modificare il percorso manualmente oppure con copia e incolla.

Si può facilmente aprire la cartella dei file facendo click su questa casella con il pulsante destro del mouse.

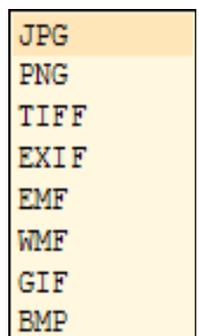
Una volta aperta la cartella è anche possibile leggere i file di dati degli spettri, trascinandoli con il mouse dalla cartella sopra alla applicazione.

Formato del file

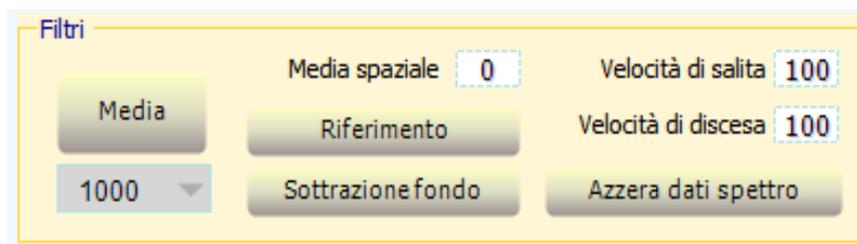
Normalmente si usa il formato JPG con qualità 100. Se si vuole una qualità maggiore un buon formato è il PNG che usa una compressione senza perdita di informazione.

Se una immagine JPG viene caricata e poi salvata un numero molto alto di volte, teoricamente dovrebbe peggiorare gradualmente (ma in pratica non si notano cambiamenti). Invece le immagini PNG possono essere salvate e ricaricate un numero infinito di volte e rimangono sempre identiche all'originale.

Anche TIFF, EXIF e BMP sono formati senza perdita di informazione ma producono file inutilmente grandi.



Pannello dei filtri



Media

Normalmente si tiene questo valore a 1, ma lo si può alzare fino a 1000 per fare la media dei dati e eliminare il rumore.

La media non agisce fino a che non la si abilita premendo il pulsante media.
In alcuni casi possono essere necessarie molte ore per completare la media
Vedere le spiegazioni dettagliate nella prossima pagina.

Media spaziale

Questo filtro fa una interpolazione di tipo "smoothing" tra valori adiacenti. Se lo si utilizza senza esagerare può ridurre notevolmente il rumore senza alterare i dati che si intendono misurare.

Regolare normalmente da 0 a 3. Alzando questo valore fino a 5 o in casi estremi, fino a 10, si eliminano i disturbi e gli scalini dal grafico. Come contropartita si deve accettare un allargamento delle righe e una riduzione della risoluzione.

Riferimento

Premendo questo pulsante tutti i valori dello spettro vengono "equalizzati" al valore massimo misurato. In questo modo si possono rilevare le successive variazioni sia positive (aumento della luce) che negative (diminuzione della luce).

Uno degli usi principali di questo riferimento è per effettuare misure di assorbimento, ad esempio per misurare la curva di risposta di filtri colorati o l'assorbimento di varie sostanze.

Vedere le note sulle misure di assorbimento nella "Appendice 3"

Sottrazione del fondo

La sottrazione del fondo serve per eliminare il rumore e i disturbi che si trovano nella parte bassa dello spettro.

In sostanza, permette di eliminare dal segnale misurato tutte quelle componenti che non sono direttamente attribuibili al campione in analisi, ma che possono influenzare la misura.

Sottraendo il fondo si migliora significativamente il rapporto segnale/rumore, rendendo più facile l'identificazione dei picchi caratteristici del campione.

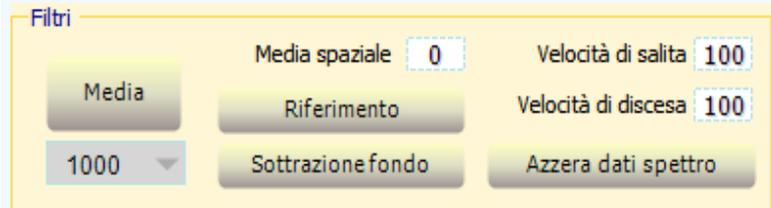
Sia il "Riferimento" che la "Sottrazione del fondo" vanno usati subito.
Se passa del tempo, e li si usano in seguito, magari dopo giorni usando un file,
la qualità della sottrazione si degrada notevolmente a causa dei cambiamenti
che sono intervenuti nel sensore, nel campione e nelle regolazioni del software.

Pannello dei filtri - Effetti della media

Questa tecnica incrementa notevolmente la stabilità e la qualità dei dati, come spiegato da Ocean Optics nella figura 7 di [questa pagina](#), ma si deve ricordare che **In alcuni casi possono essere necessarie molte ore per completare la media.**

Se si imposta ad esempio 1000 e si ricevono 10 campionamenti al secondo (come spiegato nel **prossimo capitolo**) allora ci vorranno 100 secondi per avere la media di tutti e 1000 gli spettri ricevuti.

Normalmente si tiene questo valore a 1, ma lo si può alzare fino a 1000 per fare la media dei dati e eliminare il rumore.



- Per mettere in funzione la media si deve abilitarla con il pulsante "Media"
- Durante tutto il tempo di creazione della media, ogni nuovo spettro ricevuto dal sensore viene visualizzato con la media che è stata fatta fino a quel momento e al posto della parola "Media" appare un numero progressivo.
- Al completamento della media impostata il file dei dati viene salvato automaticamente.
- Dopo aver salvato il file la applicazione si disconnette dal sensore, a meno che sia abilitato il pulsante "Ripeti" nella barra degli strumenti in alto.
- Se il pulsante "Ripeti" è abilitato allora dopo aver salvato il file la media ricomincia da zero e il processo continuerà a ripetersi fino a che non si disabilita la media o il pulsante "Ripeti".

Numero di campioni al secondo

Utilizzando un Nano e un TCD1304DG o un TCD1254 è bene impostare **Adc speed = 3** e con questa impostazione il tempo di campionamento dell'ADC è 26 uS

Per cui con 3600 campioni il tempo di campionamento è di 93.6 mS che porta ad avere un massimo di 11 spettri al secondo.

Con i 2500 campioni del TCD1254 si può invece arrivare circa a 16 spettri al secondo.

Con 500 campioni si dovrebbe arrivare a 76 spettri al secondo ma in realtà il massimo è 64 perché ci sono altri piccoli ritardi dovuti alla comunicazione USB.

La prossima tabella indica i tempi necessari per leggere i campioni dal sensore.

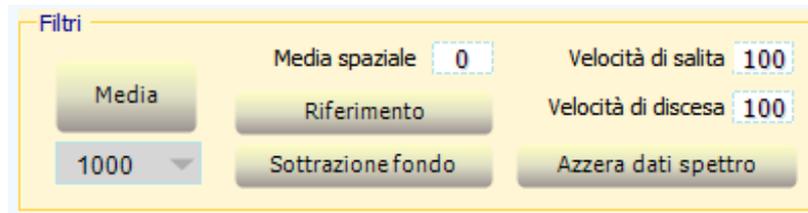
Samples	3600	3000	2500	2000	1500	1200	1000	800	600	500
Sampling time mS	93.6	78	65	52	39	31.2	26	20.8	15.6	13
Frames per second	11	13	16	20	26	32	40	50	64	64

Queste sono le massime velocità che si possono ottenere e le si ottengono solo impostando tempi di esposizione molto brevi. (10 millisecondi o meno).

Pannello dei filtri - Velocità di salita e discesa

Queste due velocità hanno un grande effetto sui dati e possono efficacemente ridurre il rumore.

Fate attenzione a mantenerle a 100 se non le usate perché con numeri molto bassi i tempi di integrazione possono diventare estremamente lunghi, come spiegato nella prossima pagina.



Velocità di salita

Alzando questa velocità a 100 i dati dello spettro vengono aggiornati al valore di picco della luce ricevuta per ogni frequenza. Con numeri più bassi viene fatta la media tra il valore attuale e i nuovi dati in arrivo dalla telecamera.

Velocità di discesa

Questa è la velocità con cui i dati memorizzati si attenuano nel tempo. Si può abbassare questa velocità fino a zero e in questo caso i dati accumulati nello spettro non si attenuano, ma rimangono invariati fino a che non si preme il "Reset dello spettro".

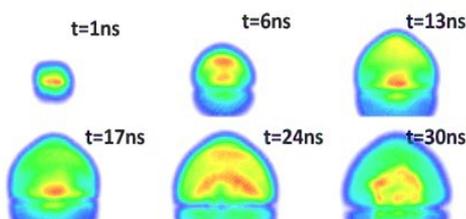
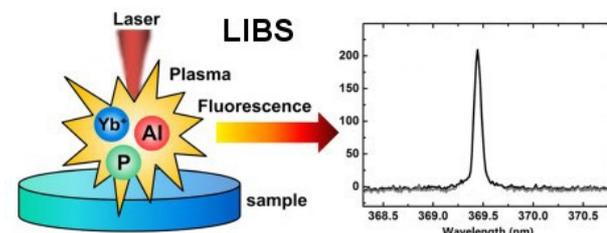
Azzera dati spettro

Con questo pulsante si resetta manualmente lo spettro. Non è necessario usarlo, ma a qualcuno può piacere di vedere lo spettro completamente bianco prima di iniziare una nuova misura.

Funzionamento delle velocità di salita e discesa

Normalmente si tengono ambedue queste velocità a 100. Abbassandole a 30 si ottiene una integrazione nel tempo, che riduce il rumore, pur mantenendo una risposta abbastanza veloce rispetto alle variazioni di luce.

Si possono abbassare questi due valori per ottenere tempi di integrazione lunghi o al limite anche infiniti (con velocità di discesa pari a zero). Si possono quindi accumulare i dati in arrivo da molteplici eventi singoli, che potrebbero essere ad esempio le brevi emissioni di luce provocate dal plasma eccitato dal laser in uno spettrometro LIBS.



Lunghi tempi di integrazione potrebbero ridurre il rumore e migliorare sia la sensibilità ai segnali piccoli che la risoluzione spettrale.

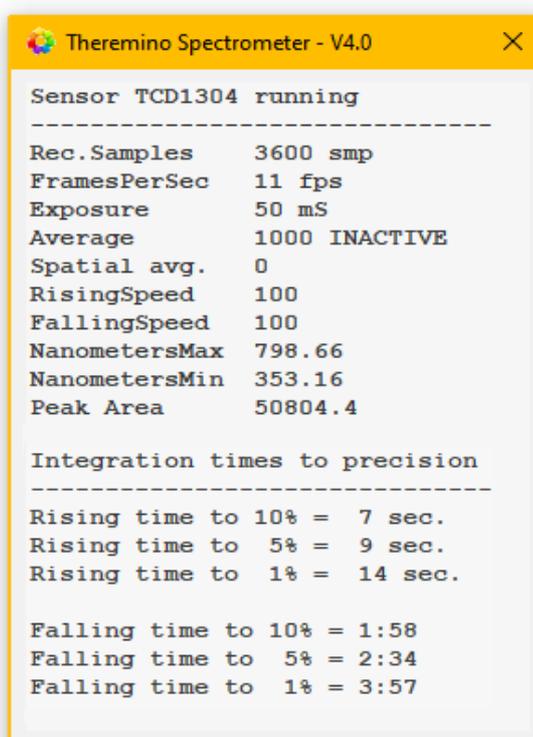
Tempi di integrazione

Queste regolazioni utilizzano un filtro IIR per approssimare gradualmente il valore finale, con un andamento che si stabilizza asintoticamente.

Velocità di salita **100**
Velocità di discesa **100**

I filtri IIR offrono una risposta rapida a variazioni significative, ma si adattano gradualmente man mano che il segnale si stabilizza. Questa caratteristica li rende ideali per ridurre il rumore senza compromettere la velocità di risposta in condizioni dinamiche.

Diversamente dai filtri FIR, che presentano un tempo di risposta fisso, i filtri IIR offrono una risposta adattiva, regolando la velocità di approssimazione in base al segnale.



```
Theremino Spectrometer - V4.0
Sensor TCD1304 running
-----
Rec.Samples      3600 smp
FramesPerSec     11 fps
Exposure         50 mS
Average          1000 INACTIVE
Spatial avg.     0
RisingSpeed      100
FallingSpeed     100
NanometersMax    798.66
NanometersMin    353.16
Peak Area        50804.4

Integration times to precision
-----
Rising time to 10% = 7 sec.
Rising time to 5% = 9 sec.
Rising time to 1% = 14 sec.

Falling time to 10% = 1:58
Falling time to 5% = 2:34
Falling time to 1% = 3:57
```

Abbiamo quindi aggiunto nella finestra delle informazioni il calcolo dei tempi di salita e discesa (Rising time e Falling time) necessario per raggiungere il valore finale entro una tolleranza del 10%, del 5% e dell'1%.

Il calcolo dei tempi di salita e discesa varia a seconda del tipo di sensore utilizzato: WebCam o sensore lineare.

- Per le webcam, il calcolo si basa sul frame rate (fps), richiedendo pertanto che la WebCam sia attiva, o che sia stata attiva almeno una volta dall'avvio della applicazione.
- Per i sensori lineari, il calcolo si basa su una formula che considera il tempo di esposizione e le altre impostazioni del sensore, permettendo una stima anche quando il sensore è inattivo.

Pannello dei campioni in arrivo dal sensore

Questo pannello è visibile solo quando si impostano i sensori lineari, TCD1304 o TCD1254 nel menu Strumenti.

Se si utilizza una WebCam viene sostituito con il pannello che mostra la immagine della WebCam, che è spiegato nelle prossime pagine.

Max, Min, Auto

Questi tre comandi adattano il software al sensore e sono spiegati nella prossima pagina.

Inizio

Con questa casella si imposta l'inizio della scala, con conseguente ingrandimento di una zona limitata dello spettro.

Inv. H

Ribaltamento orizzontale del segnale in arrivo dal sensore.

Inv. V

Ribaltamento verticale del segnale in arrivo dal sensore.

Per i sensori TCD1304 e TCD1254, con il nostro firmware e il modulo "Nano", questa casella deve essere abilitata.

Fine

Con questa casella si imposta la fine della scala, con conseguente ingrandimento di una zona limitata dello spettro.

Si possono regolare i parametri **Inizio e Fine** anche ingrandendo e spostando il grafico dello spettro con la rotella del mouse come spiegato nelle prossime pagine.

Le regolazioni Max e Min

Queste regolazioni adattano il software al sensore dato che i sensori sono diversi tra loro e hanno tolleranze molto grandi.

Normalmente i valori prodotti dai sensori coprono circa un terzo della scala (la zona chiara n questa immagine) ma in alcuni casi si potrebbe ampliare questa zona con un amplificatore operativo e due trimmer.

Questo pannello è visibile solo quando si impostano i sensori lineari, TCD1304 o TCD1254 nel menu Strumenti.

Se si utilizza una WebCam viene sostituito con il pannello che mostra la immagine della WebCam, che è spiegato nella prossima pagina.

Max

Questo valore è essenziale per il buon funzionamento della "Auto esposizione"

Lo si deve regolare in modo che la banda grigia superiore sia un po' più in basso del massimo segnale che si ottiene quando le punte saturano e si spianano in alto.

Se si regola Max con un valore troppo alto la "Auto esposizione" potrebbe in alcuni casi produrre picchi saturati (con la punta appiattita).

Se si regola Max con un valore troppo basso la "Auto esposizione" potrebbe in alcuni casi produrre picchi troppo bassi e quindi non sfruttare bene lo spazio verticale disponibile.

Il valore che è subito a destra della casella Max (685 in questa immagine) indica quanto vale la punta del picco più alto. Si può usare questo valore come indicazione per regolare max.

Min

Serve per impostare l'inizio della scala utile in basso.

La giusta impostazione si ottiene quando la banda grigia inferiore tocca appena le parti più basse del segnale.

Normalmente lo si imposta automaticamente, selezionando la casella "Auto". Ma in alcuni casi si può volerlo fissare in modo stabile e indipendente dalle piccole variazioni, che potrebbe avere se cambiano le condizioni di illuminazione.

Auto

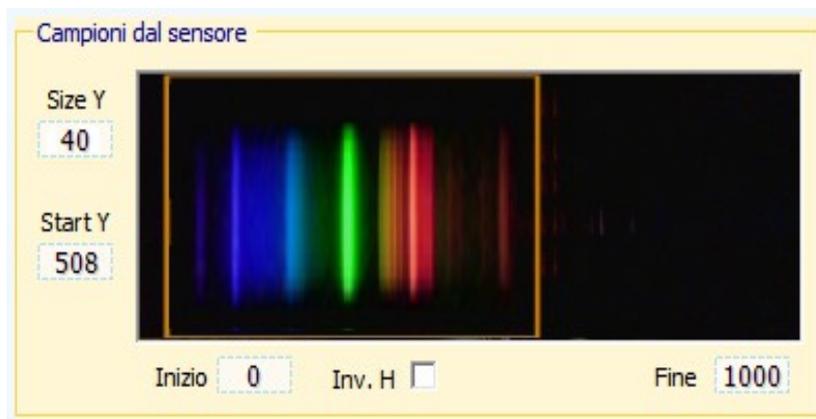
Normalmente si abilita questa casella e il valore Min viene impostato automaticamente.

Pannello dei campioni in arrivo dalla WebCam



Questo pannello è visibile solo quando si utilizza una WebCam.

Se si impostano i sensori lineari, TCD1304 o TCD1254 nel menu Strumenti, allora questo pannello viene sostituito con il pannello per i sensori spiegato nelle pagine precedenti.



Size Y

Questo valore determina il numero di righe di pixel usate per la analisi. Il software fa la media tra i valori di tutte le righe e questo migliora la sensibilità e riduce il rumore. Un altro vantaggio di usare un'area composta da molte righe è che sono sopportabili anche piccoli errori di posizione verticale dovuti a un imperfetto allineamento dello spettrometro.



Lasciate un po' di margine sopra e sotto lo spettro. In alcuni casi particolari (reticolo di diffrazione allineato male) si può ottenere un leggero aumento della risoluzione, ingrandendo lo spettro in verticale fino a vederne solo la parte centrale. Questo è più o meno il livello di ingrandimento consigliabile.

Si potrebbe anche ingrandire un po' di più ma non esagerate perché è bene che la media venga fatta su molti pixel verticali.

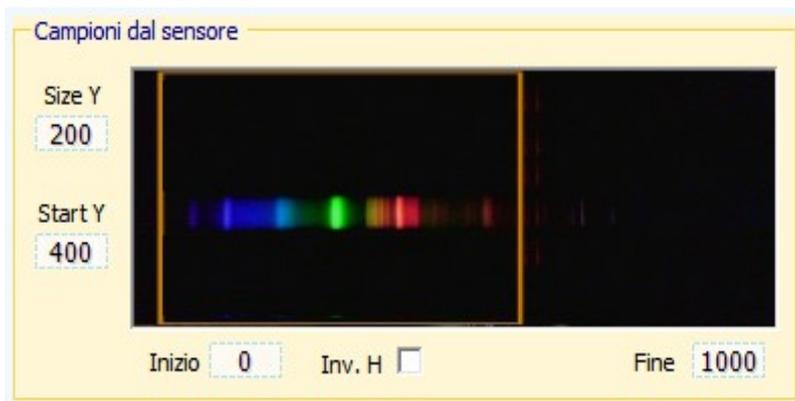


Start Y

Regolare in modo che lo spettro sia centrato in verticale.

Qui lo spettro è troppo in basso per cui si deve correggere la posizione verticale con StartY.

La regolazione di Inizio e Fine



Questo pannello è visibile solo quando si utilizza una WebCam.

Se si impostano i sensori lineari, TCD1304 o TCD1254 nel menu Strumenti, allora questo pannello viene sostituito con il pannello per i sensori spiegato nelle pagine precedenti.

Inizio

Con questa casella si imposta l'inizio della scala, con conseguente ingrandimento di una zona limitata dello spettro.

Inv.H

Ribaltamento orizzontale della immagine. Usare questo comando determina un piccolo carico di lavoro aggiuntivo per la CPU. Quindi lo si deve usare solo se si è fissata la webcam sulla parete sbagliata dello spettrometro oppure sottosopra. Se possibile modificare lo spettrometro per non doverlo usare.

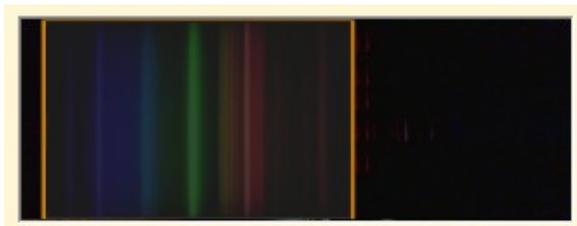
Fine

Con questa casella si imposta la fine della scala, con conseguente ingrandimento di una zona limitata dello spettro.

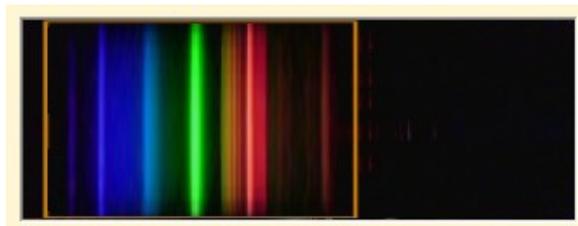
Per una comoda e veloce regolazione delle caselle premete il pulsante sinistro del mouse su di esse e, mantenendolo premuto, spostate il mouse in alto e in basso.

Il guadagno automatico

A partire dalla versione 5.0 la finestra di visualizzazione del segnale della WebCam si adatta automaticamente alle basse luminosità.

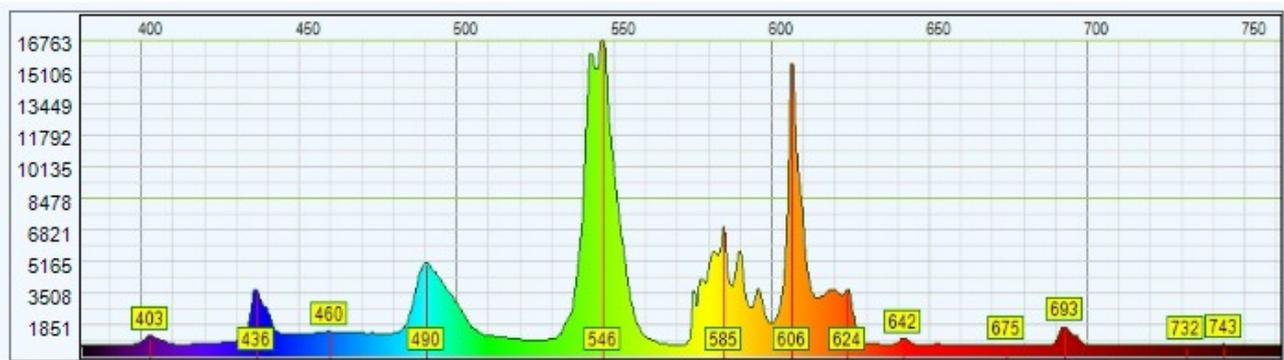


Segnale scarso con la versione 4



Stesso segnale corretto dalla versione 5

L'area di visualizzazione dello spettro



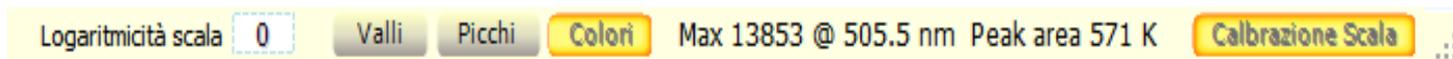
Per ingrandire lo spettro si clicca su di esso col pulsante sinistro del mouse e poi si usa la rotella. Per spostarlo si clicca col pulsante sinistro del mouse e poi si muove il mouse a destra e a sinistra, mantenendo premuto il pulsante.



Lo spettro può essere visualizzato in più modi, i comandi relativi sono spiegati nelle prossime pagine.



La barra dei comandi inferiore



Indicatore di misura

La prima casella a sinistra di questa barra ha due funzioni:

Value 8223 @ 505.5 nm Peak area 571 K

Quando il cursore del mouse si trova nell'area del grafico, la casella indica i valori di intensità (relativi), i nano-metri e il calcolo dell'area di tutti i picchi visibili.

Max value 16763 @ 505.5 nm Peak area 571 K

Quando il cursore si trova all'esterno dell'area del grafico, la casella indica il valore e i nanometri del picco più alto e il calcolo dell'area di tutti i picchi visibili.

**Il valore Peak area è la misura dell'integrale di tutti i picchi nella area visibile.
Per utilizzarlo si deve scontornare manualmente il picco di interesse.**

Logaritmicità

Se si imposta con zero la scala verticale è lineare.

Aumentando il valore (fino a 10) la scala diventa logaritmica e si esaltano i valori bassi.

Aumentando il valore (fino a -10) la scala diventa esponenziale e si stringono le righe dello spettro.

Valli

Abilitazione delle etichette di misura per i minimi del grafico.

Picchi

Abilitazione delle etichette di misura per i massimi del grafico.

Colori

Abilitazione della colorazione relativa alle lunghezze d'onda.

Le correzioni che si effettuano con i comandi "Logaritmicità", "Valli", "Picchi" e "Colori" agiscono solo sulla finestra della visualizzazione dello spettro e non modificano i valori dei file di dati che si salvano su disco.

Calibrazione scala

Abilitazione delle etichette per la calibrazione della scala orizzontale (nanometri).

Per i particolari sulle calibrazioni vedere le prossime pagine.

Appendice 1 - Calibrazione della scala

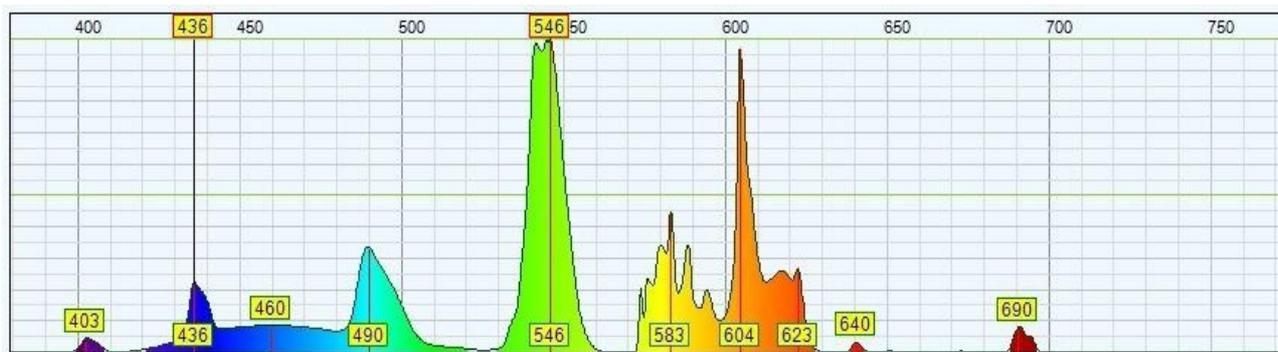
Per calibrare la scala dello spettrometro serve una lampada fluorescente.

Si può usare una delle lampade a risparmio energetico che si usa per la illuminazione di casa, oppure si può preparare una comoda sorgente di taratura, seguendo le istruzioni nelle ultime pagine del file "Theremino Spectrometer Construction".



Effettuare la calibrazione

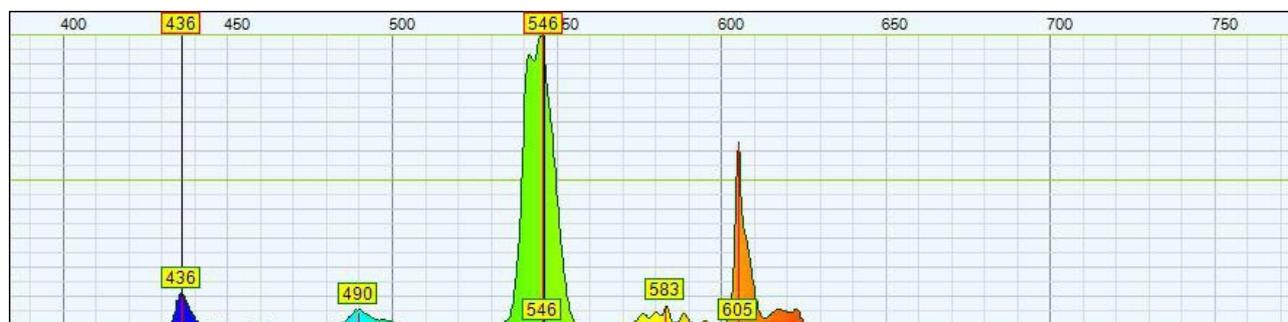
- ◆ Disporre la lampada vicino alla fessura di ingresso dello spettrometro e regolare la "Esposizione" per avere un grafico simile al seguente.
- ◆ Assicurarsi che i pulsanti "Riferimento" e "Valli" non siano premuti e che "Picchi" e "Colori" lo siano.
- ◆ Premere il pulsante "Calibrazione scala" e individuare le due nuove etichette che appaiono in alto, nella zona dei numeri della scala.
- ◆ Trascinare, una per volta, le etichette, tenendo premuto il pulsante sinistro del mouse, fino a che si trovano sulla punta dei due picchi caratteristici del mercurio a 436 e 546 nm.



Qui si vedono i due picchi del mercurio e le etichette a 436 e 546 che appaiono.

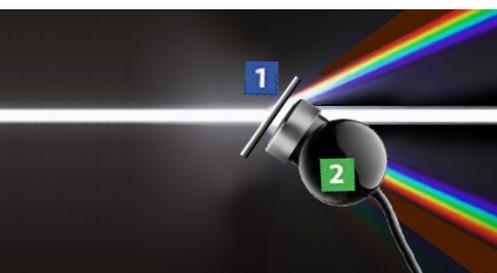
I punti di calibrazione potrebbero anche non essere 436 e 546. Per impostarli, vedere i comandi del menu a pagina 4.

Per tarare con maggiore precisione, ingrandire la zona di interesse con la rotella e con il pulsante sinistro del mouse. Allontanare anche la lampada in modo che i picchi non abbiano la punta appiattita e che il loro massimo risulti più evidente.



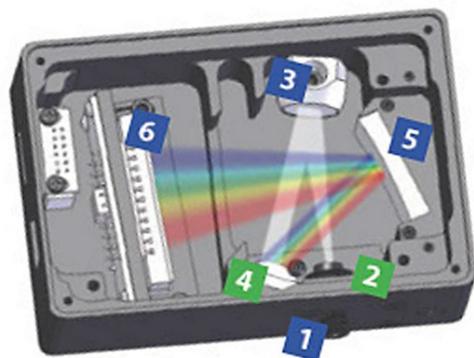
Allontanando la lampada i picchi si restringono e i loro massimi diventano più precisi.

Appendice 2 - Calibrazioni multipunto



Nelle versioni precedenti della applicazione i punti di calibrazione erano sempre due, solitamente 436 e 546 nanometri, e con due punti si ottiene una calibrazione che è una singola retta. La cui pendenza e posizione può essere definita con due punti.

La calibrazione a due punti è adeguata quando si usa un reticolo di diffrazione a trasmissione (1) e un percorso ottico semplice che termina su una WebCam (2), oppure su un sensore lineare.



Alcuni banchi ottici però utilizzano uno specchio collimatore (3), un reticolo a riflessione (4), uno specchio per la focalizzazione (5) e un sensore lineare (6).

Questi banchi hanno il vantaggio di concentrare meglio la luce disponibile sul sensore, ma in compenso sono molto difficili da regolare e hanno notevoli difetti di linearità.

Quando si utilizzano questi banchi una semplice retta non è più sufficiente, ma bisogna spezzarla in più parti e definirla con più di due punti di calibrazione.

Per cui dalla versione 4 in poi abbiamo aggiunto la possibilità di effettuare calibrazioni multi-punto, per una maggiore accuratezza in presenza di non-linearità.

Non c'è limite al numero di punti che si possono aggiungere ma sconsigliamo di esagerare, sia perché per ogni punto si dovrebbe disporre di un riferimento sicuro, ma anche perché se i punti sono troppo vicini tra loro la minima variazione di uno dei due provocherebbe variazioni di pendenza esagerate. Queste variazioni di pendenza innaturali, non risponderebbero alla realtà fisica e creerebbero più errori di quelli che si vorrebbero correggere.

- Per aggiungere punti di calibrazione si va nella zona sopra allo spettro, lontano da etichette gialle già esistenti e si preme il pulsante destro del Mouse.
- Per eliminare un punto di calibrazione si va nella zona sopra allo spettro, sopra e una etichetta gialla di un punto esistente e si preme il pulsante destro del Mouse.
- Per spostare un punto di calibrazione si va sulla sua etichetta, si preme e si mantiene premuto il pulsante sinistro del Mouse, e si sposta la etichetta a destra o a sinistra.
- Per modificare il valore in nanometri di un punto di calibrazione si preme il tasto CTRL sulla tastiera e si utilizza il pulsante sinistro del mouse come per spostarlo.

Mentre si regolano i punti di calibrazione appare una etichetta arancione nella parte centrale della barra inferiore.

TRIM: 658.38 nm +1.12%

Trim scale

Questa etichetta indica il valore esatto in nanometri del punto selezionato e la percentuale di non linearità che il punto produce sulla curva di calibrazione.

Per effettuare una calibrazione più accurata è bene ingrandire la zona di spettro relativa, usando la rotella del mouse.

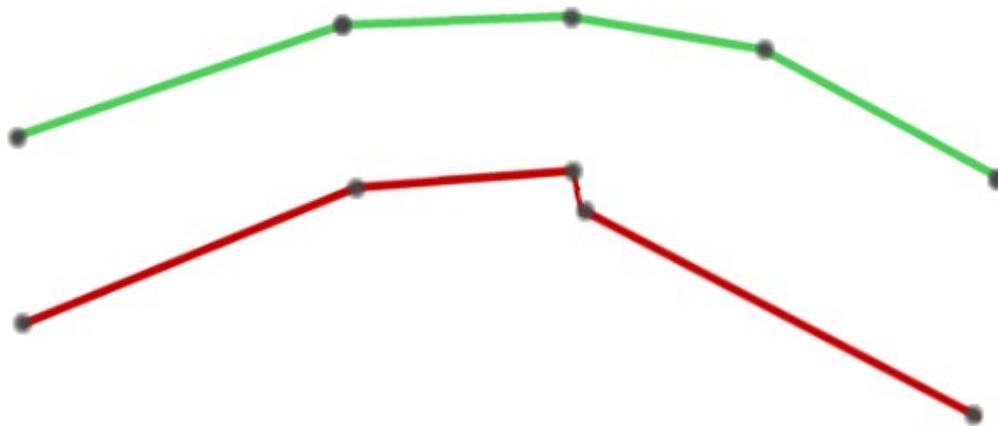
Appendice 2 - Calibrazioni errate

Se siete comuni mortali non disporrete di un set di sorgenti di taratura, come lampade a catodo cavo e altre diavolerie simili, costose e fragili.

Per cui gli unici due punti di taratura veramente sicuri di cui disponete sono il 436 e il 546. Tutti gli altri sono affetti da errori anche di molti nanometri e non dovrete utilizzarli.

Quindi evitate di aggiungere punti di calibrazione insicuri e, peggio ancora, di posizionarli vicini tra di loro, per i motivi seguenti:

- **Ridondanza di sorgenti:** Ogni punto richiede una sorgente precisa. Punti in eccesso introducono errori maggiori rispetto a pochi punti sicuri.
- **Salti innaturali:** Punti troppo vicini causano variazioni brusche e inaffidabili della curva di calibrazione.
- **Instabilità della curva:** Minime variazioni in punti adiacenti provocano pendenze esagerate e innaturali (vedi linea rossa). Tali variazioni sono fisicamente impossibili e introducono più errori di quelli che si vorrebbero correggere.



Punti di calibrazione troppo vicini tra loro provocano variazioni di pendenza innaturali come mostrato nella linea rossa.

Queste variazioni di pendenza sono evidentemente impossibili nella realtà e creano più errori di quelli che si vorrebbero correggere.

La calibrazione è un delicato equilibrio tra precisione e semplicità. Un numero eccessivo di punti può portare a una precisione apparente, ma a scapito della semplicità e della precisione del modello. **Una curva troppo complessa non descrive adeguatamente il comportamento del sistema.**

Per una spiegazione più completa leggete le pagine ["Overfitting" di Wikipedia](#).

Appendice 3 - Misure di assorbimento

Le misure di assorbimento si effettuano con il pulsante "Riferimento" e servono per misurare la curva di risposta dei filtri colorati e l'assorbimento di varie sostanze, ad esempio l'olio di oliva.

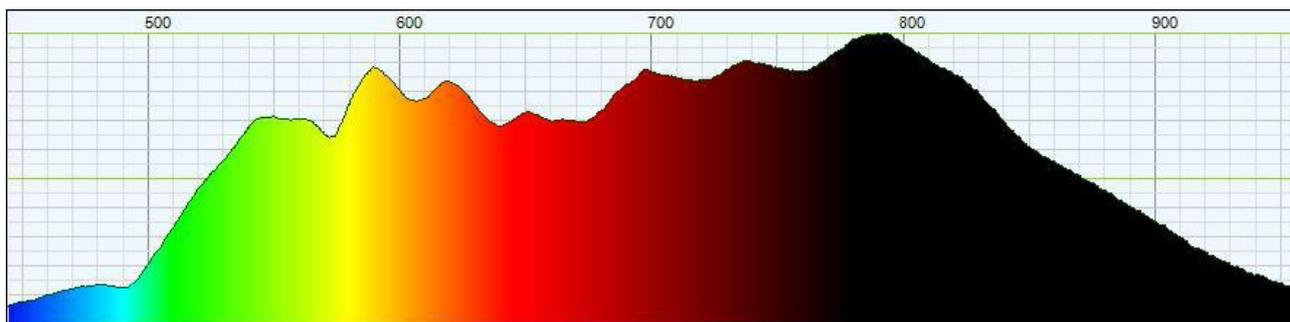
Per queste misure, è necessario disporre di una sorgente che emetta luce in tutto lo spettro (o almeno nella zona da misurare). Le sorgenti di questo tipo si chiamano "Broadband" (a larga banda). Le istruzioni per preparare sorgenti Broadband sono nelle ultime pagine del file "Theremino Spectrometer Construction".

Effettuare una misura di assorbimento

- ◆ Assicurarsi che i pulsanti "Valli" e "Picchi" non siano premuti e che "Colori" lo sia.
- ◆ Aprire il diaframma completamente per avere più luce possibile (le misure sui filtri non richiedono molta risoluzione).
- ◆ Regolare i controlli "Filtro" e "Velocità" con il valore 30 (con valori molto alti o bassi diventa difficile effettuare le misure di assorbimento).
- ◆ Disporre la lampada "broadband" vicino alla fessura di ingresso dello spettrometro ma lasciando tra la lampada e lo spettrometro uno spazio sufficiente per il filtro o la provetta da misurare.
- ◆ Regolare la posizione della lampada per avere una buona illuminazione.
- ◆ Alzare il controllo di esposizione per coprire una ampia zona di spettro. Ma non si deve esagerare con la luce e l'esposizione, altrimenti si verificano fenomeni di abbagliamento (visibili nella finestrina nera della telecamera) e le misure verranno falsate. Se c'è troppa luce e troppa esposizione lo spettro non andrà mai a zero, nemmeno nelle zone dove i filtri assorbono tutta la luce.
- ◆ Provare premendo il pulsante "Riferimento" se la zona coperta è sufficiente.
- ◆ Inquadrare la zona di interesse con "Start X" e "End X" o con il mouse.
- ◆ Prima di inserire il campione da misurare, premere il pulsante "Riferimento"
- ◆ Da questo momento tenere ben fermi sia la lampada che lo spettrometro. Se li si toccano inserendo il campione allora si dovrà ripetere il riferimento.
- ◆ Inserire il campione, verificare lo spettro e eventualmente salvare la sua immagine senza far passare troppo tempo (il riferimento si deteriora col tempo per il riscaldamento della sorgente di luce e altre cause meccaniche).
- ◆ Nel caso che sia passato molto tempo o che si sia mossa la sorgente di luce, togliere il campione e controllare che il riferimento sia ancora valido (parte superiore dello spettro allineata in alto).
- ◆ Per ripristinare il riferimento, prima si toglie il campione e poi si disabilita e riabilita il pulsante "Riferimento".

Nelle prossime pagine il procedimento di misura è spiegato con le immagini.

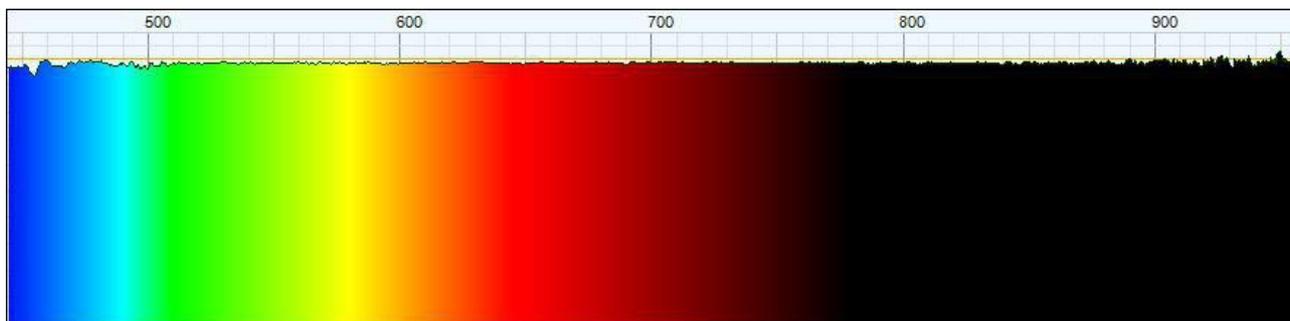
Appendice 3 - Misure di assorbimento



Questo è lo spettro di una piccola lampada incandescente.

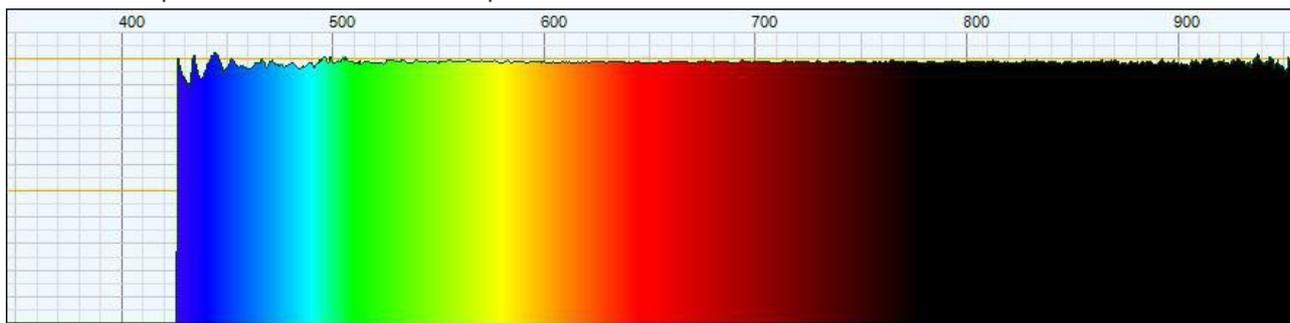
Per questa lampada la zona utile va da 450 a 950 nm per cui abbiamo regolato la scala per vedere solo questa zona. (Si considera come "zona utile" la zona in cui la lampada emette almeno un 15-20% di energia).

Sarebbe stato preferibile disporre di una sorgente di luce più uniforme (una broadband o per lo meno una alogena), ma tali sorgenti sono costose, difficili da costruire e scaldano molto. Quindi per questi esempi ci accontenteremo.



Premendo il pulsante "Riferimento" si verifica che la zona prescelta sia effettivamente tutta usabile.

Si noti che nelle zone terminali, dove l'energia è poca, la linea diventa più ruvida. In queste zone le misure sono ancora possibili ma saranno meno precise.



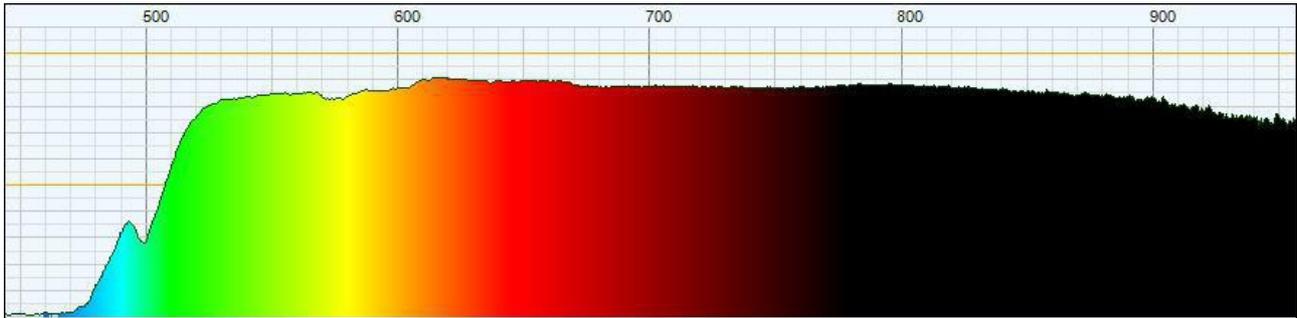
Qui si vede cosa succede se si preme "Riferimento" usando una zona troppo ampia.

La zona sotto ai 450 nm dispone di troppo poca luce per le misure, e diventa progressivamente meno liscia. Qui non si vedono i movimenti ma questa zona oltre che imprecisa è anche molto instabile.

Scendendo ancora, sotto ai 425 nm, il software decide che la zona è troppo debole e instabile e la scarta completamente.

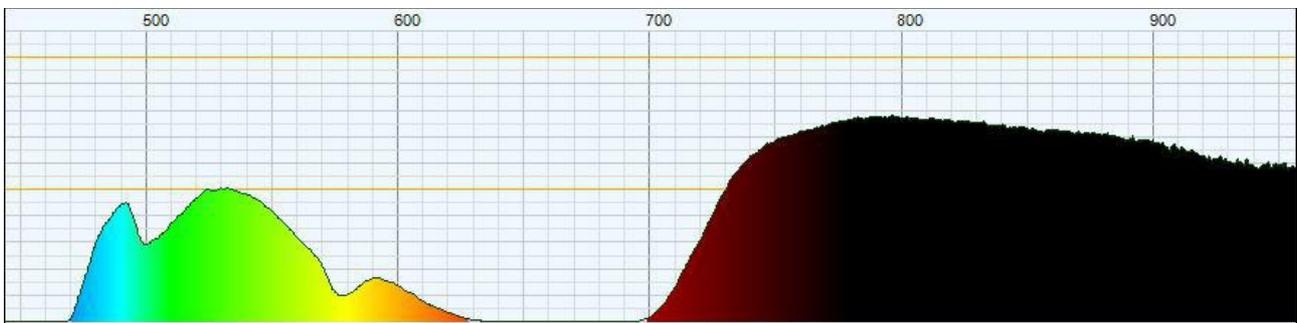
Appendice 3 - Misure di assorbimento

Nelle prossime immagini si vede lo spettro di alcuni filtri colorati.



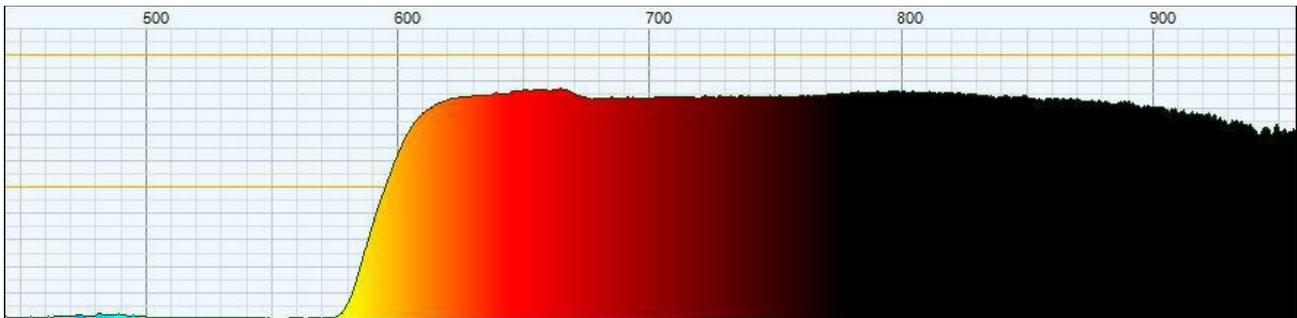
Interponendo un filtro giallo lo spettro non è più al 100% (dove è la riga colorata superiore).

Questo filtro giallo attenua in modo deciso da 500 nm in giù e lascia passare bene, dall'80 al 90%, tutti gli altri colori, fino all'infrarosso.



Questo è lo spettro di un filtro verde.

Questo filtro lascia passare il verde con il 50% di energia e attenua tutti gli altri colori tranne l'infrarosso. Quasi tutti i filtri lasciano passare l'infrarosso perché altrimenti i fari li scalderebbero fino a rovinarli.



Questo è lo spettro di un filtro rosso.

Anche questo filtro oltre al suo colore preferito lascia passare gli infrarossi molto bene.

Questi spettri mostrano la luce che riesce a passare, non l'assorbimento. Sarebbe più giusto chiamarli "Spettri di trasmissione" ma il termine "assorbimento" è più usato.

Per capirsi, quando la riga dello spettro è alta vuol dire che molta luce è riuscita a passare, quando è bassa vuol dire che il campione ha "assorbito" molta luce.

Appendice 3 - Misure di assorbimento

Qui si vede un semplice allestimento per la misura dei filtri colorati, utilizzando una piccola lampadina ricavata da una torcia elettrica.

Per consumare poco e far durare di più le pile, abbiamo utilizzato una lampadina da poco più di 1 Watt (300mA a 6 Volt) che alimentata a 4.5 Volt, consuma solo 200mA.

Con così poca potenza è necessario avere anche un buon riflettore parabolico.

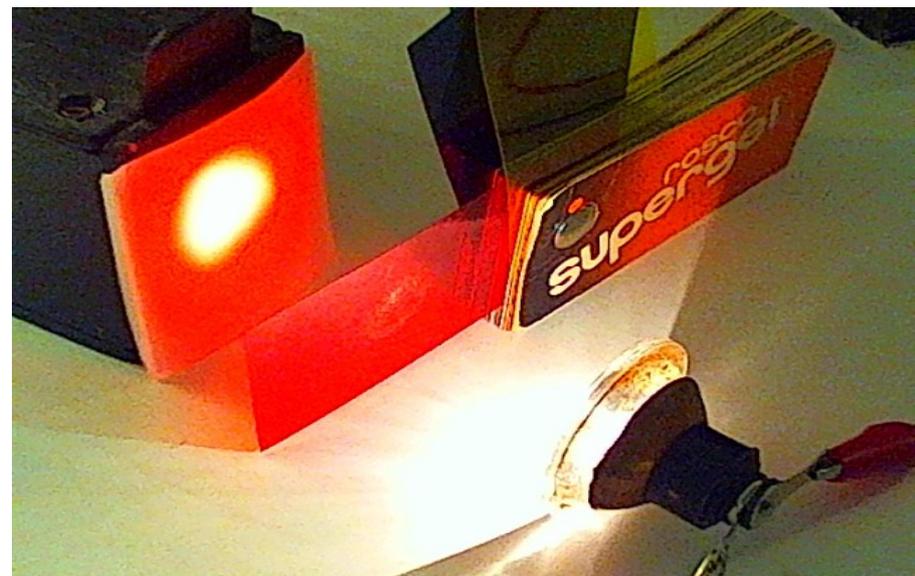
Si possono ricavare dalla torcia, sia la lampadina che il riflettore, oppure si potrebbe utilizzare la torcia completa.



Le piccole lampadine al tungsteno come questa emettono poca luce nel blu e quasi nessuna luce negli ultravioletti.

Sarebbe preferibile utilizzare una lampada broadband allo xenon, o una alogena.

Leggere i consigli per le lampade nelle ultime pagine del documento "Spectrometer Construction".



Appendice 4 - Gli Slot dei comandi



L'ultima voce del menu degli strumenti "Impostare gli slot" permette di cambiare i due Slot dei comandi.

Slot comandi (normalmente 31) numero dello Slot dei comandi in arrivo da applicazioni esterne.

Slot risposte (normalmente 32) numero dello Slot sul quale vengono inviate le risposte.

Funzionamento degli Slot

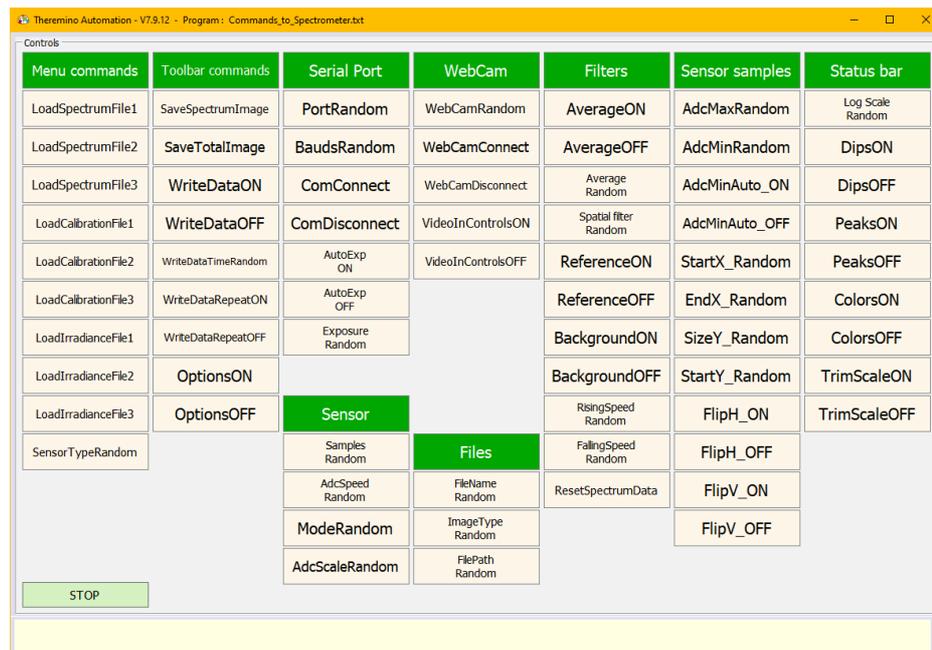
Attraverso gli Slot altre applicazioni del sistema theremino possono inviare comandi (stringhe di testo) per guidare il funzionamento dello spettrometro.

Se il comando è stato ricevuto dalla applicazione Spectrometer allora lo Slot dei comandi viene svuotato e le risposte possibili sono "OK" oppure "Command not recognized".

Se il comando non è stato ricevuto rimarrà nello Slot dei comandi e non si avrà risposta. In questo caso si dovrà controllare che la applicazione Spectrometer sia attiva e che il comando venga inviato nello slot dei comandi impostato nella applicazione.

La lista dei comandi è nelle prossime pagine. Fate esperimenti con l'esempio che si vede qui a destra che si esegue con la applicazione Automation.

Ogni pulsante invia un comando e guardando come sono scritti potrete facilmente fare le stesse operazioni in una vostra applicazione.



Troverete questo esempio col nome "Commands_to_Spectrometer" nella cartella degli esempi "Automation_Examples \ Programs" che si trova accanto al file "Theremino_Spectrometer.exe" con cui lanciate questo spettrometro.

La cartella Programs contiene anche esempi utili per creare i file dei coefficienti (vedi appendice 7)

Per utilizzare gli esempi si lancia Automation.exe, poi li si scelgono con il pulsante LOAD e li si eseguono con RUN.

Appendice 5 - I comandi esterni (Parte 1)

I comandi sono esattamente gli stessi che si usano con il mouse sulla finestra della applicazione.

Nella lista seguente i comandi con parametri separati da uno o più spazi sono solo esempi. Per conoscere tutti i valori che si possono utilizzare dopo allo spazio, aprire le caselle relative della applicazione e controllare nella lista a discesa quali valori si possono utilizzare.

Nei comandi i caratteri maiuscoli o minuscoli non contano e nemmeno il numero di spazi che separano il comando dai parametri.

COMANDI	PARAMETRI
..... Menu	
LoadSpectrumFile	Test_001.csv
LoadCalibrationFile	Calib_WEBCAM.txt
LoadIrradianceFile	Coeffs_FLAT.txt
SensorType	TCD1304
..... Barra dei comandi superiore	
SaveSpectrumImage	
SaveTotalImage	
WriteDataON	
WriteDataOFF	
WriteDataTime	3.0 sec
WriteDataRepeatON	
WriteDataRepeatOFF	
OptionsON	
OptionsOFF	
..... Pannello "Porta seriale"	
ComPort	COM1
Bauds	1000000
ComConnect	
ComDisconnect	
AutoExpON	
AutoExpOFF	
Exposure	100 ms
..... Pannello "Sensore"	
Samples	3600
AdcSpeed	3
Mode	Normal
AdcScale	10 bit
..... Pannello "Web Cam"	
WebCamIndex	0
WebCamConnect	
WebCamDisconnect	
VideoInControlsON	
VideoInControlsOFF	

Appendice 5 - I comandi esterni (Parte 2)

COMANDI

PARAMETRI

..... Pannello "Files"

FileName	Test1
ImageType	Jpg
FilePath	C:\Users\Win10\Documents

..... Pannello "Filtri"

AverageON	
AverageOFF	
Average	1
SpatialFilter	0
Reference_ON	
Reference_OFF	
Background_ON	
Background_OFF	
RisingSpeed	100
FallingSpeed	100
ResetSpectrumData	

..... Pannello "Campioni dal sensore"

AdcMax	800
AdcMin	320
AdcMinAuto_ON	
AdcMinAuto_OFF	
StartX	0
EndX	1000
SizeY	20
StartY	40
FlipH_ON	
FlipH_OFF	
FlipV_ON	
FlipV_OFF	

..... Barra di stato inferiore

LogScale	0
Dips_ON	
Dips_OFF	
Peaks_ON	
Peaks_OFF	
Colors_ON	
Colors_OFF	
TrimScale_ON	
TrimScale_OFF	

Appendice 6 - Regolare le caselle numeriche

Le caselle numeriche di Theremino Spectrometer (e di tutte le altre applicazioni del sistema Theremino) sono state sviluppate da noi (nota 1) per essere più comode e flessibili delle TextBox originali di Microsoft.



I valori numerici sono regolabili in più modi

- ◆ Cliccando, e tenendo premuto, il bottone sinistro del mouse e muovendo il mouse su e giù.
 - ◆ Con la rotella del mouse.
 - ◆ Con i tasti freccia-su e freccia-giù della tastiera.
 - ◆ Con i normali metodi che si usano per scrivere numeri con la tastiera.
 - ◆ Con i normali metodi di selezione e di copia-incolla.
 - ◆ Con CTRL-CLICK si imposta il valore di default (solo in alcune caselle che lo prevedono)
-
- ➔ Il metodo di muovere il mouse su e giù permette ampie e veloci regolazioni.
 - ➔ La rotella del mouse permette una regolazione comoda e immediata.
 - ➔ I tasti freccia permettono regolazioni fini, senza dover distogliere lo sguardo dall'operazione in atto.

(Nota 1) Come tutto il nostro software, i file sorgenti sono disponibili (Freeware e OpenSource sotto licenza Creative Commons) e sono scaricabili da qui: www.theremino.com/downloads/uncategorized (sezione "Custom controls") Questi controlli possono essere usati a piacere in ogni progetto anche senza nominarne la fonte. I sorgenti "Open" servono anche come garanzia che non vi abbiamo incluso malware.

Appendice 7 - Coefficienti di irraggiamento

A partire dalla versione 5, è possibile correggere i valori di energia ricevuta utilizzando un file contenente i coefficienti di correzione.

Ciò consente di compensare le differenze di efficienza dei componenti ottici alle diverse lunghezze d'onda.

- Il file dei coefficienti conterrà per ogni riga una coppia di valori separati da spazi.
- Il primo valore rappresenta la lunghezza d'onda in nanometri (nm).
- Il secondo valore rappresenta il coefficiente di correzione corrispondente.
- I valori di lunghezza d'onda devono essere compresi tra dieci a diecimila nanometri.
- I coefficienti di correzione devono essere maggiori di zero (normalmente da 0.1 a 100).
- È possibile utilizzare sia il punto che la virgola come separatore decimale.
- Tutte le righe che non contengono esattamente due valori validi vengono scartate.
- Il file deve contenere i nanometri in ordine crescente e almeno due righe valide.

La cartella "Files / IrradianceCoeffs" contiene alcuni file di esempio. È possibile visualizzarne l'effetto caricandoli tramite il menu "File".

È anche possibile creare file personalizzati in base alle proprie esigenze, seguendo le specifiche sopra descritte.

Interpolazione ed estrapolazione

I valori di correzione per le lunghezze d'onda (nanometri) non specificate vengono calcolati automaticamente interpolandoli tra le due lunghezze d'onda più vicine. Questo processo stima i valori di correzione mancanti basandosi sull'andamento dei dati noti.

Se la lunghezza d'onda è maggiore dell'ultima specificata o inferiore alla prima, si utilizza l'estrapolazione. In questo caso, si estendono i dati oltre l'intervallo noto, mantenendo costante la pendenza degli ultimi due valori disponibili.

Unità di misura dell'irraggiamento

Utilizzando sorgenti di luce adatte e di apparecchiature tarate si potrebbe anche calibrare la scala verticale in diverse unità di misura, a seconda delle esigenze specifiche. Ad esempio: Watt per metro quadrato (W/m^2), Watt per centimetro quadrato (W/cm^2), Milliwatt per centimetro quadrato (mW/cm^2), Microwatt per centimetro quadrato ($\mu W/cm^2$) o anche Fotoni per secondo per unità di area, Lux, MilliLux, MicroLux. oppure Lumen ecc..

È importante scegliere l'unità di misura appropriata in base alla luminosità prevista delle misurazioni. Un'unità di misura troppo grande potrebbe portare a valori numerici piccoli e perdita di precisione, mentre un'unità troppo piccola potrebbe risultare in numeri grandi e difficili da gestire.

I valori misurati sulla scala verticale dovrebbero rientrare in un intervallo tra cento e centomila, con coefficienti di correzione approssimativamente compresi tra 0.1 e 100.

Inoltre per mantenere valida la calibrazione bisognerà anche mantenere identiche le regolazioni della WebCam o del sensore lineare che si usa.