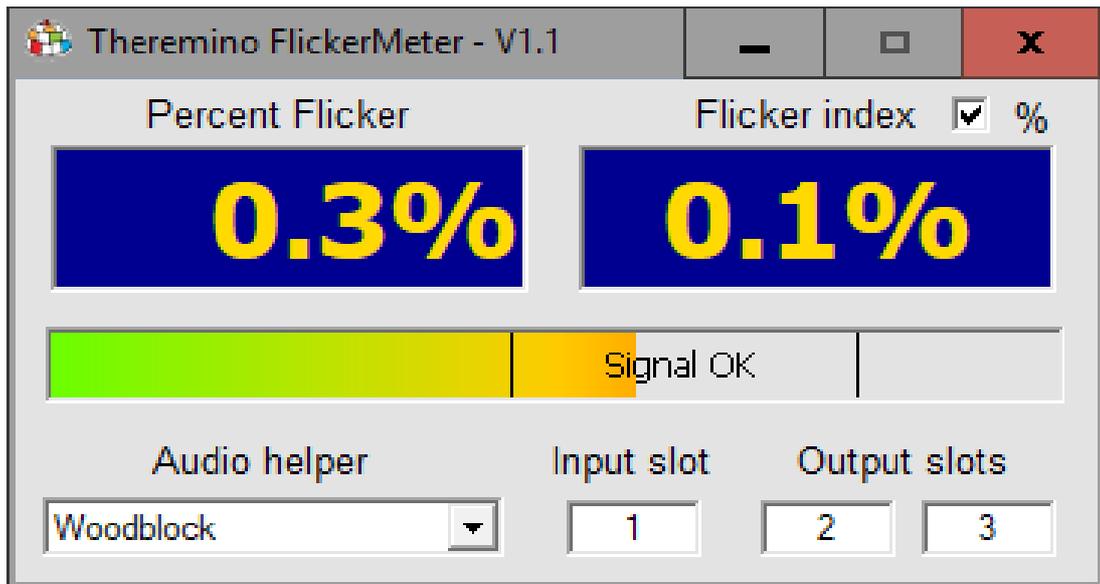


Sistema theremino



Theremino FlickerMeter

Misurare lo sfarfallio delle lampade

Perché misurare il “Flicker” delle lampade

Il “Flicker”, in italiano “Sfarfallio”, è la instabilità della luce prodotta dalle lampade.

Le lampade solitamente sono alimentate dalla rete elettrica, con corrente alternata la cui frequenza è 50Hz (o 60 Hz in alcuni paesi). In questi sistemi la tensione varia da positiva a negativa 50 volte al secondo e attraversa lo zero due volte per ogni ciclo.

Quindi le lampade a incandescenza, alogene o fluorescenti (e anche quelle a LED se mal progettate), si accendono e spengono cento volte al secondo e producono luce con uno sfarfallio alla frequenza di 100 Hz (o 120 Hz).

Gli esseri umani non percepiscono coscientemente uno sfarfallio a frequenze superiori ai 50Hz, ma i ricettori di luce e i neuroni del cervello ne vengono influenzati. Per cui il lampeggiare delle sorgenti luminose, anche se invisibile, può ugualmente provocare disturbi e malesseri.

Effetti sulla salute

Numerosi studi hanno evidenziato che uno sfarfallio del tutto invisibile può causare emicranie, affaticamento della vista e nausea. Normalmente si tratta solo di una sensazione di disagio, ma in alcuni casi (soggetti più sensibili e esposizione prolungata) la acuità visiva e la salute in generale possono risentirne.

E' stato anche dimostrato che se l'ambiente di lavoro ha luci che sfarfallano i lavoratori si stancano prima e la produzione diminuisce. Le donne e i bambini sono più sensibili a questi effetti, gli uomini e le persone anziane lo sono di meno.

Inoltre gli animali domestici sono molto più sensibili di noi agli effetti dello sfarfallio.

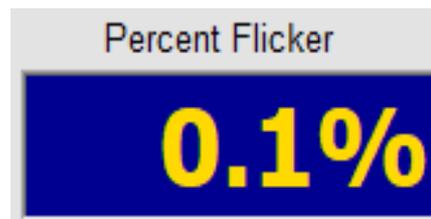
Alcuni di essi, ad esempio gli uccelli, vedono variazioni di luce fino a frequenze intorno ai 200 Hz, quindi dieci volte maggiori di quello che vediamo noi.

Per loro un film appare come una sequenza di fotografie e una lampada, che ai nostri occhi sembra perfettamente stabile, potrebbe apparire come una forte lampada stroboscopica e provocare un grave disagio.



Valori sicuri per la salute

In questi anni (2017) esistono circuiti integrati progettati appositamente per fornire ai LED una corrente perfettamente stabilizzata. Questi integrati sono anche molto economici e possono lavorare con alimentazione che va da 85 a 265 volt, sia a 50 che a 60 Hz.



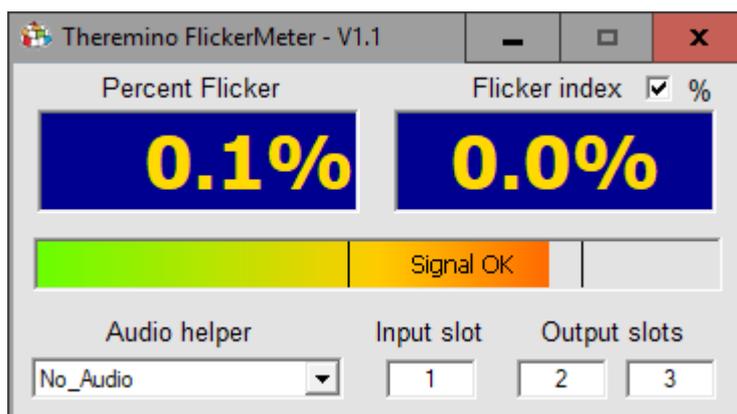
Utilizzando questi integrati, in un circuito ben progettato, lo sfarfallio è praticamente zero e l'efficienza è massima. Con questi integrati, e led di buona qualità, alcuni costruttori riescono a superare i 100 lumen per watt.

Non vi è quindi alcun motivo di produrre lampade che abbiano uno sfarfallio misurabile, se non per risparmiare qualche centesimo o per barare sui dati di efficienza (alcuni costruttori sfruttano la confusione tra potenza luminosa di picco e potenza consumata media e producono appositamente lampade che flickerano per poter dichiarare valori di lumen per watt molto alti).

Quindi, dato che è possibile produrre lampade con zero sfarfallio, non ha senso fare studi biologici o litigare su di essi. Il valore di sfarfallio DEVE essere bassissimo, praticamente zero.

Secondo noi l'unica illuminazione sicura è una illuminazione che dia valori:

- ◆ Minori di 1% (con il metodo "Percent Flicker")
- ◆ Minori di 0.01 (con il metodo "Flicker Index" da noi corretto)
- ◆ Minori di 0.5% (con il "Flicker Index" corretto e riportato in percentuale)



In questa immagine si vedono i valori misurati su led a striscia cinesi (60 led per metro del tipo 5050) alimentati con un alimentatore cinese stabilizzato da 12 volt, 5 ampere. Pur essendo componenti economici, che si trovano normalmente su eBay, il loro sfarfallio è praticamente zero.

Preistoria

Dapprima esistevano solo le lampade a incandescenza (1878). Poi, verso la metà del 1900, vennero le lampade fluorescenti (i tubi al neon), e molti notarono che producevano una luce “fastidiosa”.

Dapprima la colpa venne data al colore della luce, ma successive ricerche hanno dimostrato che le sensazioni di malessere sono causate dal forte sfarfallio.

Per molti anni le uniche lampadine esistenti al mondo erano incandescenti o fluorescenti. E siccome le fluorescenti sfarfallavano molto di più, tutti finirono per pensare che: “le fluorescenti sfarfallano e le incandescenti non sfarfallano”.

In realtà anche le lampade a incandescenza sfarfallano, un po' meno delle fluorescenti, ma comunque sfarfallano un bel po' anche loro. E le alogene sono anche peggio, dato che lavorano a maggiore temperatura e quindi hanno una minore inerzia termica.

Tipi di lampade

Le lampade a incandescenza e alogene hanno inevitabilmente uno sfarfallio medio alto (dal 10% al 30%) e non è possibile ridurlo in nessun modo.



Gli antichi tubi al neon con alimentatore passivo (un induttore costruito con molte spire di rame avvolto su ferro) hanno uno sfarfallio ancora più alto (dal 30% al 50%).



Le lampade fluorescenti CFL (Compact Fluorescent Lamp), dette anche “a risparmio energetico” hanno alimentatori elettronici a commutazione. Per cui teoricamente potrebbero avere uno sfarfallio pari a zero. In pratica però per esigenze di spazio e di costo tutte le CFL hanno uno sfarfallio medio alto, più o meno uguale alle fluorescenti classiche e alle alogene (dal 10% al 30%).



Le lampade a LED sono le uniche con uno sfarfallio molto basso (fino allo 0.1%). Ma se il loro alimentatore è mal progettato possono sfarfallare anche peggio di ogni altra lampada e arrivare a sfiorare il 100%.



Apparecchi di misura commerciali

Lo sfarfallio delle lampade si misura con apparecchi chiamati “**Flicker Meter**”. Questo è un nome comune per i sistemi che misurano la “fastidiosità” dello sfarfallio.

I valori misurati da questi apparecchi vengono calcolati utilizzando formule standardizzate.

Sono apparecchi precisissimi, sicuramente più precisi di un apparecchio “fai da te”, ed hanno un solo difetto, costano una esagerazione.

Ad esempio quello che si vede qui a destra costa più di milletrecento dollari.

<http://www.gamma-sci.com/product/uprtek-mf250n-flicker-meter>



Ma in realtà non abbiamo bisogno di tutta questa precisione.

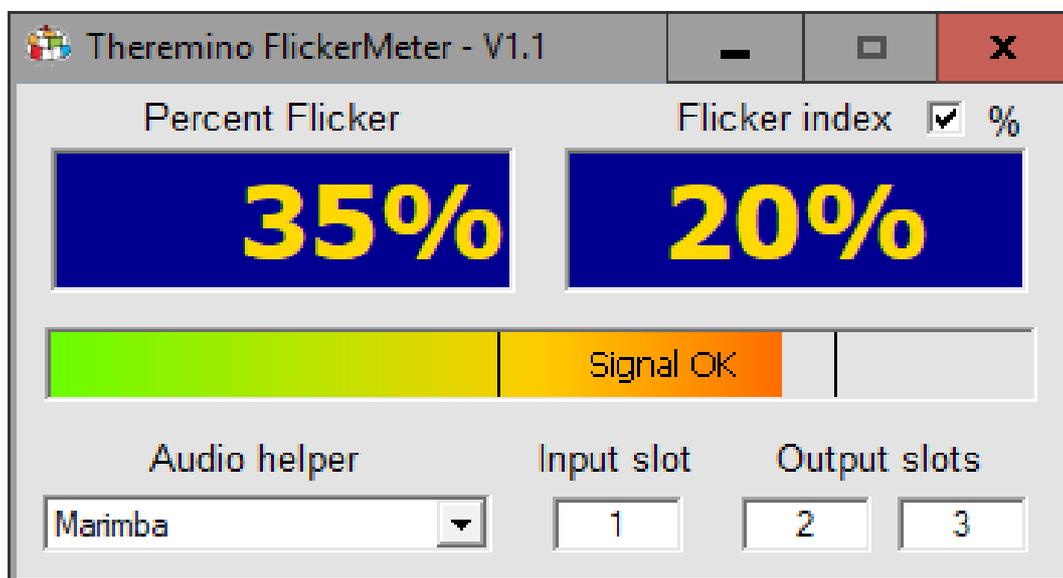
Poco ci importa di sapere se il valore è 33.5% piuttosto che 33.6%.

E ci importerebbe anche poco di sbagliare, ad esempio, dal 20% al 30%.

Perché se c'è del flickering e si misura qualcosa oltre l'uno per cento allora la lampada è comunque da scartare (rileggere il capitolo “Valori sicuri per la salute”).

La applicazione “Flicker Meter”

Questa è una applicazione semplice, i controlli sono pochi e facili da capire.



- ◆ Le due caselle superiori mostrano i risultati delle misure.
- ◆ La casella a destra di “Flicker index” trasforma il valore in percentuale.
- ◆ L'indicatore colorato orizzontale serve per regolare il livello del segnale luminoso (se fosse troppo alto o troppo basso si perderebbe precisione).
- ◆ La casella “Audio helper” permette di scegliere un suono. Il suono può aiutare durante la regolazione del livello del segnale, nel caso che lo schermo non sia visibile.
- ◆ “Input slot” è lo Slot del sistema theremino da cui arriva il segnale, attraverso il dispositivo misuratore e la applicazione HAL.
- ◆ “Output slots” sono gli slot dove vengono scritti i due valori misurati. Questi valori potrebbero essere utilizzati da altre applicazioni, ad esempio un foglio elettronico (Excel), per raccogliere numerose misure in una tabella.

Configurazione del Pin di ingresso del segnale

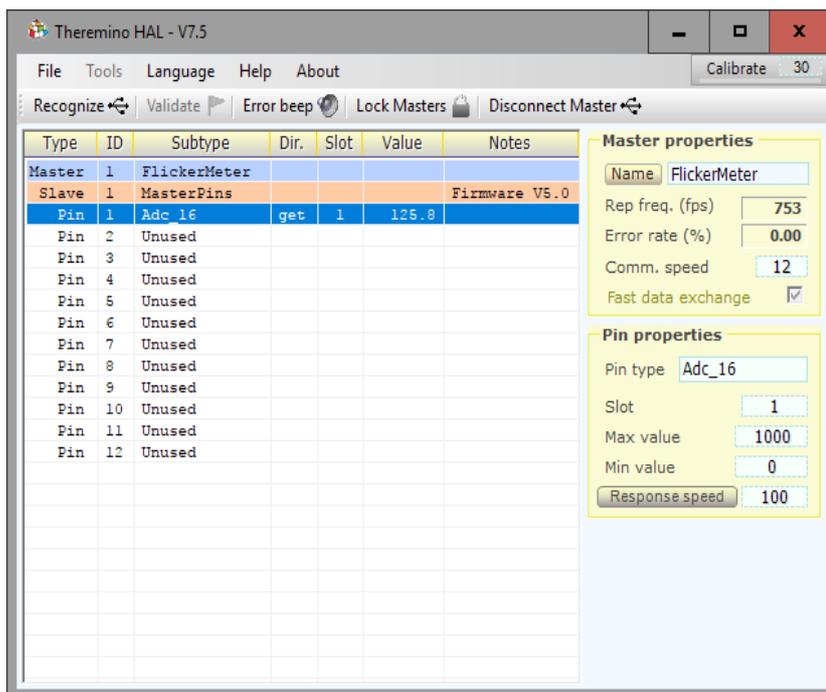
Durante l'avvio, la applicazione "Flicker_Meter" avvia anche "Theremino_HAL".

L'HAL si occupa della comunicazione via USB con il modulo Master. Con l'HAL si configurano gli ingressi del Master per leggere ogni tipo di sensore.

Quando si avvia Flicker Meter l'HAL dovrebbe essere già configurato. Dovrebbe avviarsi minimizzato nella barra inferiore di Windows, e dovrebbe richiudersi da solo alla fine. Non è necessario modificare i suoi parametri tranne in casi speciali.

Controllare la configurazione dell'HAL

- ◆ Aprirlo facendo click sull'icona della igloo nella barra inferiore di Windows.
- ◆ Controllare che "Comm. speed" sia 12
- ◆ Fare click sulla riga del Pin 1
- ◆ Controllare che nel riquadro "Pin properties" tutti i valori siano come in questa immagine.
- ◆ Eventualmente cliccare Pin type e impostare Adc_16. E i quattro numeri sotto: 1 / 1000 / 0 / 100
- ◆ Fare anche attenzione che il pulsante "Response speed" sia spento, cioè che non sia illuminato di colore arancione.



Alla fine è bene minimizzare l'HAL prima di chiudere, così ad ogni nuovo avvio partirà minimizzato nella barra inferiore di Windows e non occuperà posto sul desktop.

Utilizzare altri moduli al posto del Master

Qualcuno potrebbe pensare di utilizzare un NetModule con il NetHAL o un Arduino con l'ArduHAL, ma i loro ADC non sono abbastanza precisi. Teoricamente avrebbero gli stessi bit del modulo Master, ma non hanno il sovra-campionamento di sedici volte che abbiamo implementato nell'HAL, quindi il loro rumore è più alto. Abbiamo provato a usarli e abbiamo verificato che non si riesce a scendere sotto all'uno o due per cento anche con le luci più stabili. Mentre con il master si arriva allo 0.1%.

Oppure si potrebbe pensare di utilizzare un Adc24. Ma anche questa idea è da scartare perché non si avrebbe nessun miglioramento. In compenso questo apparecchio diventerebbe inutilmente costoso e anche più difficile da costruire e da configurare. **Per cui per questo progetto si deve per forza utilizzare un modulo Master.**

Regolare il livello del segnale

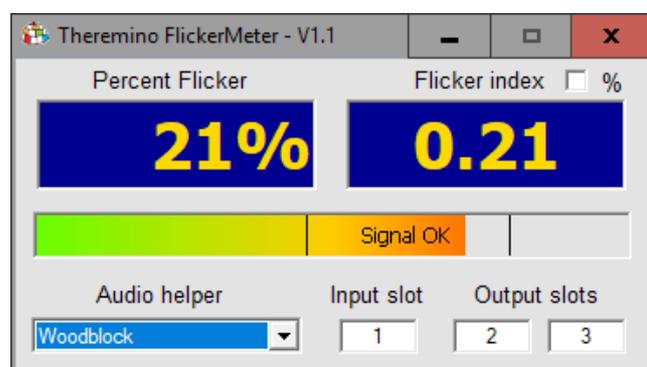
Per fare misure precise la quantità di luce deve essere adeguata e si deve posizionare lo strumento vicino alla lampada, in modo da raccogliere luce solo da essa e non da altre lampade, che potrebbero falsare le misure.

Lo strumento e la lampada devono essere ben fermi. Qualunque vibrazione aumenta il valore misurato, specialmente quando si misurano valori molto bassi.

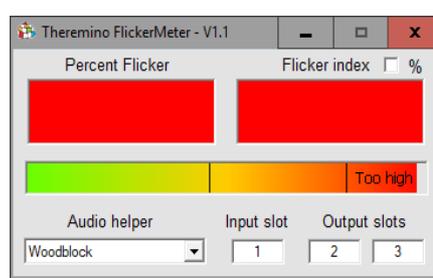
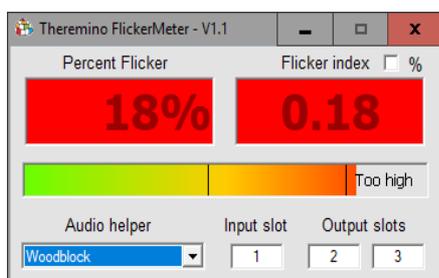
Se si utilizza un apparecchio con il potenziometro di regolazione, lo si ruoterà fino a che l'indicatore mostrerà che il segnale è nella zona centrale. Altrimenti si regolerà il livello avvicinando o allontanando lo strumento dalla lampada.

In questa immagine si vede il livello del segnale ben regolato.

Quando si misurano lampade con sfarfallio molto basso è bene regolare il segnale nella parte destra dell'area centrale, per aumentare al massimo la precisione.



Segnale basso (quando è molto basso spariscono anche i numeri)



Segnale alto (quando è molto alto spariscono anche i numeri)

Utilizzare i suoni per regolare il segnale

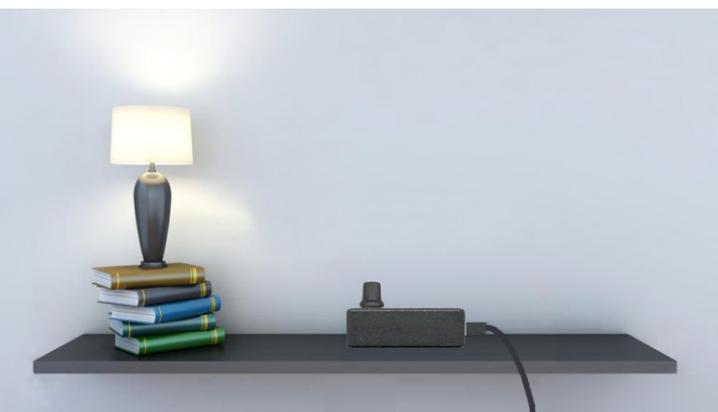
Il dispositivo misuratore va posizionato vicino alla lampada da misurare in modo che la sua luce sia abbastanza forte da minimizzare l'effetto di ogni altra fonte di luce.

Ogni altra lampada, o luce naturale, può alterare il valore misurato, quindi più le altre luci sono forti e più si deve posizionare il misuratore vicino alla lampada da misurare.

Ma non si deve andare troppo vicino alla lampada, perché la misura diventerebbe molto sensibile alle variazioni di distanza tra la lampada e il misuratore e quindi anche alle vibrazioni e ai dondolii della lampada.

Normalmente la distanza più adeguata è tra i dieci centimetri e un metro.

Importante anche notare che sia il misuratore che la lampada devono stare ben fermi durante la misura. Non è quindi possibile tenere il misuratore in mano, si deve per forza posarlo su un piano o fissarlo con un treppiede o un morsetto.



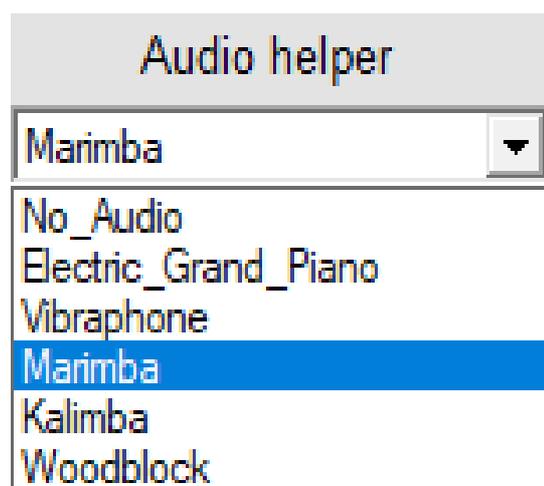
Può quindi succedere che la posizione giusta per il misuratore sia in alto, o comunque in un punto che rende difficile regolarlo mentre si guarda lo schermo.

In questi casi conviene abilitare uno dei suoni di "Audio Helper".

Per imparare a usare i suoni consigliamo di scegliere "Woodblock", che evidenzia bene le variazioni di livello.

Il misuratore deve essere posizionato in una zona illuminata, ma tenendolo vicino al PC (o Tablet), così da poterlo regolare mentre si guarda lo schermo.

Con un po' di allenamento si imparerà a regolare il potenziometro, (oppure la distanza dalla lampada), basandosi solo sui suoni, senza guardare lo schermo.



Metodi per misurare il “flicker”

La nostra applicazione misura lo sfarfallio con buona precisione, secondo i due metodi più usati: “Percent flicker” e “Flicker Index”.

Altri apparecchi utilizzano metodi più complessi e cercano di comportarsi come l'occhio e il cervello umani. Impiegano quindi una serie di filtri elettrici per calcolare la visibilità dello sfarfallio per gli umani. La progettazione di questi Flickermeters è prescritta dal protocollo EN60868 (interessante notare che il solo documento in PDF costa oltre 100 Euro).

Ma recenti studi hanno evidenziato che anche ciò che non viene notato dall'occhio umano può lo stesso avere effetti nocivi sulla salute. Per cui tali apparecchi, oltre ad essere complessi e costosi, tendono a sottostimare la gravità del problema.

Anche il metodo “Flicker Index” tende a sottostimare lo sfarfallio e oltretutto è anche stata scelta una unità di misura che “fa sembrare basso” il valore misurato. Sicuramente nelle riunioni che hanno stabilito questi metodi c'erano costruttori di lampade fluorescenti e alogene.

Tecnologia	Percent Flicker	Flicker Index
Le peggiori lampade a LED	99.0	0.45
Lampada al sodio ad alta pressione	95.0	0.30
Lampada CFL con reattore magnetico	37.0	0.11
Tubo T12 lineare con reattore magnetico	28.4	0.07
Lampada fluorescente a spirale (CFL)	7.7	0.02
Lampada a incandescenza	6.3	0.02
Lampada a LED di media qualità	2.0	0.00
Lampade a LED di ottima qualità o LED in strisce adesive, con alimentatore da 12 o 24 volt stabilizzati.	0.2	0.00

Come si vede in questa tabella il “Percent flicker” evidenzia grandi variazioni tra le diverse lampade, mentre il “Flicker Index” da sempre valori bassi e “rassicuranti”.

Molti documenti in questi anni suggeriscono di utilizzare il “Flicker index”. Se si fa attenzione si può notare una evidente volontà di non dare troppo fastidio ai produttori di lampade alogene e CFL. E di non far notare troppo la differenza tra le buone lampade a LED (con sfarfallio pari a zero) e tutte le altre.

Diversi metodi di misurazione

Percent Flicker

I valori misurati vanno dallo 0% al 100%.

Una luce perfettamente stabile da un valore dello 0%

Una luce che si accende e si spegne completamente da un valore del 100%

Flicker Index

I valori misurati vanno da 0 a 1 (**Nota 1**)

Una luce perfettamente stabile da il valore "0"

Una luce che si accende e si spegne completamente "dovrebbe" dare il valore "1"

Nota 1

Da notare che molti apparecchi utilizzano un calcolo del "Flicker Index" che non da mai un valore superiore a 0.5, anche con una luce che lampeggia nel modo peggiore possibile (onda quadra al 100%).

Per cui tali apparecchi, anche con le peggiori lampade, danno misure intorno a 0.45, che sono molto più rassicuranti che leggere "Percent Flicker = 99%".

Inoltre alcune versioni di Flicker Meter calcolano il "Flicker Index" tenendo anche conto della visibilità del flicker per gli esseri umani. Questa correzione viene fatta presumendo che ciò non si nota non avrà effetti biologici. Ma questo è stato smentito da studi che hanno dimostrato che si verifica un affaticamento, perdita di concentrazione, mal di testa, affaticamento e danni alla vista, anche con illuminazione che lampeggia in modo inavvertibile da un umano.

Il Flicker Index misurato da questi apparecchi arriva addirittura ad assegnare un rassicurante 0.02 ai tubi al neon classici che visti all'oscilloscopio lampeggiano al 50%, e che segnano valori intorno al 30% se misurati con il metodo "Percent flicker".

Si deve poi considerare che non ci sono solo gli esseri umani. Altri animali, ad esempio gli uccelli, vedono distintamente variazioni di luce fino a 200 Hz e oltre. Per cui una luce che per noi appare ferma viene da loro percepita come una lampada stroboscopica e li disturba moltissimo.

In conclusione il "Flicker Index" (come inteso in alcuni documenti e come misurato da alcuni apparecchi commerciali) non è una misura oggettiva ed è fuorviante perché tende a dare per buone, illuminazioni che non lo sono per niente.

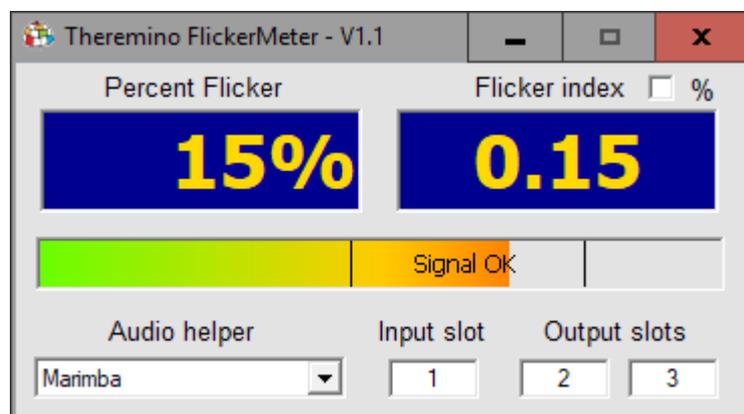
Metodi di misurazione corretti

Il Flicker index calcolato dalla nostra applicazione da correttamente il valore "1" in caso di massima variazione (onda quadra). In pratica il risultato della nostra formula è un valore doppio rispetto a quello dei misuratori che si basano su formule sbagliate e che quindi hanno il "Flicker Index" che va solo fino a 0.5.

La nostra applicazione permette anche di moltiplicare per 100 il "Flicker Index" in modo da poterlo paragonare facilmente con il "Percent Flicker".

Nelle prossime due immagini si vede la misurazione di una perfetta onda quadra che produce valori uguali con i due metodi.

In questa prima immagine si vede il "Flicker Index" in versione classica. Si noti che è difficile notare che si tratta di due valori identici.

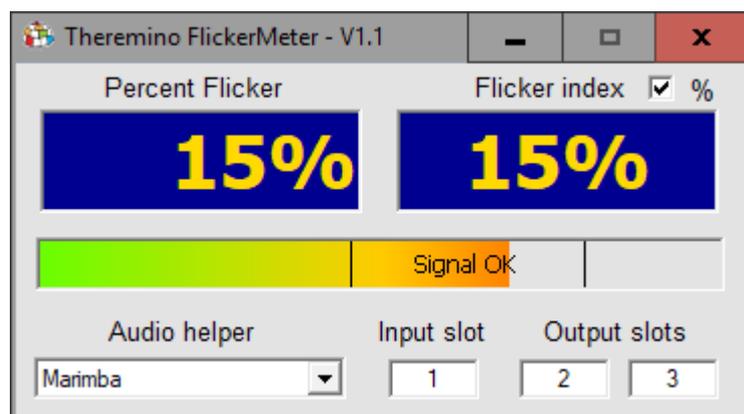


Nella immagine seguente è stato attivato il quadratino della percentuale.

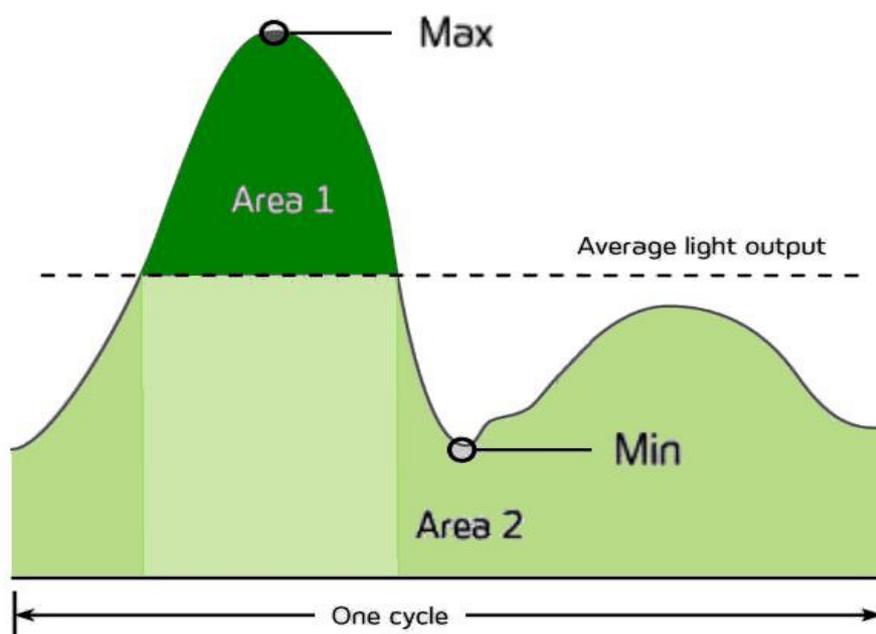
Il "Flicker index" in percentuale rende più facile confrontare i due valori.

Dal confronto è possibile farsi una idea del tipo di forma d'onda con cui varia la luce.

Se i due valori sono uguali allora la forma d'onda è quadrata, e man mano che divergono, si va verso forme d'onda meno squadrate e (presumibilmente) meno dannose per la salute.



Appendice 1 - Formule di calcolo



$$\text{Percent of Max} = 100\% * (\text{Max} - \text{Min}) / \text{Max}$$

Questa è la formula più grezza e sarebbe anche la nostra preferita perché evidenzia al massimo lo sfarfallio. Peccato che non la usi nessuno per cui, a malincuore, ci siamo adeguati.

$$\text{Percent Flicker} = 100\% * (\text{Max} - \text{Min}) / (\text{Max} + \text{Min})$$

La formula utilizzata nel primo indicatore della nostra applicazione.

$$\text{Flicker Index} = \text{Area1} / (\text{Area1} + \text{Area2})$$

Il flicker index "non corretto" che da valori da 0 fino a 0.5 al massimo.

$$\text{Flicker Index corrected} = \text{Area1} / (\text{Area1} + \text{Area3})$$

Il flicker index "corretto" che da valori da 0 fino a 1.

Si ottiene l'area 3 escludendo dalla area 2 la parte che sta sotto alla area 1 (evidenziata con un colore più chiaro).

$$\text{Flicker Index corrected as Percentual} = 100\% * \text{Area1} / (\text{Area1} + \text{Area3})$$

Il flicker index "corretto" riportato in percentuale che da valori da 0% fino al 100% ed è quindi facilmente confrontabile con il "Percent flicker".

Questo è il "Flicker index" che consigliamo di utilizzare. Lo si ottiene premendo il % nel secondo indicatore della nostra applicazione.

Appendice 2 - Confronto tra i metodi di misura

Max light value	Min light value	Percent of Max	Percent flicker	Flicker Index (square wave)	Flicker Index (sinusoidal wave)	Flicker Index (triangular wave)	Flicker Index (rectified sinusoid)
100.0	0.0	100.0	100.0	1.000	0.640	0.500	0.480
100.0	1.0	99.0	98.0	0.980	0.627	0.490	0.470
100.0	5.0	95.0	90.5	0.905	0.579	0.452	0.434
100.0	10.0	90.0	81.8	0.818	0.524	0.409	0.393
100.0	15.0	85.0	73.9	0.739	0.473	0.370	0.355
100.0	20.0	80.0	66.7	0.667	0.427	0.333	0.320
100.0	25.0	75.0	60.0	0.600	0.384	0.300	0.288
100.0	30.0	70.0	53.8	0.538	0.345	0.269	0.258
100.0	35.0	65.0	48.1	0.481	0.308	0.241	0.231
100.0	40.0	60.0	42.9	0.429	0.274	0.214	0.206
100.0	45.0	55.0	37.9	0.379	0.243	0.190	0.182
100.0	50.0	50.0	33.3	0.333	0.213	0.167	0.160
100.0	55.0	45.0	29.0	0.290	0.186	0.145	0.139
100.0	60.0	40.0	25.0	0.250	0.160	0.125	0.120
100.0	65.0	35.0	21.2	0.212	0.136	0.106	0.102
100.0	70.0	30.0	17.6	0.176	0.113	0.088	0.085
100.0	75.0	25.0	14.3	0.143	0.091	0.071	0.069
100.0	80.0	20.0	11.1	0.111	0.071	0.056	0.053
100.0	81.0	19.0	10.5	0.105	0.067	0.052	0.050
100.0	82.0	18.0	9.9	0.099	0.063	0.049	0.047
100.0	83.0	17.0	9.3	0.093	0.059	0.046	0.045
100.0	84.0	16.0	8.7	0.087	0.056	0.043	0.042
100.0	85.0	15.0	8.1	0.081	0.052	0.041	0.039
100.0	86.0	14.0	7.5	0.075	0.048	0.038	0.036
100.0	87.0	13.0	7.0	0.070	0.044	0.035	0.033
100.0	88.0	12.0	6.4	0.064	0.041	0.032	0.031
100.0	89.0	11.0	5.8	0.058	0.037	0.029	0.028
100.0	90.0	10.0	5.3	0.053	0.034	0.026	0.025
100.0	91.0	9.0	4.7	0.047	0.030	0.024	0.023
100.0	92.0	8.0	4.2	0.042	0.027	0.021	0.020
100.0	93.0	7.0	3.6	0.036	0.023	0.018	0.017
100.0	94.0	6.0	3.1	0.031	0.020	0.015	0.015
100.0	95.0	5.0	2.6	0.026	0.016	0.013	0.012
100.0	96.0	4.0	2.0	0.020	0.013	0.010	0.010
100.0	97.0	3.0	1.5	0.015	0.010	0.008	0.007
100.0	98.0	2.0	1.0	0.010	0.006	0.005	0.005
100.0	99.0	1.0	0.5	0.005	0.003	0.003	0.002
100.0	99.1	0.9	0.5	0.005	0.003	0.002	0.002
100.0	99.2	0.8	0.4	0.004	0.003	0.002	0.002
100.0	99.3	0.7	0.4	0.004	0.002	0.002	0.002
100.0	99.4	0.6	0.3	0.003	0.002	0.002	0.001
100.0	99.5	0.5	0.3	0.003	0.002	0.001	0.001
100.0	99.6	0.4	0.2	0.002	0.001	0.001	0.001
100.0	99.7	0.3	0.2	0.002	0.001	0.001	0.001
100.0	99.8	0.2	0.1	0.001	0.001	0.001	0.000
100.0	99.9	0.1	0.1	0.001	0.000	0.000	0.000
100.0	100.0	0.0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000

Appendice 3 - Misurare la frequenza

La frequenza dello sfarfallio dipende dal circuito di alimentazione della lampada.

Teoricamente alcuni alimentatori potrebbero avere un raddrizzatore a singola semionda e quindi produrre sfarfallio alla frequenza di 50 Hz (che è molto più visibile). Ma in pratica tutte le lampade hanno una frequenza di sfarfallio di 100 Hz, ne abbiamo provate a decine e sono tutte da 100 Hz.

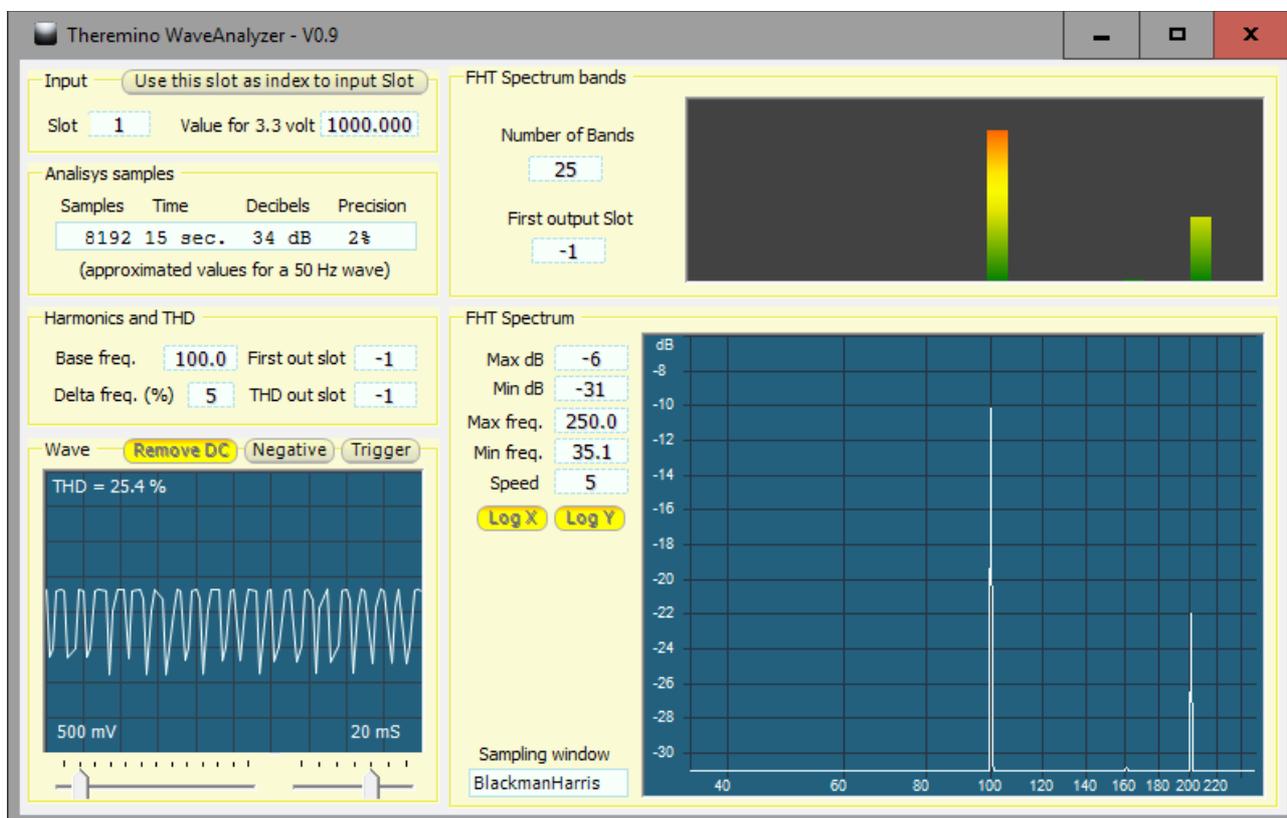
Anche le lampade fluorescenti, con reattore elettronico che lavora ad alta frequenza, hanno uno sfarfallio a 100 Hz. Questo è dovuto ad un insufficiente filtraggio della tensione raddrizzata. Per filtrarla perfettamente servirebbe un condensatore costoso e troppo grande per poter stare nel portalampade.

E anche i vecchi tubi fluorescenti con reattore dell'età della pietra producono sfarfallio a 100 Hz.

Abbiamo anche provato un tubo Philips a LED di quelli fatti per sostituire gli antichi tubi fluorescenti. Dato il suo costo supponevamo avesse una quantità di sfarfallio pari a zero, ma in realtà lo aveva abbastanza alto, paragonabile a quello dei tubi fluorescenti, e anche lui immancabilmente a 100 Hz.

Quindi misurare la frequenza dello sfarfallio è praticamente inutile e non abbiamo appesantito la applicazione Flicker Meter con un misuratore di frequenza.

Chi volesse togliersi il dubbio può usare la nostra applicazione "Wave Analyzer", che non solo misura la frequenza, ma fa anche una analisi di spettro di tutte le variazioni da zero fino a 250 Hz. Scaricate "Wave analyzer" da [questa pagina](#).



Appendice 4 - I dimmer

Trascureremo completamente i vecchi dimmer per le lampade a incandescenza e le alogene. Queste lampade non sono più da utilizzare perché consumano sei volte più dei LED e perché hanno una vita più breve. Ma soprattutto perché hanno un certo sfarfallio intrinseco, che non può essere diminuito nemmeno modificando il loro alimentatore (le fluorescenti sarebbero difficilissime da correggere e le alogene l'alimentatore non lo hanno proprio).

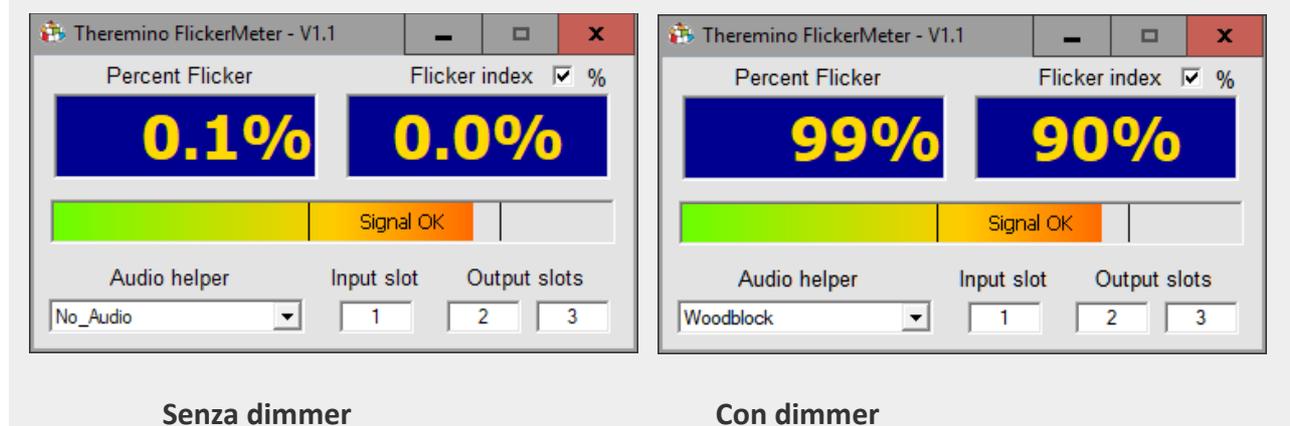
Parleremo quindi solo di dimmer per i LED.

Con gli attuali dimmer per LED anche lampade che hanno uno sfarfallio bassissimo possono diventare pessime, non importa che siano "dimmerabili" o no.

Abbiamo provato tre diversi tipi di dimmer per LED (a 12 o 24 volt). Due di essi diminuivano la luminosità accendendo e spegnendo la lampada con frequenza di circa 120 Hz e uno con circa 240 Hz. Forse si potrebbe stare tranquilli con frequenze oltre i 1000 Hz ma chi lo sa. L'unica lampada sicura è una lampada che non sfarfalla.



Ecco come un dimmer può "rovinare" una buona lampada:



Questo però non è l'unico modo di fare un dimmer. Qualche componente in più e si otterrebbe un alimentatore stabilizzato con uscita variabile in tensione o corrente. E un alimentatore stabilizzato avrebbe una uscita perfettamente costante e quindi la lampada avrebbe uno sfarfallio molto vicino allo zero. Uno dei motivi per cui non li produce nessuno è che non potrebbero essere universali. Dovrebbero fornire una corrente continua ai LED e quindi non sarebbero posizionabili sul cavo che porta la tensione alternata.

Conclusioni

Probabilmente in questi anni nessuno produce dimmer che non flickerano. Quindi il nostro consiglio è di provarli, verificare che hanno un flickering esagerato e eliminarli. In questo modo favoriremo la comparsa di nuove generazioni di dimmer ben progettati.