

A. PARRETTA

CORSO DI OTTICA APPLICATA

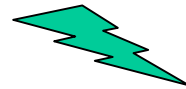
A.A. 2011-2012

RIFLETTOMETRO DIFFERENZIALE (DRM-ARDR)

A. Parretta, P. Grillo, P. Maddalena, P. Tortora

“Method for measurement of the directional/hemispherical reflectance of photovoltaic devices”

Optics Communications 186 (2000) 1–14

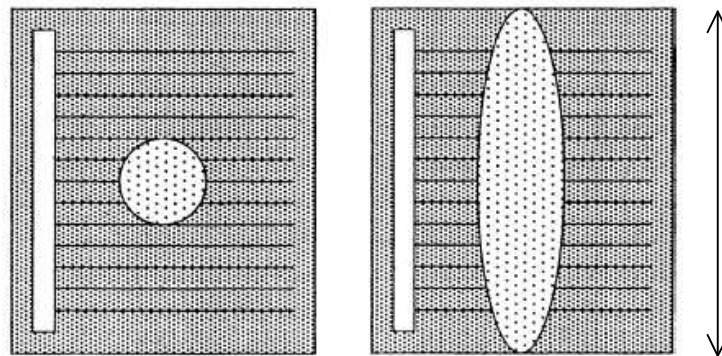
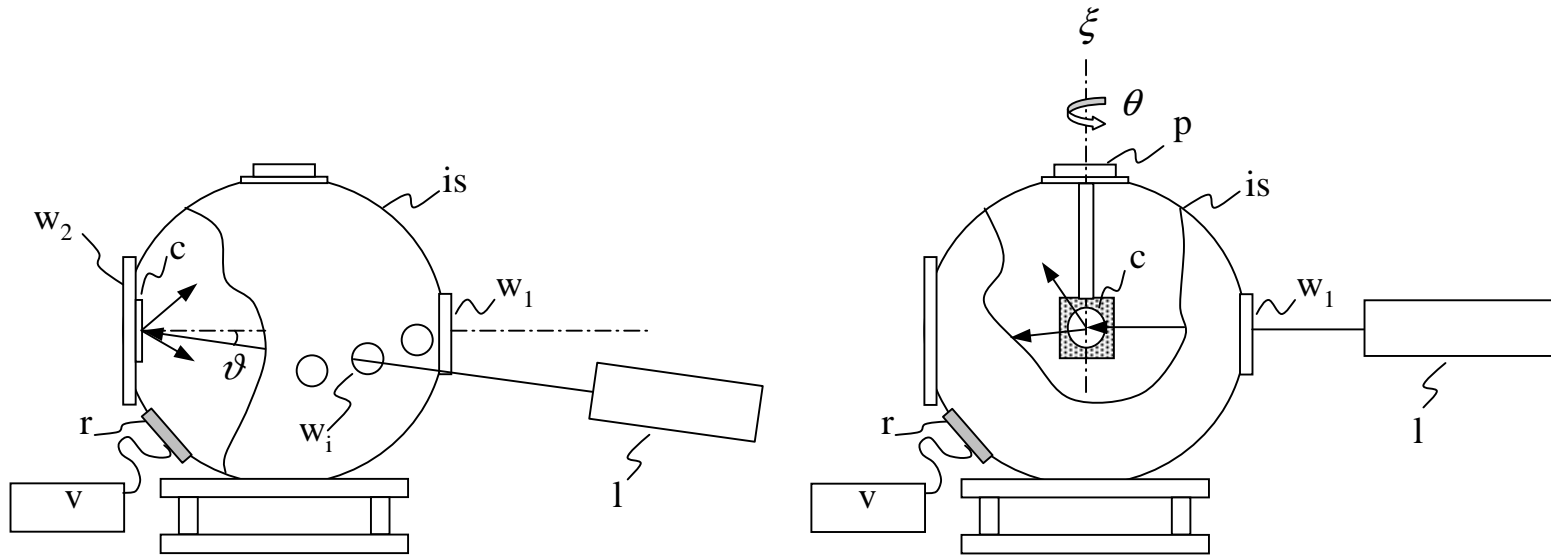


A. Parretta, A. Sarno, P. Tortora,

“Apparecchio e metodo per la misura differenziale della riflettanza di una superficie”

Brevetto It., Application N. RM 99 A 000656, 25 October 1999.

LIMITE ANGOLARE NELLE MISURE DI RIFLETTANZA

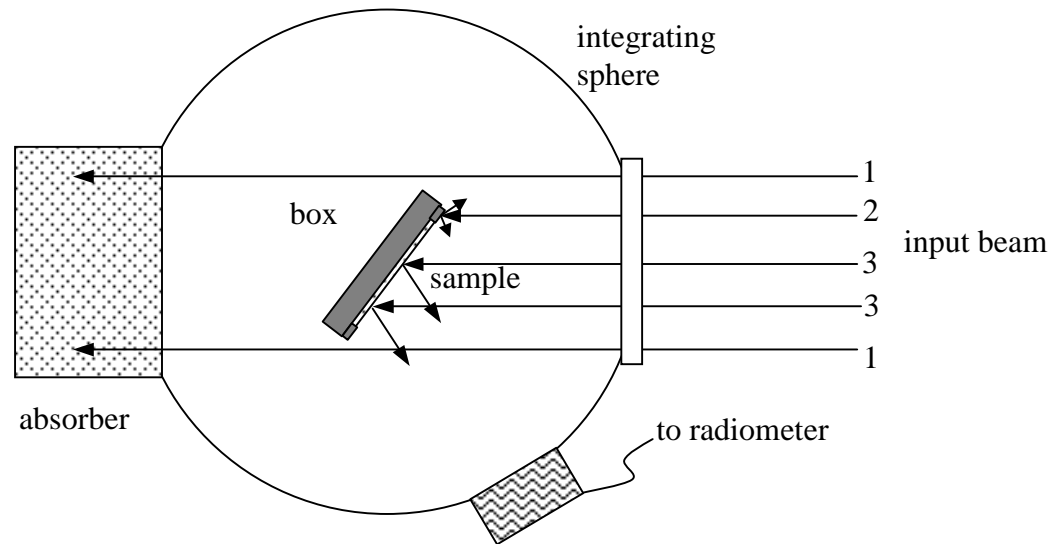


d

$d / \cos \theta$

$$\theta_{\max} = \cos^{-1}(d/l)$$

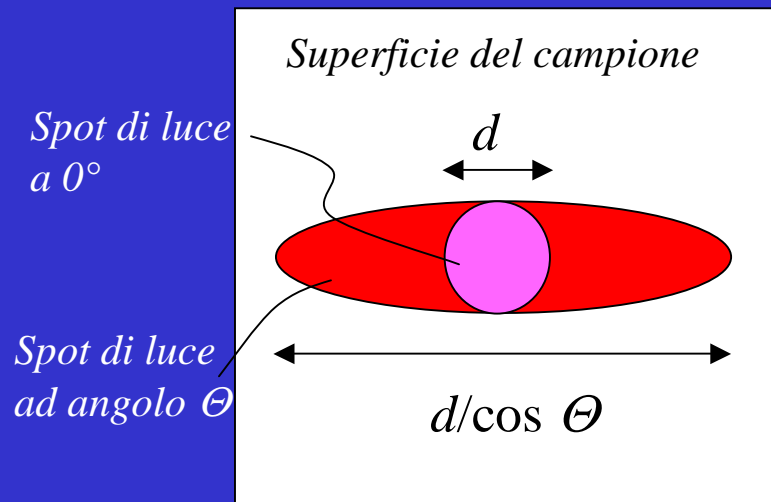
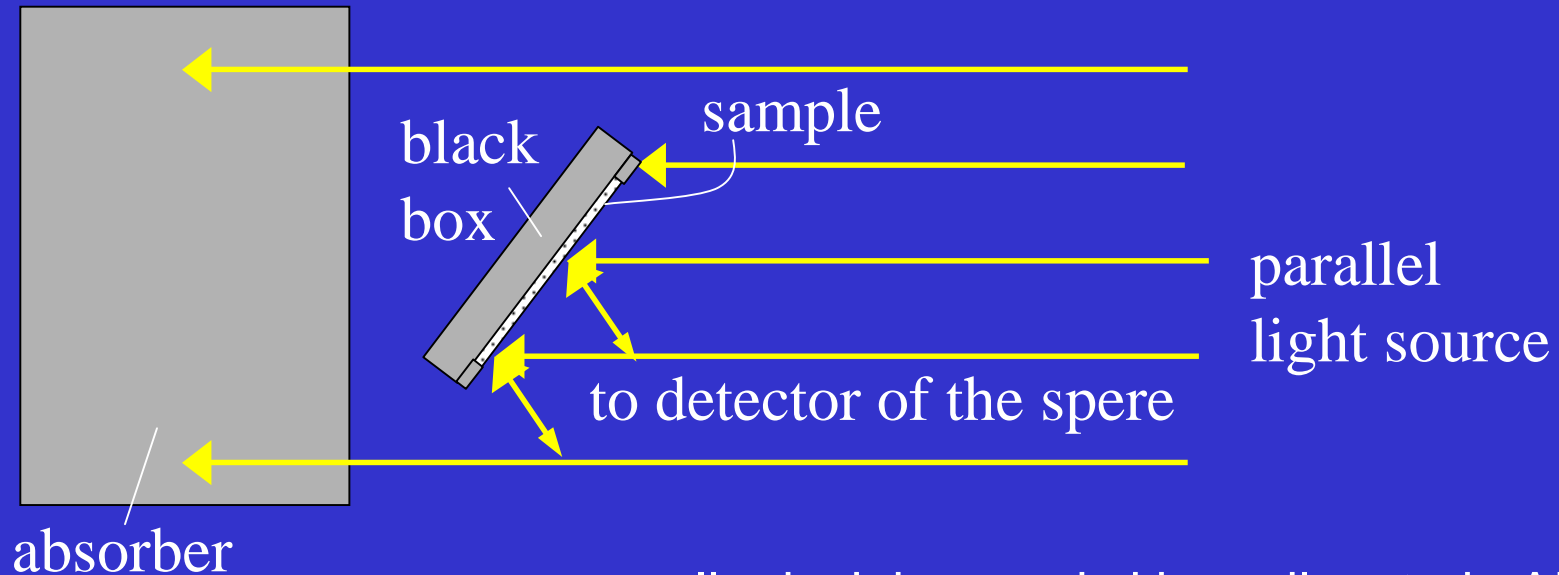
RIFLETTOMETRO DRM-ARDR



Principio di funzionamento

Light beams of type 1 cross the sphere undisturbed and arrive at the absorber.
Light beams of type 2 strike the box edges and produce a low intensity reflected light.
Light beams of type 3 strike the sample surface and produce most of the reflected light measured by the radiometer.

APPARATO ARDR

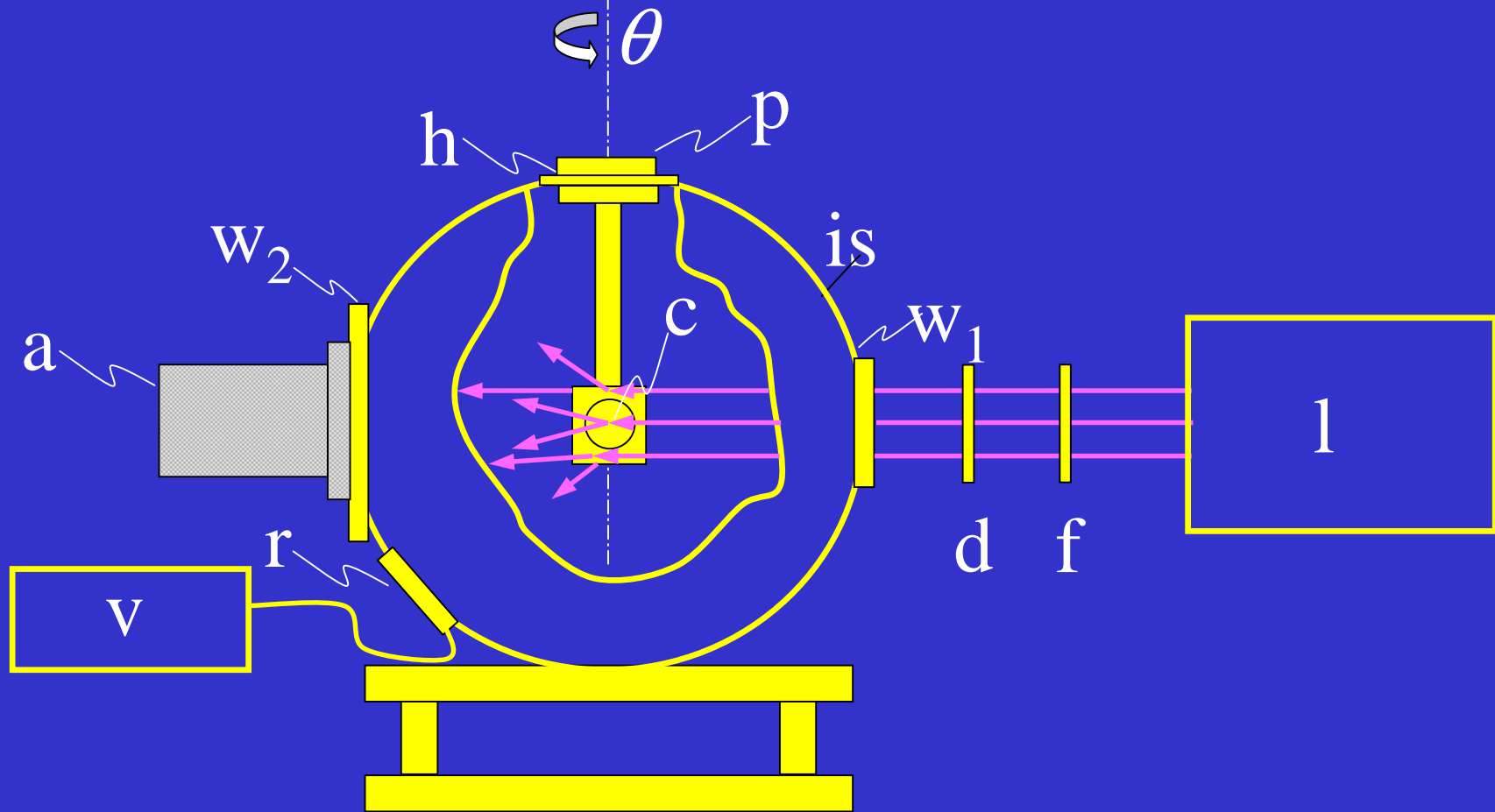


Metodo tradizionale

Il principio su cui si basa il metodo ARDR è quello d'illuminare l'intera superficie del campione a qualsiasi angolo d'incidenza. In tal caso non esiste più un angolo limite oltre il quale il fascio fuoriesce dalla superficie del campione, come avviene nei metodi tradizionali (vedi figura a fianco).

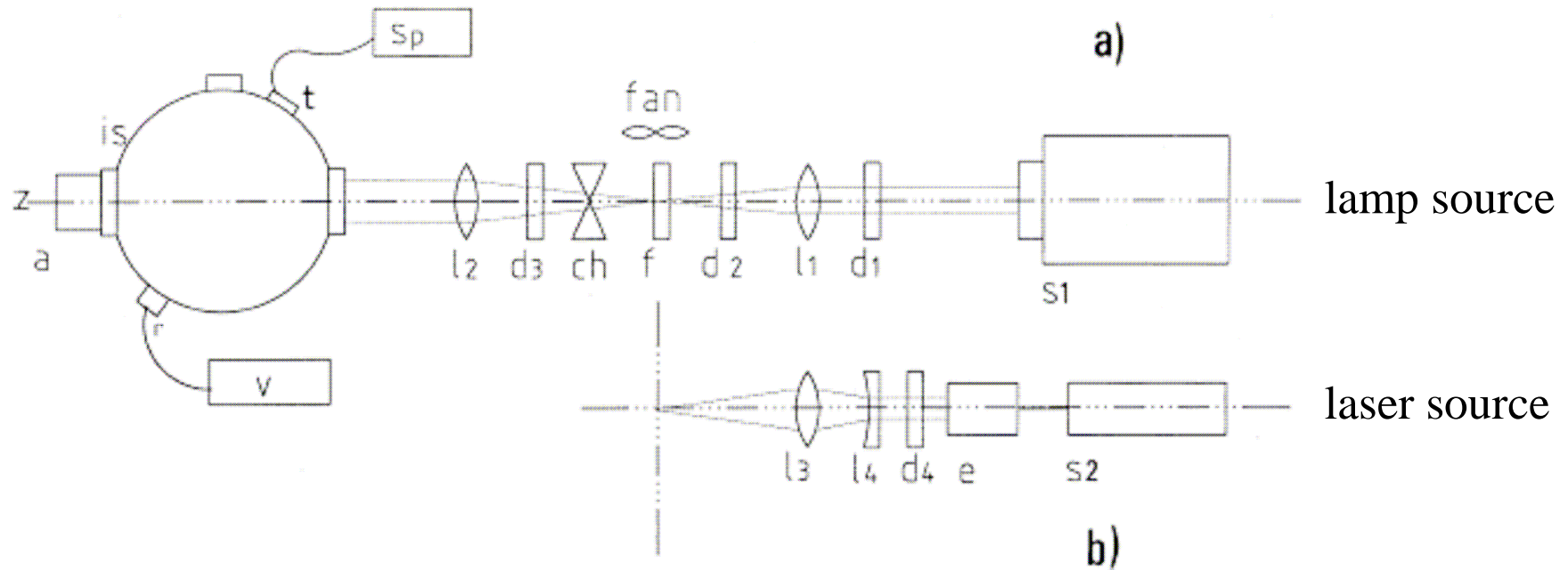
APPARATO ARDR

(Angle-Resolved Differential Reflectometer)



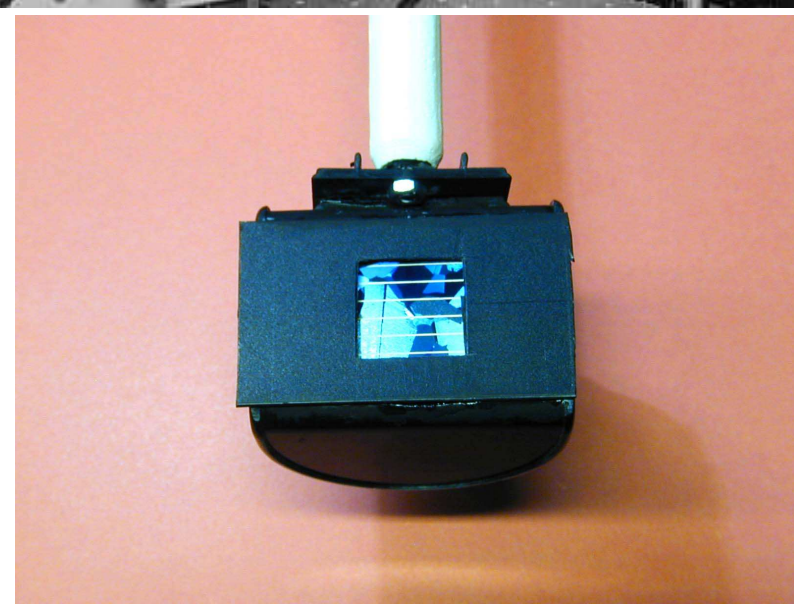
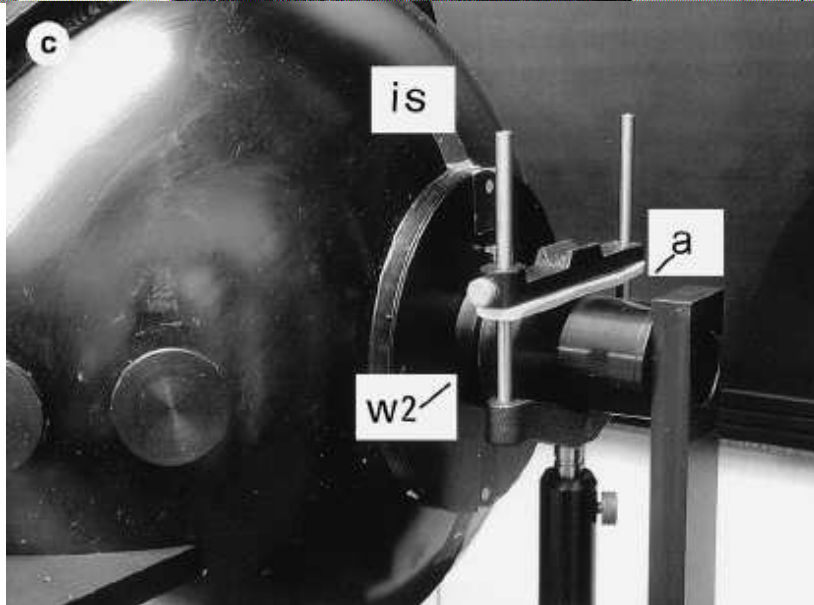
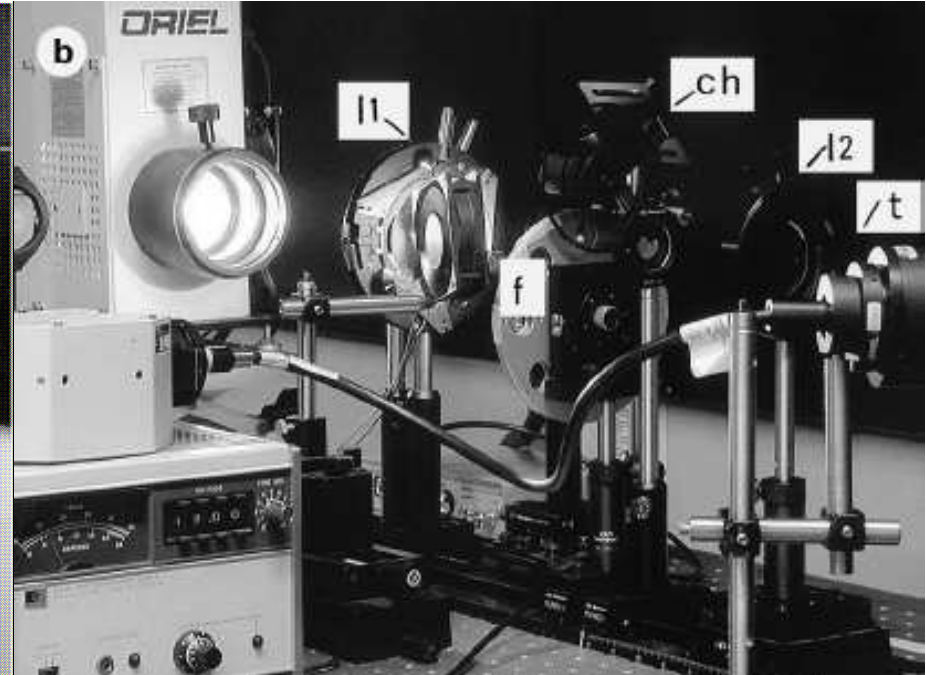
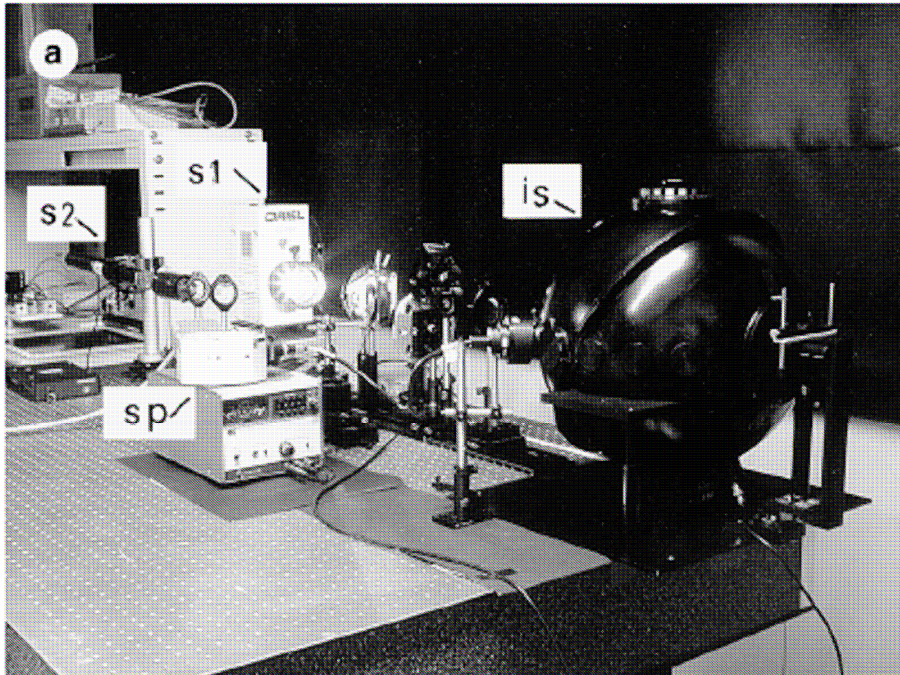
Metodo adatto per misure su campioni di piccola area di R vs. θ , λ senza limiti sull'angolo d'incidenza (0° - 90°). Il metodo ARDR è ideale per campioni otticamente eterogenei.

RIFLETTOMETRO DRM-ARDR

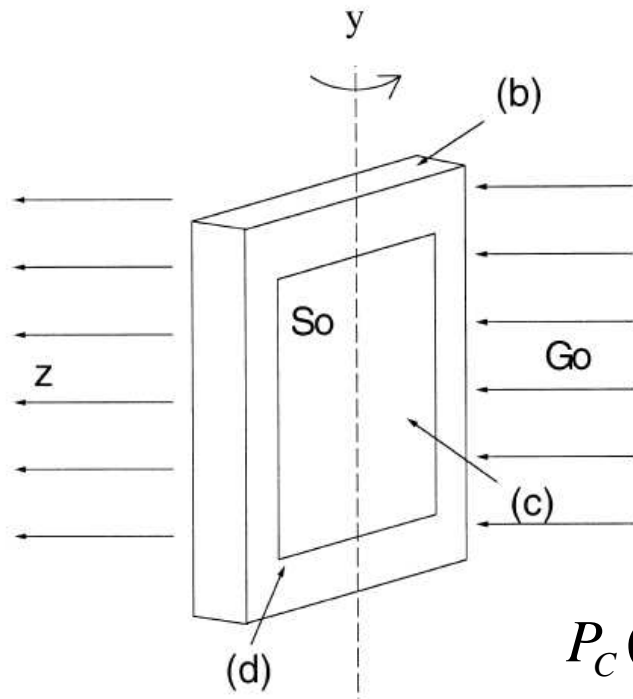


Set-up sperimentale

FOTO DEL RIFLETTOMETRO DRM-ARDR



TEORIA DEL METODO DRM-ARDR



Irradianza sul campione:

$$G(\theta) = G_0 \cdot \cos \theta \quad (\text{W/m}^2)$$

Flusso incidente sul campione:

$$P_{IC}(\theta) = G(\theta) \cdot S_0 = G_0 \cdot \cos \theta \cdot S_0 \quad (\text{W})$$

Flusso riflesso nella sfera dal campione:

$$P_C(\theta) = R_C(\theta) \cdot P_{IC}(\theta) = R_C(\theta) \cdot G_0 \cdot \cos \theta \cdot S_0 \quad (\text{W})$$

($R_C(\theta)$): riflettanza del campione)

Flusso totale riflesso nella sfera dal campione e dal box:

$$P_{BC}(\theta) = R_C(\theta) \cdot P_{IC}(\theta) + R_B(\theta) \cdot P_{IB}(\theta) \quad (\text{W})$$

Flusso totale riflesso nella sfera dallo standard e dal box:

$$P_{BS}(\theta) = R_S(\theta) \cdot P_{IC}(\theta) + R_B(\theta) \cdot P_{IB}(\theta) \quad (\text{W})$$

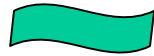
TEORIA DEL METODO DRM-ARDR

Differenziando otteniamo:

$$\Delta P_{CS}(\theta) = P_{BC}(\theta) - P_{BS}(\theta) = P_{IC}(\theta) \cdot [R_C(\theta) - R_S(\theta)] \text{ (W)}$$

Dalla eq.ne precedente otteniamo:

$$R_C(\theta) = R_S(\theta) + \frac{\Delta P_{CS}(\theta)}{P_{IC}(\theta)} = R_S(\theta) + \frac{\Delta P_{CS}(\theta)}{G_0 \cdot \cos \theta \cdot S_0}$$



Segnale generico di una misura: $V(\theta)$ (Volt o Ampere)

Misura sullo standard:

$$V_S(\theta) = k \cdot G_0 \cdot [R_B(\theta) \cdot S_B(\theta) + R_S(\theta) \cdot S_S(\theta)] \text{ (Volt o Ampere)}$$

$S_B(\theta)$: Box cross section

Cross section dello standard: $S_S(\theta) = S_S(0) \cdot \cos \theta = S_0 \cdot \cos \theta$

TEORIA DEL METODO DRM-ARDR

Adoperando una coppia di standard diversi abbiamo:

$$V_{S_1}(\theta) = k \cdot G_0 \cdot [R_B(\theta) \cdot S_B(\theta) + R_{S_1}(\theta) \cdot S_{S_1}(\theta)]$$

$$V_{S_2}(\theta) = k \cdot G_0 \cdot [R_B(\theta) \cdot S_B(\theta) + R_{S_2}(\theta) \cdot S_{S_2}(\theta)]$$

Differenziando otteniamo:

$$\Delta V_S(\theta) = V_{S_2}(\theta) - V_{S_1}(\theta) = k \cdot G_0 \cdot [R_{S_2}(\theta) \cdot S_{S_2}(\theta) - R_{S_1}(\theta) \cdot S_{S_1}(\theta)]$$

Misura sul campione:

$$V_C(\theta) = k \cdot G_0 \cdot [R_B(\theta) \cdot S_B(\theta) + R_C(\theta) \cdot S_C(\theta)]$$

Differenziamo i segnali del campione e di uno standard:

$$\Delta V_C(\theta) = V_C(\theta) - V_{S_1}(\theta) = k \cdot G_0 \cdot [R_C(\theta) \cdot S_C(\theta) - R_{S_1}(\theta) \cdot S_{S_1}(\theta)]$$

Differenziamo i segnali dei due standard:

$$\Delta V_S(\theta) = V_{S_2}(\theta) - V_{S_1}(\theta) = k \cdot G_0 \cdot [R_{S_2}(\theta) \cdot S_{S_2}(\theta) - R_{S_1}(\theta) \cdot S_{S_1}(\theta)]$$

TEORIA DEL METODO DRM-ARDR

Il rapporto tra i due differenziali ci dà:

$$\frac{\Delta V_C(\theta)}{\Delta V_S(\theta)} = \frac{V_C(\theta) - V_{S1}(\theta)}{V_{S2}(\theta) - V_{S1}(\theta)} = \frac{[R_C(\theta) \cdot S_C(\theta) - R_{S1}(\theta) \cdot S_{S1}(\theta)]}{[R_{S2}(\theta) \cdot S_{S2}(\theta) - R_{S1}(\theta) \cdot S_{S1}(\theta)]}$$

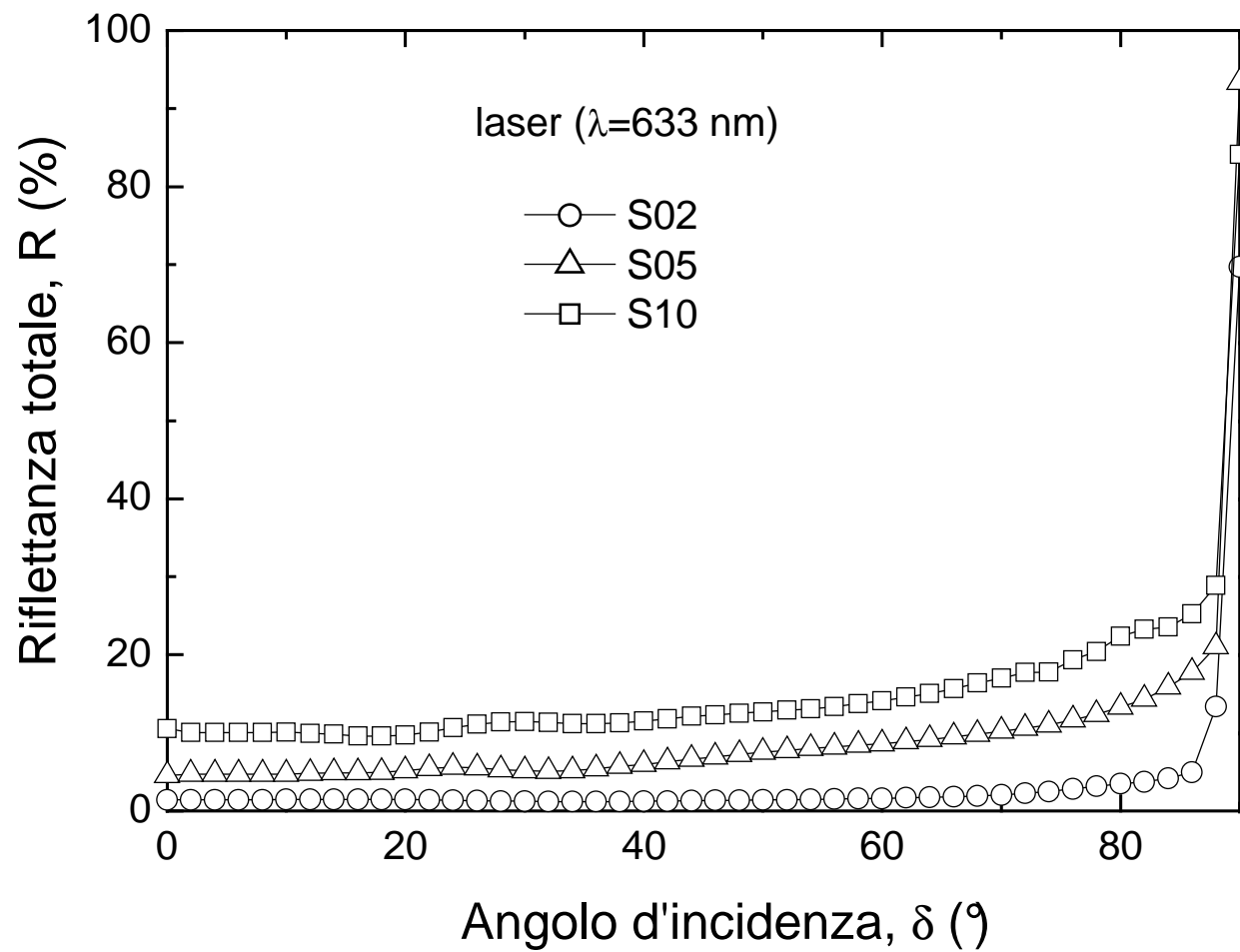
Essendo inoltre: $S_C(\theta) = S_{S1}(\theta) = S_{S2}(\theta) = S_0 \cdot \cos(\theta)$

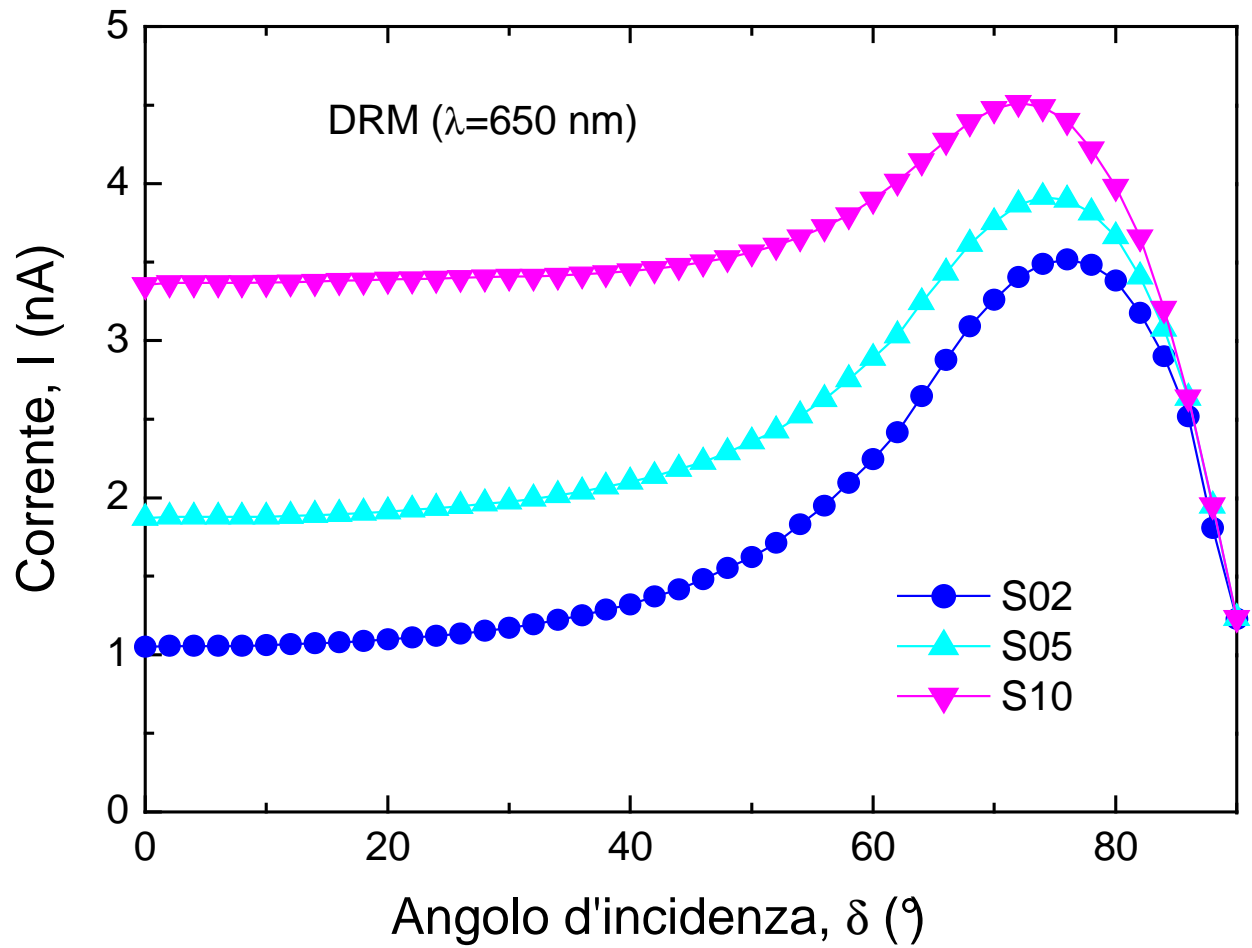
Il rapporto tra i due differenziali diventa:

$$\frac{\Delta V_C(\theta)}{\Delta V_S(\theta)} = \frac{V_C(\theta) - V_{S1}(\theta)}{V_{S2}(\theta) - V_{S1}(\theta)} = \frac{R_C(\theta) - R_{S1}(\theta)}{R_{S2}(\theta) - R_{S1}(\theta)}$$

Abbiamo finalmente per la riflettanza incognita, espressa in funzione di λ :

$$R_C(\theta, \lambda) = \frac{\Delta V_C(\theta)}{\Delta V_S(\theta)} \cdot [R_{S2}(\theta, \lambda) - R_{S1}(\theta, \lambda)] + R_{S1}(\theta, \lambda)$$





Curva caratteristica di corrente vs. angolo d'incidenza

