# Photovoltaic Creativity

## Introduzione

L'inquinamento globale e in particolare l'aumento delle temperature sono una delle tematiche più calde negli ultimi anni perchè colpisce direttamente il nostro pianeta e noi stessi. Proprio per questo motivo sempre più paesi nel mondo stanno puntando molto sulle energie rinnovabili al fine di diminuire le emissioni di $CO\_{2}$ e per calare la produzione di energia elettrica dovuta ai combustibili fossili quali il petrolio e il carbone che oltre ad essere una risorsa limitata, sono anche altamente inquinanti.Possiamo perciò dire che le energie rinnovabili che sfruttano eventi e fenomeni naturali senza creazione diretta di anidride carbonica sono il futuro della creazione di energia elettrica. Nel nostro progetto ci concentreremo sul fotovoltaico, una tecnologia ormai molto diffusa che sfrutta l'enrgia solare per generare elettricità.

Il progresso degli studi fotovoltaici ha portato a ideare nuove geometrie che seguissero figure non planari al fine di essere maggiormente integrati all'interno delle architetture degli edifici stessi.Lo scopo di questo progetto è appunto quello di capire come la diversa geometria del pannello influisca sul rendimento del sistema fotovoltaico.

# Schema del progetto

# Progetto

# Posizione del sole

la posizione del sloe a causa del moto della Terra rispetto al sole segue delle traiettorie “fisse” lungo un anno, variando giorno per giorno…

per ogni giorno N dell’anno l’asse di rotazione terrestre ha una cert a declinazione calcolabile secondo la seguente formula [Eq 1]

Nel corso del giorno, l’angolo tra il sole e l’osservatore varia. Tale angolo viene calcolato rispetto *mezzogiorno solare* (noi lo teniamo fisso alle 12:00) può essere ottenuto per ogni minuto *min* con la seguente formula, ove i valori negativi rappresentano gli antimeridiani [Eq 2]:

(l’alba e il tramonto sono gli angoli limite e variano durante l’anno)

La posizione dell’installazione determina la latitudine L (positiva per i valori a nord dell’equatore e negativa per i valori a sud dell’equatore). Da tale latitudine si ricavano gli angoli di Zenith solare e il complementare angolo di altitudine solare [ Eq 3 pag517 calcolo dell’angolo di zenith]:

(pag 60 per calcolare z)

L’angolo di Azimuth , anch’esso dipendente dall’altitudine solare , varia lungo il corso del giorno secondo la seguente formula [Eq 4]:

Per ogni posizione del sole in un qualsiasi ora del giorno dell’anno, i raggi solari attraversano distanze maggiori o minori di atmosfera, chiamata massa d’aria m, che dipende dallo Zenith solare secondo la seguente formula [Eq 6 pag517]:

Dati da ricavare dalle banche dati e [ <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> ] <https://power.larc.nasa.gov/>.

La radiazione totale su una superficie orizzonale G [W/m^2 rad, pg. 101] è la somma della radiazione diretta (beam) e della radiazione assorbita dalla massa d’aria e diffusa

Con dipendente dalla radiazione diffusa dal cielo

# Creazione delle geometrie del pannello

assi cartesiani in 3 dimensioni x,y,z

verso positivo asse x: est

verso positivo asse y: nord

verso positivo asse z: altezza rispetto al suolo (normale al suolo nel punto dell’osservatore)

verso negativo asse x: ovest

verso negativo asse y: sud

verso negativo asse z:

per tutte le geometrie studiate abbiamo discretizzato la superficie del pannello in triangoli (secondo il metodo agli elementi finiti) studiando ondulati, rami di parabola ,cilindri, piani, piramidi e sfere.

Per quanto riguarda la modelli i primi 5 modelli la creazione avviane in 3 passi:

presi in considerazione sono tutti poligoni sviluppati per traslazione della loro sezione rispetto al piano x,z **[COME LI CREIAMO]**

[PARTE DI ALE]

….

L’elenco dei vertici viene importato tramite file csv.

Da ongni 3 vertici viene ricostruito il triangolo.

Per ogni triangolo vengono calcolati l’angolo (rotazine rispetto all’asse y) tramite [come cavolo lo faccimo], l’angolo (inclinazione rispetto al piano del suolo) che viene calcolato ruotando il pannello lungo l’asse z e poi prendendo il rapporto dell’intersezione del piano, e l’area di esposizione del triangolo.

# Modellazione dell’energia prodotta

Ogni micro-pannello generato secondo il precedente procedimento possiede un proprio anglo inclinazione del pannello in gradi rispetto al terreno e angolo di inclinazione del pannello fra il sud e la perpendicolare del pannello(verso ovest è positivo).

I seguenti calcoli vengono pertanto ripetuti per ciascun sub-pannello e per ciascun momento del giorno/anno che si ritiene indagare.

L’inclinazione del pannello nello spazio 3D forma un angolo proprio con la specifica posizione del sole al tempo t, chiamato angolo di incidenza , che si ottiene attraverso la seguente formula [Eq 4]:

L’attraversamento dell’atmosfera dai raggi solari produce non solo un effetto di assorbimento e rifrazione, ma anche uno shift dello spettro dei raggi solari. L’impatto finale di questo shift dipende dalle caratteristiche costruttive del pannello (principalmente della giunzione?). Tale effetto è stato ottenuto sperimentalmente e descritto tramite una regressione a coefficienti dati dalle prove di laboratorio e dalla massa d’aria m in precedenza calcolata [Eq 7, gli alpha sono a pag514] :

[COPIA INCOLLA TABELLA DEGLI ALFA]

La rifrazione della superficie del pannello crea un angolo di rifrazione dato dal coefficiente di rifrazione n del materiale che compone la superficie, che si suppone essere vetro con relativo indice pari a [Eq 8]:

Il modificatore correttivo per l’indice di rifrazione che include la trasmittanza [84] e dipende dallo spessore del pannello e dal coefficiente di estinzione del sistema fotovoltaico K secondo la seguente formula [Eq 10 (pag516)]:

Il modificatore di incidenza angolare [Eq 9 (pag 516)]:

Le componenti rifratte (D) e riflesse (G) della luce che raggiunge il pannello, sono state empiricamente ricavate per i collettori solari tramite un angolo di incidenza virtuale per ciascuna delle due componenti, secondo le seguenti relazioni:

Ancorché empirico, sostituire tali angoli modificati all’interno delle relative equazioni permette di ottenere una buona approssimazione della quota di radiazione incidente. Per tale motivo, d’ora in avanti verrà rinominato .

Da cui si ricava [Eq 11 (pag516)]:

La stessa sequenza di equazioni 5, 16 si può applicare ai e :

Con i relativi

E

La radiazione solare diretta sul pannello ci permette di calcolare la radazione solare su una superficie orizzonale [W/m^2], dipendente dall’angolo di Zenith, e la radiazione solare su una superficie inclinata [W/m^2], dipendente dall’angolo di incidenza [vedi pg. 100]:

Il rapporto tra I coseni di tali radiaizoni degli angoli di incidenza e di Zenith permette di calcolare il *fattore correttivo di inclinazione della radiazione del fascio* [Eq 5]:

La composizione dei fattori correttivi sopra calcolati permette di comporre la radiazione assorbita dal pannello ad una determinata ora del giorno h, in un determinato giorno dell’anno N luce S [Eq 12 (pag514)]:

[Da definire se vogliamo fermarci qui o continuare comunque STC dovrebbe essere STandard Conditions]

La corrente prodotta dall’effetto fotovoltaico

dato e e calcolo fotocorrente

Eq 15:

dato numero di celle connesse in serie temperatura della giunzione p-n ????????????????????????????????? calcolo

Eq 16:

calcolo corrente di saturazione

Eq 17:

dato k costante di Boltzmann, T temperatura assoluta della giunzione, q carica elettrica ( J/V), V voltaggio attorno alla cella, a fottore ideale del diodo calcolo I corrente di uscita del pannello

Eq 18 (modello ideale):

Eq 18-bis: (modello boh)

modelli a diodo doppio Eq i:

Eq ii:

Eq iii:

# Interfaccia grafica ed implementazione software

[DA FARE]

# Simulazione e risultati

[DA FARE]

## Legenda





