UNIVERSITÀ DI PISA

ENERGIE RINNOVABILI E CONVERSIONE DELL'ENERGIA

ALESSANDRO FRANCO

Academic year	2023/24
Course	INGEGNERIA ENERGETICA
Code	335II
Credits	12

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
CONVERSIONE DELL'ENERGIA	ING-IND/08	LEZIONI	60	STEFANIA ZANFORLIN
ENERGIE RINNOVABILI	ING-IND/10	LEZIONI	60	ALESSANDRO FRANCO

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Il corso nasce come ideale prosecuzione del corso di Energetica Generale I e II al III anno del corso di laurea in Ingegneria dell'Energia e di altri corsi della laurea triennale e del primo anno della laurea magistrale: Termofisica dell'edificio, Processi e impianti chimici, Gestione dei Sistemi Elettrici, Trasmissione del calore, Termofluidodinamica computazionale…
Rispetto al corso di **Energetica Generale I e II** nel quale vengono proposti i concetti di base relativi alle varie **fonti energetiche** ed ai **processi energetici** e di introdurre il funzionamento ed utilizzazione di **sistemi** e **componenti** energetici si tenta di un approfondimento specifico di alcune questioni di dettaglio relative alle tecnologie con particolare riferimento alle fonti rinnovabili ed a ciò che ruota intorno a queste. Inoltre si cerca di sviluppare un approccio progettuale articolato che cerchi di prendere in considerazione il più possibile i vari elementi. Per quanto concerne le tecnologie, per ogn uno degli argomenti si cerca di fare riferimento a casi studio con l'obiettivo di fornire oltre che delle linea guida e dei dati sulle tecnologie più recenti, anche un metodo operativo.
Il modulo è integrato con quello di "Conversione dell'energia".L'obiettivo generale è quello di analizzare le "Energie Rinnovabili" con una prospettiva ampia ed articolata, dando valore sia alla specifica conoscenza, ma anche agli approcci metodologici. E' un tipico esame "conclusivo".

Programma (contenuti dell'insegnamento)

ENERGIE RINNOVABILI
Le fonti rinnovabili: un quadro generale. Le varie fasi della penetrazione delle fonti di energia rinnovabile. Effetti indotti sul sistema complesso. Analisi dei dati relativi alla penetrazione dei sistemi a fonti rinnovabili in alcuni paesi europei ed in Italia. Analisi di alcuni dati sulla produzione e sull'uso dell'energia elettrica. I metodi per la flessibilizzazione dei sistemi energetici. I concetti di smart grid e smart energy system.
Analisi di dati di produzione ed utilizzazione di energia. La previsione della domanda di energia elettrica e la previsione della potenza prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili: le tecniche di forecasting. Approcci per il forecasting: modelli matematici basati sull'analisi dei dati, modelli fisici e modelli ibridi.
Metodologie per l'integrazione energetica a basso livello: gli edifici nZEB. Analisi di un esempio applicativo basato su dati sperimentali: un impianto fotovoltaico integrato con un sistema a pompa di calore geotermica. I problemi indotti sulla rete elettrica dalla generazione distribuita ed il concetto di smart grid: cenni.
Le utilizzazioni dell'energia solare. Classificazione. La radiazione solare: richiamo di dati di riferimento. L'inseguimento solare. Effetti benefici conseguibili con l'inseguimento solare su uno o due angoli. Utilizzazioni energetiche a bassa temperatura: i collettori solari. Classificazione dei collettori solari: collettori solari con e senza concentrazione. I collettori solari piani.
Collettori solari piani. Rendimento dei collettori solari piani. Metodi sperimentali per la valutazione del rendimento. Applicazioni dei sistemi con collettori solari piani. Schemi impiantistici con volumi di accumulo, sistemi di riscaldamento ausiliari e scambiatori di calore. il solar cooling. Regole pratiche per il dimensionamento di sistemi di produzione di energia termica con collettori solari. Esempi di dimensionamento e valutazione del funzionamento in condizioni operative diverse. Collettori parabolici lineari ed applicazioni a temperatura tra i 100 e i 200 °C. Impianti solari a concentrazione. Il problema della concentrazione della radiazione. Concentrazione lineare e concentrazione puntuale. Classificazione degli schemi impiantistici. Impianti con collettori parabolici lineari. Analisi di una significativa esperienza impiantistica a partire dalla geometria del collettore solare e del fluido operativo. Cicli termodinamici e dati prestazionali complessivi.
Schemi con concentrazione puntuale. Produzione di potenza con impianti con ricevitore centrale. Analisi dei vari componenti degli impianti. Eliostati. Ricevitori solari: ricevitori tubolari e ricevitori volumetrici. Ricevitori a cavità. Fluidi operativi: olio diatermico, acqua, miscele di sali fusi e fluidi gassosi. Cicli termodinamici di riferimento. L'esperienza degli impianti Solar One e Solar Two di Barstow (California). Esempi di impianti reali e dati impiantistici significativi.
Dimensionamento di un impianto solare termodinamico con collettori parabolici lineari di potenza netta 1 MW. Valutazioni numeriche. Solare fotovoltaico. Richiami di fisica di base. La tecnologia del silicio. La tecnologia fotovoltaica: la modularità. Moduli fotovoltaici: un breve stato dell'arte e le tecnologie attuali.
Moduli fotovoltaici. Caratteristiche elettriche. Tensione e corrente a vuoto, Tensioni e correnti di massima potenza. Dati nelle condizioni particolari: condizioni standard, condizioni nominali e condizioni di basso irraggiamento. Esempi di dati per moduli di silici monocristallino,

policristallino ed amorfo. Generatori fotovoltaici ed impianti fotovoltaici. Tipologie di impianti fotovoltaici: impianti stand-alone ed impianti grid-connected.
Esempio di dimensionamento di un impianto fotovoltaico grid connected di potenza nominale 50 kW utilizzando moduli ed inverter commerciali. Analisi della soluzione e valutazione dei risultati ottenuti. Breve panoramica sui metodi di incentivazione del solare fotovoltaico ed effetti prodotti dal meccanismo denominato "conto-energia" negli anni tra il 2005 e il 2015.
Sistemi fotovoltaici stand alone. Esempio di dimensionamento di sistema fotovoltaico stand-alone per una utenza domestica. Sistema di accumulo e array fotovoltaico. Biomasse per energia. Biomasse lignocellulosiche. Impianti per la produzione di energia termica di piccola taglia. Classificazione, tipologie impiantistiche e problematiche di gestione ed operative di piccoli impianti.
Impianti CHP di taglia medio-grande alimetanti da cippato di legno. Tipologie impiantistiche: impianti a spillamento di vapore ed impianti con ciclo ORC sulla linea fumi. Analisi di dettaglio dei bilanci termodinamici di uno specifico impianto per la produzione di potenza elettrica e termica con potenza di caldaia 12.9 MW. Possibili configurazioni impiantistiche: minimo elettrico, minimo termico e configurazioni intermedie.
Impianti CHP di taglia medio-piccola per la conversione di biocombustibili solidi, liquidi e gassosi basati su motori a combustione interna. Analisi delle possibili filiere. Esempi di motori a combustione interna disponibili in commercio e ricostruzione del ciclo termodinamico. I processi di conversione del biogas prodotto da digestione anaerobica di biomasse umide (deiezioni animali, fanghi da depurazioni e frazioni organiche di RSU). Dati generali, tipologie impiantistiche ed analisi di alcuni casi impiantistici riconducibili a diverse taglie.
Energia geotermica e geotermia. Le risorse geotermiche e la rinnovabilità. Caratterizzazione delle risorse geotermiche: le anomalie geotermiche. Serbatoi geotermici e aree di interesse geotermico. Il gradiente geotermico ed i flussi specifici: contributi conduttivo e convettivo. Analisi di alcuni dati caratteristici. La lezione è stata interrotta alle ore 10.30: sospensione della didattica autorizzata dalla Scuola di Ingegneria per elezioni studentesche.
Analisi dei serbatoi geotermici e caratterizzazione delle risorse: i flussi termici specifici e la valutazione dei termini conduttivo e convettivo. Il limite di rinnovabilità delle risorse geotermiche: il concetto di "sostenibilità" e le possibili azioni compensative: la rieniezione del fluido nel serbatoio. Sistemi per l'uso termico diretto ed indiretto delle risorse geotermiche. Sistemi con prelievo diretto di fluido e sistemi senza prelievo. Tipologie impiantistiche ed analisi di alcune applicazioni specifiche.
Analisi di particolari applicazioni dell'energia geotermica per la produzione di potenza: impianti che combinano l'utilizzazione di una risorsa geotermica e di una seconda fonte rinnovabile: il caso degli impianti ibridi con biomasse. Analisi di uno specifico caso impiantistico con valutazione dei dati termodinamici. Energia idroelettrica e piccoli impianti basati sull'utilizzazione dell'energia disponibile in sistemi fluenti. Schemi impiantistici e confronto con schemi impiantistici di riferimento per grandi impianti idroelettrici.
Impianti mini-idroelettrici: analisi dei possibili schemi impiantistici in funzione della portata del corso d'acqua. Possibili obiettivi progettuali. Esempio di un caso impiantistico significativo: l'asta del Serchio. Analisi degli impianti presenti e dei dati principali degli stessi.
Impianti idroelettrici di piccola taglia: metodi diretti ed indiretti per la misura della portata e per la definizione delle curve di durata. Esempi di progettazione finalizzata alla massimizzazione del tempo di funzionamento dell'impianto e alla massimizzazione dell'energia producibile in condizioni di salta geodetico definito e curve di durata caratteristiche. Turbine idrauliche. Classificazione delle turbine idrauliche: turbine ad azione, a reazione ed a gravità. Esempi delle varie turbine, range di utilizzazione e curve di rendimento.
Turbine idrauliche a reazione. Turbine Francis e Kaplan. Turbine cross-flow. Fasi della progettazione di impianti mini-idroelettrici. Definizione del diametro delle condotte forzate a partire dall'equazione di Manning. Analisi di alcuni casi. La valutazione di impatto ambientale (VIA) ed iter autorizzativo. Estensione della problematica ad altre fonti rinnovabili.
Dispositivi per la conversione energetica dell'energia dei moti ondosi marini. Elementi di teoria. Modello di onde regolari ed irregolari. Stima della potenza trasportate per metro di fronte d'onda. Dispositivi WEC (Wave Energy Converter): la catena della trasformazione. Classificazione dei dispositivi secondo diversi punti di vista. Principio di funzionamento dei dispositivi WEC. Analisi di dettaglio di alcuni dispositivi con diffusione pre-commerciale: i casi di Oyster, Pelamis e Pico OWC.
Evoluzione delle normative nel settore dell'impiantistica degli impianti basati su fonti rinnovabili, con particolare riferimento al caso degli impianti fotovoltaici.

Ultimo aggiornamento 23/10/2023 09:08