



IMPIANTO DI TERMOVALORIZZAZIONE (WASTE TO ENERGY PLANT)



DL GR01

Il Simulatore **DL GR01** permette di affrontare lo studio del funzionamento e l'analisi delle caratteristiche e dei parametri fisici fondamentali di un Impianto di Termovalorizzazione.

È costituito da un pannello che riporta lo schema completo di tutto l'impianto, dove trova posto una serie di mini Console che visualizzano i valori delle grandezze che caratterizzano il funzionamento del simulatore: masse, temperature, entalpie, potenze, rendimenti.

Ogni sezione dell'impianto (forno, caldaia, camino, turbina, ecc.) è caratterizzata dalla presenza di una mini Console per la visualizzazione delle grandezze specifiche, con la possibilità inoltre di variare alcuni parametri per analizzare il funzionamento in differenti condizioni operative.



Il collegamento del Simulatore al PC per la supervisione, la visualizzazione in forma grafica delle grandezze d'interesse, ecc., viene ottenuta tramite apposita interfaccia USB. Il Simulatore è corredato dall'applicazione Windows **DLworkspace** che fornisce un'ambiente didattico integrato per l'utilizzo del Simulatore stesso.

Questa precedente applicazione riunisce, in un'unica interfaccia utente grafica, tutti gli strumenti richiesti nell'impiego del Simulatore:

- il Training Software (ovvero il materiale didattico) con la guida teorica agli argomenti di studio, la guida alle esercitazioni, e i questionari,
- gli strumenti per la visualizzazione in forma grafica delle grandezze acquisite dal Simulatore.

È anche possibile collegare il Simulatore ad un **Broker MQTT** per la pubblicazione di tutte le informazioni con le tecniche dell'Internet delle Cose, e visualizzarle in modo remoto su altri computer.

Possiede le seguenti caratteristiche tecniche:

- Pannello sinottico con schema a colori dell'impianto,
- 10 mini Console con display TFT da 2.8", risoluzione 240 x 320, e tastierino con 5 tasti,
- Interfaccia USB,
- Applicazione Windows **DLworkspace**,
- Software di gestione ed elaborazione grafica,
- Training Software con testi, immagini, video, questionari,
- Alimentazione 220 Vca \pm 10%, 50 Hz.

Il programma didattico include i seguenti argomenti:

- **I Rifiuti Solidi Urbani (RSU).**
 - ◆ Divisione in categorie,
 - ◆ I parametri fondamentali,
 - ◆ Calcolo dei parametri per il termovalorizzatore.
- **Termovalorizzazione: introduzione.**
 - ◆ Il combustibile rifiuto,
 - ◆ Parametri caratteristici.
- **Termovalorizzazione: combustione.**
 - ◆ La combustione dei rifiuti,
 - ◆ Il forno e la caldaia,
 - ◆ Bilanci di massa ed energia,
 - ◆ La depurazione dei fumi.
- **Termovalorizzazione: produzione energia.**
 - ◆ Il ciclo Rankine a vapore,
 - ◆ Il turboalternatore,
 - ◆ Energia elettrica prodotta e rendimenti,
 - ◆ Energia termica.

Il sistema è fornito di manuali tecnici per teoria ed esercizi.



GESTIONE DEI RIFIUTI

Il Simulatore DL GR01

Per il funzionamento del Simulatore debbono essere forniti in ingresso i dati che caratterizzano i Rifiuti Solidi Urbani (RSU) che si andrà ad incenerire.

Questi dati sono:

- il potere calorifico,
- l'umidità relativa,
- la percentuale delle ceneri,
- la quantità d'aria richiesta.

Queste informazioni dipendono dalla tipologia dei rifiuti generati in un determinato territorio, e dalle percentuali dell'eventuale raccolta differenziata.

Per calcolare i parametri di cui sopra, a partire dai dati della raccolta, il **DLworkspace** contiene il **Waste Calculator**.



| Waste Calculator | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------|---------|----------|--------|-----------|---------|-----------|-------|------|-------|------|--|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | K | L | |
| Municipal Solid Waste: | | | | | | | | | | | |
| Waste type | % | RD % | Out % | CV (ca... | Ashes % | Umidit... | C | H | O | S | |
| Organic substance: | 30 | 15 | 30.00 | 4200.00 | 24.10 | 63.30 | 38.80 | 4.20 | 28.30 | 0.90 | |
| Plastic: | 14 | 15 | 14.00 | 30500.... | 1.50 | 4.00 | 65.60 | 9.30 | 17.00 | 0.20 | |
| Paper: | 25 | 15 | 25.00 | 12100.... | 18.60 | 15.80 | 39.20 | 2.80 | 37.90 | 0.90 | |
| Textile: | 7 | 15 | 7.00 | 5400.00 | 12.40 | 21.00 | 44.70 | 5.00 | 37.00 | 0.10 | |
| Inerts: | 24 | 15 | 24.00 | 0.00 | 85.00 | 3.75 | 9.10 | 1.10 | 2.70 | 0.10 | |
| Totals: | 100 | 0 | 100.00 | 8933.00 | 33.36 | 25.87 | 35.94 | 3.88 | 23.58 | 0.55 | |
| Calculator values for the Waste-to-Energy Plant: | | | | | | | | | | | |
| Calorific value: | 8933.00 | [kJ/kg] | | | | | | | | | |
| Umidity: | 25.87 | [%] | | | | | | | | | |
| Ashes: | 33.36 | [%] | | | | | | | | | |
| Air: | 5.49 | [kga/kg] | | | | | | | | | |

Waste Info



Una volta inserite le percentuali di raccolta delle diverse tipologie di rifiuti, e le relative percentuali di raccolta differenziata, il calcolatore calcola in automatico i parametri dell'RSU richiesti dal Simulatore.

Il Simulatore **DL GR01** diventa quindi anche uno strumento per analizzare un territorio e verificare l'influenza della variazione della raccolta differenziata sui parametri significativi del processo di termodistruzione.

Le altre sezioni di un impianto di termovalorizzazione analizzate dal Simulatore sono:

IL FORNO

In esso avviene la combustione del rifiuto, con l'aggiunta di aria in quantità pari a quella indicata nei parametri base.



LE SCORIE E GLI INCOMBUSTI

Si calcola la loro massa e si valuta la perdita di potenza termica ad essi relativa.

| Scorie | | Incombusti | |
|--------|----------------|------------|---------------|
| m | 0.31 [kg/kg] | Inc | 5 [%] |
| T | 500 [°C] | m | 0.015 [kg/kg] |
| cp | 1.26 [kJ/kg K] | H | 33500 [kJ/kg] |
| h | 628 [kW/kg] | gi | 519 [kW/kg] |
| Pp | 2.1 [%] | Pp | 5.6 [%] |

I FUMI GENERATI DAL FORNO

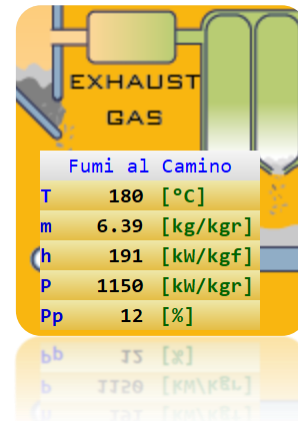
Essi contengono l'energia termica prodotta dalla combustione che poi verrà trasferita al fluido della caldaia per generare il vapore. Viene calcolata la loro massa, temperatura ed entalpia.

| Fumi dal Forno | |
|----------------|---------------|
| Ur | 30 [%] |
| T | 900 [°C] |
| m | 6.4 [kg/kg] |
| h | 1338 [kW/kgf] |
| P | 8550 [kW/kg] |



I FUMI AL CAMINO

Con il calcolo della loro massa e dell'energia persa.



LA CALDAIA

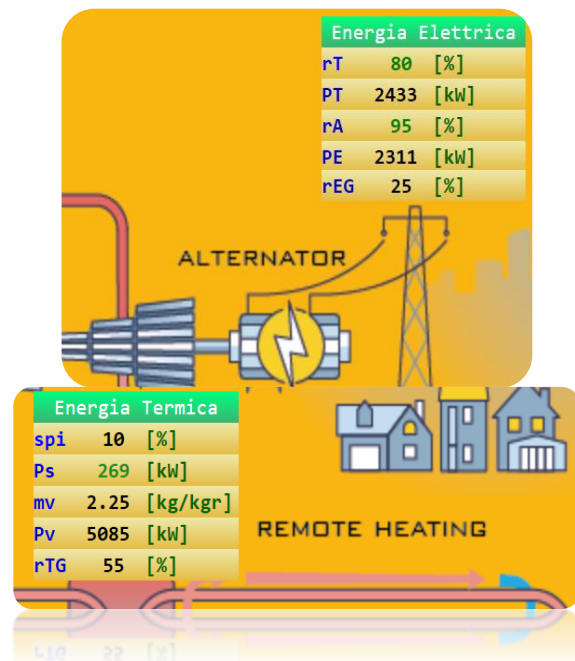
Dove entra l'acqua che viene riscaldata dalla potenza termica dei fumi, e si trasforma in vapore surriscaldato con la sua massa ed energia termica.



IL TURBOALTERNATORE

Costituito da una turbina e da un generatore elettrico che provvede alla trasformazione dell'energia meccanica in elettrica.

La potenza elettrica generata è funzione della potenza termica del vapore e del rendimento del generatore. L'energia termica del vapore può essere utilizzata anche per applicazioni di **teleriscaldamento**.

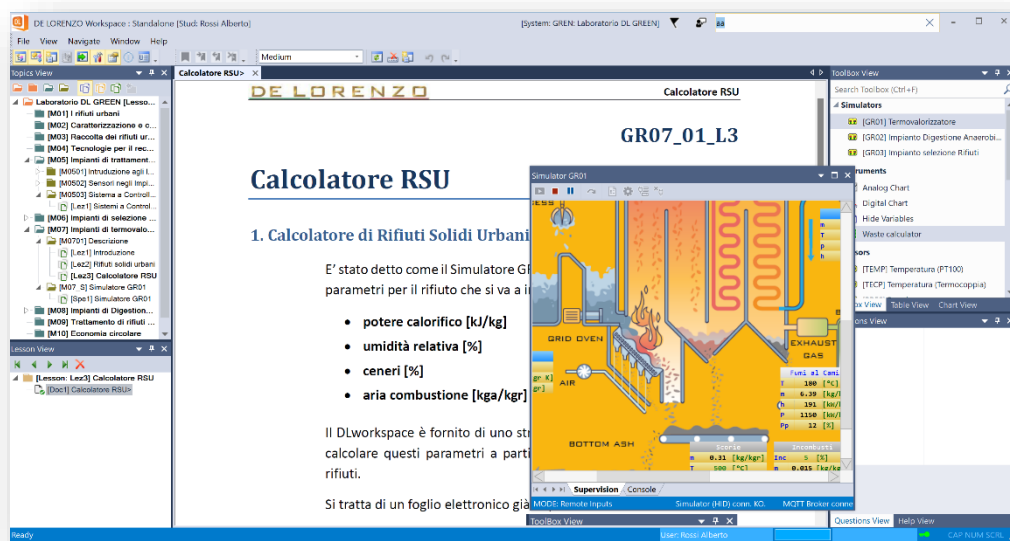




DLworkspace IDE

De Lorenzo Workspace è un'applicazione Windows che fornisce un Ambiente Didattico Integrato (IDE) per la formazione. Essa riunisce, in un'unica interfaccia utente grafica, tutti gli strumenti utili agli Studenti per studiare e sperimentare, e ai Docenti per insegnare e verificare l'apprendimento.

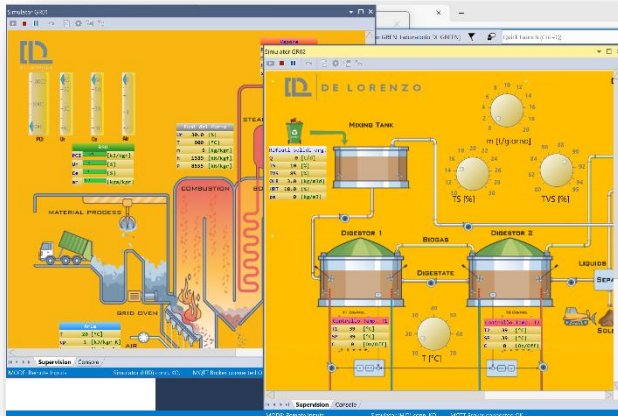
La figura ne mostra un esempio.



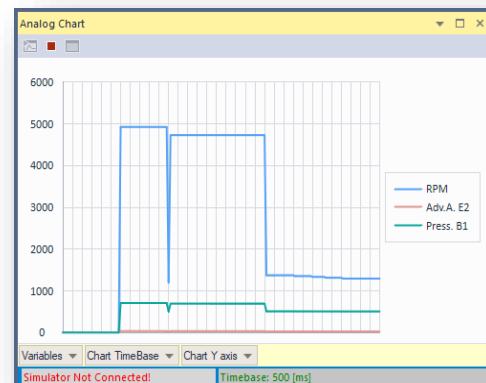
Si possono notare:

- la lista degli argomenti e delle lezioni sulla sinistra,
- le pagine delle lezioni al centro,
- gli strumenti di supervisione, i video e la gestione delle risposte alle domande sulla destra.

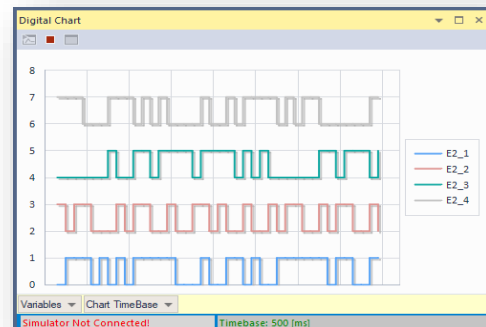
Nello stesso ambiente trovano posto anche gli strumenti di utilizzo del Simulatore per la supervisione e l'elaborazione grafica.



L'**Analog Chart** permette di visualizzare l'andamento in tempo reale di grandezze analogiche durante la simulazione. È possibile selezionare più grandezze contemporaneamente.

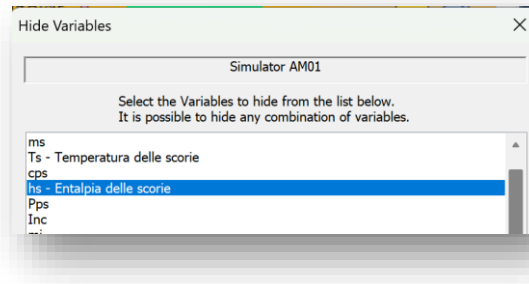


Il **Digital Chart** permette di visualizzare l'andamento in tempo reale di grandezze ON-OFF durante la simulazione.



Domande interattive

L'ambiente **DLworkspace** permette al Docente di porre domande interattive agli Studenti durante la simulazione. È infatti possibile 'nascondere' i valori delle variabili visualizzate dal Simulatore e richiedere il loro calcolo da parte dello Studente. Un'apposita finestra permette al Docente di selezionare le variabili da nascondere.



Il valore della variabile non appare più allo Studente sul Simulatore. Egli ne deve calcolare il valore utilizzando bilanci di massa, di energia, o altro a seconda del tipo di variabile.

| Scorie | |
|--------|----------------|
| m | 0.31 [kg/kg] |
| T | 500 [°C] |
| cp | 1.26 [kJ/kg K] |
| h | ???? [kW/kg] |
| Pp | 2.1 [%] |

In questo modo è possibile verificare direttamente il grado di apprendimento dello Studente.

Implementazione del simulatore DL GR01 nel laboratorio DL GREENLAB

Il simulatore **DL GR01**, qui proposto in modalità individuale completo con il suo software di gestione, può essere integrato nel laboratorio **DL GREENLAB (CORSO PER LO STUDIO DELLO SMALTIMENTO DEI RIFIUTI URBANI)** che include anche altri due simulatori **DL GR02 (Anaerobic Digestion Plant)** e **DL GR03 (Solid Waste Selection Plant)** con l'obiettivo di avere un corso approfondito e completo sui processi di smaltimento dei rifiuti urbani.

Nello specifico, lo studente acquisisce una formazione esaustiva su tutti i seguenti temi:

- **La composizione merceologica dei rifiuti urbani.**
- **I principali processi e i flussi di gestione dei rifiuti urbani.**
- **I principali processi di trattamento dei rifiuti urbani.**

E grazie ai tre simulatori sopracitati, il laboratorio complessivo **DL GREENLAB** permette di riprodurre in modo fedele gli impianti di smaltimento dei rifiuti urbani con l'ausilio di uno strumento di apprendimento **DL WORKSPACE** che consiste in una piattaforma multimediale didattica.

Per maggiori informazioni più dettagliate, riferirsi al catalogo **DL GREENLAB**.