

Progetto LAVOISIER

Relazione Finale

Premessa

Siamo 11 studenti dell'Istituto Tecnico Tecnologico "Piersanti Mattarella" di Marsala, facente parte dell'Istituto Superiore "Giovanni XXIII-Cosentino", diretto dalla dott.ssa Antonella Coppola.

Il nostro progetto nasce dalla possibilità di sviluppare ulteriori economie circolari e l'ottimizzazione della gestione di un processo di cogenerazione che, nell'ipotesi dell'utilizzo di un biodigestore e un generatore elettrico a biogas (metano), potrebbe garantire l'illuminazione notturna degli ambienti di una scuola elementare, a partire dalla trasformazione del rifiuto organico prodotto dalla loro mensa scolastica.

Rispetto alle premesse iniziali del progetto, ci siamo concentrati nello sviluppo delle economie circolari attivabili implementando l'elettronica e le tecnologie digitali necessarie al controllo automatico dei processi fisico-ambientali e alla gestione del sistema di illuminazione.

Si è deciso di procedere basandosi, per quanto possibile, su tecnologie open-source, che favoriscono il libero studio e permettono di apportare modifiche ed estensioni senza obblighi di royalty.

Nella realizzazione del progetto abbiamo recuperato i seguenti componenti, destinati alla dismissione:

Quantità	Componente	Caratteristiche	Costo unitario in commercio componente nuovo
4	Batterie al piombo 12 V - 7Ah	energia specifica 33-42 Wh/kg; densità di carica 60-110 Wh/lit; autoscarica 3-20% al mese; durata 350 cicli	30,00 €
10	Batterie Li-ion 3,7 V - 2600 mAh	100-265 Wh/kg; 250-693 Wh/L; autoscarica 2% al mese; durata 400-1200 cicli	25,00 €
1	Batterie LiTian 2,4 V - 600 mAh	energia specifica 60-110 Wh/kg; densità di carica 177 Wh/lit; durata 6000-20000 cicli	5,00 €
2	Batterie NiCd 1,2 V - 600 mAh	energia specifica 40-60 Wh/kg; densità di carica 50-150 Wh/lit; autoscarica 10% al mese; durata 2000 cicli	6,00 €
1	Lampade a LED 230 V 10 W		10,00€
1	Tube a LED 230 V 24 W		30,00€
1	smartphone	con sistema operativo Android 4.0	100,00 €

Il risparmio diretto, esclusi i costi di conferimento e smaltimento, dovuto al differito acquisto ammontano quindi a circa 500 €.

A questo costo si può aggiungere quello di circa 270,00 €, relativo al materiale elettronico in dotazione dei laboratori del nostro istituto, che ci è servito per realizzare il prototipo:

Quantità	Componente	Caratteristiche	Costo unitario in commercio componente nuovo
2	Scheda Arduino Mega	Scheda di prototipazione	36,00 €
2	Scheda Arduino Yun	Scheda di prototipazione con doppio processore, modulo wifi integrato e sistema operativo Linux	60,00 €
4	Fotoresistenze		0,10 €
2	Sensori di temperatura ed umidità	DHT 11	3,00 €
2	Sensore di presenza gas metano	MQ-2	25,00 €
2	Modulo di connessione Bluetooth per Arduino	HC-05	10,00 €

L'attività di ricerca e sviluppo del prototipo ci ha visti impegnati nella nostra scuola per 30 ore extra-curricolari ed altrettante ore a casa propria.

Si procederà descrivendo le varie componenti del sistema a partire dal quale il progetto si è sviluppato.

Descrizione del progetto scolastico

Nel dettaglio ci siamo occupati di:

- realizzare un sistema di telecontrollo per l'accensione e lo spegnimento dell'impianto di illuminazione tramite smartphone;
- realizzare il sistema di acquisizione dati (DAQ) per il monitoraggio on line tramite smartphone e la registrazione di alcune grandezze fisiche come la temperatura e l'umidità dell'aria, l'illuminazione diurna e la temperatura;
- realizzare una stazione di recupero e rigenerazione per batterie e accumulatori elettrici, costituito da un circuito di regolazione della carica di batterie di accumulo, provenienti da vecchi PC portatili e da vecchi gruppi di continuità, ormai destinati alla discarica, per garantire maggiore autonomia di funzionamento al sistema d'illuminazione.
- realizzare una stazione di recupero e rigenerazione lampade a LED, tramite interventi di recupero e riparazione sui circuiti di alimentazione e sulla componentistica LED, per prolungare l'operatività e il ciclo di vita delle lampade LED.
- L'attivazione di un sito web dedicato.

Un possibile obiettivo sarebbe quello di fare in modo che il sistema alimenti l'illuminazione del cortile della scuola elementare "Giuseppe Verdi" di Marsala, mediante lampade elettroniche a basso consumo (tipo LED). Bisogna mettere in evidenza che per l'installazione della rete elettrica nel luogo previsto è comunque necessario ottenere le autorizzazioni dell'ente proprietario e rispettare le norme di sicurezza per gli

impianti tecnologici a servizio degli edifici civili, il che richiede di indire una gara di appalto per affidare il lavoro ad un'impresa appaltatrice munita del requisito tecnico, per cui ci si è limitati a simulare l'impianto nella nostra scuola utilizzando alcune lampade portatili, in modo da verificarne la fattibilità.

Per meglio comprendere la realizzabilità del nostro progetto abbiamo visitato un biodigestore, corredato di generatore elettrico a biogas, già installato e funzionante presso la casa vinicola "Bianchi" di Marsala. Un impianto simile potrebbe essere utilizzato per ricaricare delle batterie e/o i gruppi di continuità e garantire la necessaria autonomia di illuminazione.

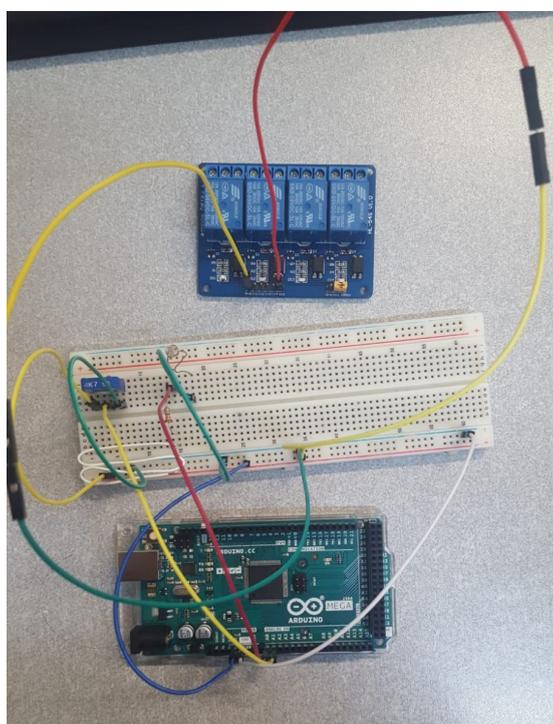
Nella nostra scuola, grazie ad una piccola campagna di sensibilizzazione tra i docenti, siamo riusciti a recuperare un buon numero di batterie ricaricabili, ne abbiamo verificato l'efficienza cercando di dimostrare che potrebbero riuscire ad alimentare il sistema di illuminazione previsto per l'intero ciclo notturno.

Per la realizzazione del progetto, gli studenti si sono organizzati in 4 gruppi di lavoro:

- **gruppo A:** costituito dagli alunni Aristodemo Giuseppe, Maria Antonio e Sinacori Daniele, che si occupati di realizzare un prototipo di tele-controllo dei carichi;
- **gruppo B:** costituito dagli alunni Currò Luca, Magro Giuseppe, Rumore Giorgio, Sorrentino Gianluca e Troia Alessandro, che si sono occupati del sistema di Acquisizione Dati e Monitoraggio;
- **gruppo C:** costituito dagli alunni Ales Giampietro, Maria Antonio e Russo Vincenzo, che si sono impegnati nel recupero di batterie ricaricabili, lampade a LED ed altri componenti elettronici obsoleti, per la riparazione di vecchi gruppi di continuità;
- **gruppo D:** costituito dagli allievi D'Angelo Sebastiano, Magro Giuseppe e Troia Alessandro, che hanno sviluppato l'interfaccia grafica, la pagina html e si sono occupati della gestione del cloud e dei social network.

GRUPPO DI LAVORO A. Sistema di tele-accensione dei carichi elettrici

Il gruppo di lavoro ha realizzato un sistema di controllo remoto per l'accensione delle utenze elettriche tramite un'app dedicata installata su uno smartphone con sistema operativo Android, di vecchia generazione e ormai in disuso, che utilizza una porta di connessione senza fili con protocollo Bluetooth, per cui abbiamo installato su una scheda Arduino, in dotazione all'istituto, un modulo di comunicazione Bluetooth per effettuare la connessione con lo smartphone e trasformarlo in un vero e proprio telecomando.



Il sistema è per l'appunto basato su piattaforma Arduino, un microcontrollore open-source programmabile in linguaggio C.

Sul microcontrollore è stato installato uno shield di controllo dei carichi con 4 uscite a relè, in grado di pilotare carichi elettrici di rete (230 V monofase) fino a 10 A ciascuno. Il modulo bluetooth sopra descritto consente le comunicazioni con lo smartphone. Il circuito è stato inoltre equipaggiato con un sensore LDR per spegnere automaticamente l'illuminazione nelle ore diurne. Nella foto a sinistra è presente il prototipo iniziale del circuito, in seguito realizzato e attaccato su un supporto in plastica per renderlo più maneggevole.

In un angolo della scheda sono posti i pin da collegare a massa (GND – nella foto cavo bianco) e ai 5V (VCC – nella foto cavo blu) insieme ai quattro pin designati a pilotare ognuno uno dei relè a disposizione.

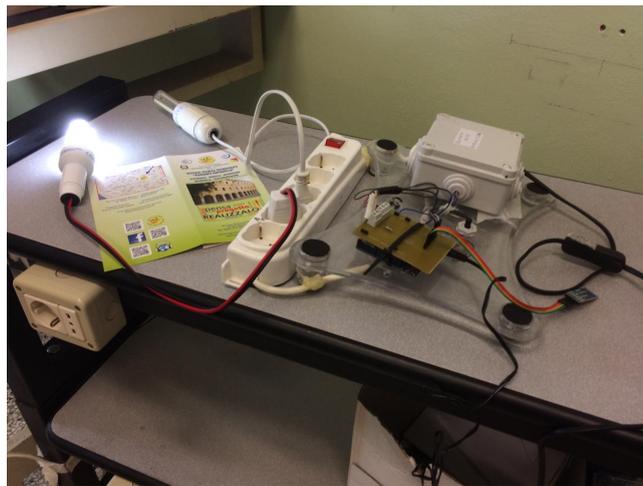
L'uscita del relè vero e proprio è stata cablata utilizzando il contatto detto normalmente aperto (NA), in modo che l'accensione della lampadina sia ottenuta con l'eccitamento della bobina del relè.

Questo è stato un punto cruciale del lavoro in quanto occorre fare particolarmente attenzione in questo passaggio, dal momento che questa parte dell'impianto funziona con una tensione di 230 V.

Nello smartphone è stata installata una app in grado di comunicare con il modulo bluetooth installato su Arduino e di pilotare fino a 3 uscite digitali a cui sono collegati i relè di uscita.

A circuito ultimato si ottiene, come risultato, l'accensione di due lampade a LED controllate tramite smartphone con la possibilità, inoltre, di gestirle con l'utilizzo di un comando vocale.

Alla fine abbiamo ottenuto il prototipo funzionante rappresentato qui in figura.



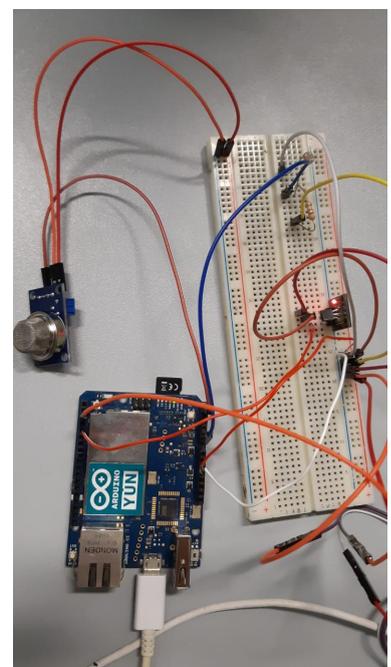
GRUPPO DI LAVORO B. Sistema di monitoraggio

Il sistema di acquisizione dati (DAQ) e monitoraggio consente di effettuare la registrazione di alcune grandezze fisiche come la temperatura e l'umidità dell'aria, l'illuminazione diurna e la temperatura all'interno del biodigestore.

Il cuore del sistema è costituito da un controllore Arduino Yun, il quale, acquisiti i segnali provenienti da alcuni sensori, invia i valori di tali grandezze ad uno smartphone tramite wifi. Nello smartphone abbiamo installato un'applicazione gratuita che acquisisce tali dati segnali e ne consente la visualizzazione grafica.

Arduino è un progetto nato dall'idea di un gruppo di professori, assistenti e studenti dell'Interaction Design Institute di Ivrea, di realizzare una scheda da far utilizzare a persone non necessariamente esperte in elettronica, ingegneria o programmazione.

Arduino Yun, uno degli ultimi modelli nati, fa uso del microcontrollore ATmega32u4 e del processore Atheros AR9331, quest'ultimo compatibile con una distribuzione Linux basata su OpenWrt e chiamata Linino OS.



La scheda integra, in un circuito stampato, il microcontrollore e il microprocessore, le porte I/O, un'interfaccia USB che permette l'alimentazione elettrica della scheda e la comunicazione con un personal computer, utilizzato normalmente per la programmazione della scheda, ed un modulo di connessione ethernet e/o wifi, come client o come server di rete.

La comunicazione fra la componente Linux della scheda e il microcontrollore della ATMEL avviene direttamente a bordo, tramite una tecnologia detta Bridge, rendendo così Arduino molto simile ad un computer, pur mantenendo a tutti gli effetti la versatilità e facilità d'uso di Arduino. Così la scheda può essere programmata con i consueti sketches di Arduino, in linguaggio C++, oppure con script Python, PHP o PERL, tipici di applicazioni Linux, per interazioni più evolute.

La scheda è caratterizzata da una memoria flash da 32 kB per la memorizzazione del programma, 1 kB EEPROM in cui è conservato il firmware, memoria SRAM da 2 kB, 20 pin I/O di cui 7 utilizzati per le uscite in modalità PWM e 12 per gli ingressi analogici a 10 bit di risoluzione.

A questo hardware viene affiancato un ambiente di sviluppo integrato (IDE) multi-piattaforma (disponibile per Linux, Apple Macintosh e Windows). Questo software permette di scrivere i programmi in un linguaggio semplice e intuitivo, chiamato Wiring, derivato dal C e dal C++, liberamente scaricabile e modificabile. I programmi in Arduino vengono chiamati sketch.

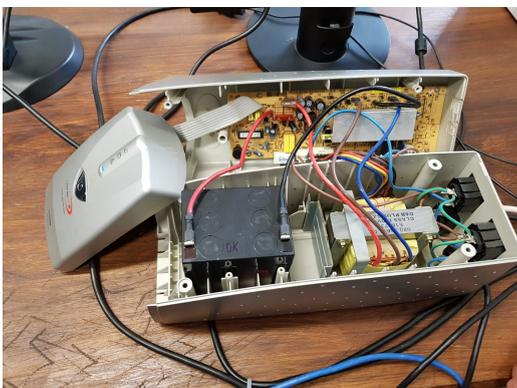
Il sistema di monitoraggio è stato progettato per essere autonomo, modulare, ampliabile e semplice da gestire. Il prototipo realizzato è dotato attualmente di pochi sensori: temperatura, umidità, luminosità e concentrazione di metano.

Temperatura e umidità sono attualmente misurate con un DHT11, sensore digitale che comunica con il microcontrollore attraverso un pacchetto dati della lunghezza di 40 bit e durata inferiore a 20ms, che viaggiano su una linea seriale includendo le informazioni relative alla temperatura e umidità dell'ambiente in cui è collocato il sensore. Per misurare la luminosità abbiamo invece utilizzato la fotoresistenza Farnell LDR 1580320 da 100 kOhm, un componente elettronico in Solfuro di Cadmio, la cui resistenza è inversamente proporzionale alla quantità di luce che lo colpisce. Il fotoresistore lo abbiamo collegato al pin analogico A0 della scheda Arduino, mediante un partitore di tensione costituito da un resistore di 47 kΩ.

Per il controllo delle fughe di metano, abbiamo usato un sensore MQ-2, caratterizzato da un tempo di risposta molto rapido ed in grado di rilevare concentrazioni di gas in un range che va da 100 a 10.000 ppm (parti per milione) e può operare a temperature che variano da -20° a 50°C.

La scheda Arduino è stata inoltre interfacciata con lo smartphone, tramite una app "Blynk", sfruttando la tecnica dei pin virtuali, dei quali abbiamo usato V1, V2, V3 e V5.

GRUPPO DI LAVORO C. Sistema di accumulo e recupero lampade LED



Il sistema di accumulo è costituito da un pacco batterie recuperate da vecchi computers portatili e da gruppi di continuità dismessi. E' risaputo che i pacchi batterie contengono varie celle collegate in serie, per cui può capitare che, pur in presenza del malfunzionamento di una sola cella, tutto il pacco diventi inutilizzabile. Allora diventa possibile recuperare le celle ancora efficienti e dar loro nuova vita. E così abbiamo cercato fra vecchi progetti scolastici ed abbiamo trovato alimentatori costruiti molti anni fa e mai più utilizzati.

Abbiamo testato tutte queste cose ed abbiamo selezionato quel che poteva ancora essere utilizzato.

In questo modo siamo riusciti a ricostituire un paio di gruppi di continuità e un piccolo powerbank.

Gli studenti hanno anche testato e recuperato a piena operatività: lampade a LED anche a tubo che necessitavano di revisione della componentistica e di ripristino della circuiteria elettronica.



Recupero di un tubo LED da 24 W

GRUPPO DI LAVORO D. Interfaccia grafica, pagina web, cloud e social network

Questo gruppo di lavoro ha sviluppato una pagina html, nella quale sono state inserite le foto e i video realizzati durante l'attività di ricerca a scuola.

HTML è il linguaggio a marcatori per ipertesti utilizzato in tutto il mondo, nato per la formattazione e impaginazione di documenti ipertestuali, sviluppato negli anni novanta da Tim Berners-Lee al CERN di Ginevra (Svizzera), assieme al protocollo HTTP dedicato al trasferimento di documenti in tale formato.

I documenti HTML sono in grado di incorporare molte tecnologie, che offrono la possibilità di aggiungere al documento ipertestuale controlli più sofisticati sulla resa grafica, interazioni dinamiche con l'utente, animazioni interattive e contenuti multimediali. Si tratta di linguaggi come CSS, JavaScript, XML, JSON, o di altre applicazioni multimediali di animazione vettoriale o di streaming audio o video.

Un documento HTML inizia con una dichiarazione del tipo di documento, una breve stringa che indica in quale sintassi e relativa versione esso sia scritto. Successivamente il documento HTML presenta una struttura ad albero annidato, composta da sezioni delimitate da tag opportuni che al loro interno contengono a loro volta sottosezioni più piccole, sempre delimitate da tag.

La struttura più esterna è quella che delimita l'intero documento ed è compresa tra i tag <html> e </html>. All'interno dei tag <html> lo standard prevede la definizione di due sezioni ben distinte e disposte in sequenza ordinata:

- 1) la sezione di intestazione o header, delimitata tra i tag <head> e </head>, che contiene informazioni di controllo normalmente non visualizzate dal browser;
- 2) la sezione del corpo o body, delimitata tra i tag <body> e </body>, che contiene la parte informativa vera e propria, ossia il testo, le immagini e i collegamenti che costituiscono la parte visualizzata dal browser.

All'interno di queste sezioni è possibile inserirne altre in completa libertà, pur rispettando la corretta sintassi degli annidamenti, per cui le sottosezioni non si devono sovrapporre, ossia ogni sottosezione deve essere chiusa prima di iniziare la sottosezione successiva.

Per la realizzazione del nostro sito web, abbiamo utilizzato la piattaforma online wix.com, la quale in totale gratuità ci ha consentito di produrre uno script html, raggiungibile all' URL:

<https://progettolavoisier.wixsite.com/progettolavoisier>

La piattaforma consente di organizzare un sito web tramite due possibili opzioni:

- 1) Wix Artificial Design Intelligence per ottenere facilmente un sito web personalizzato
- 2) l' Editor di Wix per avere la totale libertà di creare il sito come lo si desidera.

Inoltre è possibile aggiungere al sito in costruzione anche alcune funzionalità avanzate grazie al supporto Wix Code, il quale consente di includere nella pagina html, degli script in vari linguaggi supportati dai browser commerciali.



Per la realizzazione della pagina web, abbiamo scelto un template vuoto, che poi è stato modificato per impostare lo sfondo e la rappresentazione grafica della pagina e per aggiungere i vari link necessari alla navigazione nel sito. Successivamente abbiamo inserito tutte le informazioni riguardanti il progetto, le foto, i video realizzati durante le attività produttive e abbiamo dedicato una pagina alla rappresentazione grafica dei segnali provenienti dai sensori utilizzati nel nostro prototipo.

Inoltre ci siamo occupati anche di tenere un gruppo di contatto su whatsapp con il quale abbiamo condiviso tutte le nostre idee ed abbiamo dato luogo anche a varie attività di brainstorming, ed abbiamo realizzato un archivio nel cloud sfruttando un drive google da 15 GB, nel quale conserviamo tutto il materiale reperito.

Parte essenziale ed integrante del progetto è stata la realizzazione di un video in stile "Tutorial" sviluppato in modo modulare dai singoli gruppi di lavoro che descrive, nel modo che noi studenti preferiamo, l'impegno messo, i risultati ottenuti e la soddisfazione del lavoro svolto.

Conclusioni

In sintesi pensiamo che il nostro progetto possa attivare alcune economie circolari:

- con un nuovo sistema di illuminazione notturna;
- con un nuovo sistema di ricarica batterie per biciclette elettriche;
- con un nuovo sistema di ricarica telefonini a disposizione di tutti gli allievi;
- con nuove postazioni di verifica, ricarica delle batterie e il corretto smaltimento di quelle esauste tramite il programma "Differenziamoci" già attivo presso la nostra scuola per i rifiuti RAEE (<http://www.isgiovannixiiicosentino.gov.it/differenziamoci/>), che pensiamo di rendere operativo anche al pubblico per il prossimo Arduino Day del 16 Marzo 2019;
- con un nuovo servizio di recupero e riparazione di apparecchiature illuminanti a LED.

Ringraziamo i nostri docenti, proff. Gerlando Rizzo, Fabio Parrinello e Daniele Tranchida per averci guidato nello sviluppo del progetto.

Marsala, li 4 marzo 2019

Gli studenti dell' I.T.T. "Piersanti Mattarella" di Marsala (TP):

Ales Giampiero, Aristodemo Giuseppe, Currò Luca, D'Angelo Sebastiano, Maria Antonio, Magro Giuseppe, Rumore Giorgio, Russo Vincenzo, Sinacori Daniele, Sorrentino Gianluca, Troia Alessandro.

