

LABORATORIO DI ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI**ESPERIENZA N° 3 VERSIONE 2**

Cognome e Nome *Muscalu Vlad Razvan* Classe *3^C*

Gruppo (*se si lavora in gruppo indicare il nome degli altri componenti*)

Biffi Fabio e Rengifo Mattia

Attività svolta il: *11-18 novembre 2016* Relazione consegnata il: *10 Dicembre 2016*



RELAZIONE N.RO 3 DI LABORATORIO PRINCIPIO DI SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI CON AGGIUNTA DEL PRINCIPIO DI KIRCHHOFF

1) TITOLO DELL'ESPERIENZA:

VERIFICA DEL PRINCIPIO DI SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI:

AVENDO IL VALORE DELLE RESISTENZE, RICAVARE GLI EFFETTI GENERATI DALLE DUE MAGLIE DEL CIRCUITO E VEDERE SE IL VALORE DELL'EFFETTO COMPLESSIVO TEORICO È SIMILE A QUELLO PRATICO. INOLTRE, AGGIUNGERE E VERIFICARE I DUE PRINCIPI DI KIRCHHOFF.

2) INDICE:

I paragrafi che formeranno questa relazione di laboratorio sono:

- + Terminii e acronimi;
- + Scopo;
- + Teoria sul principio di sovrapposizione degli effetti;
- + Premessa;
- + Strumenti utilizzati;
- + Foto degli strumenti utilizzati e del circuito;
- + Schemi;
- + Formule utilizzate;
- + Procedimento;
- + Teoria sui 2 principi di Kirchhoff;
- + Verifica del 1° e del 2° principio di Kirchhoff;
- + Risoluzione del sistema tramite un APPLET;
- + Teoria su Multisim;
- + Simulazione con multisim;
- + Tabella dei dati raccolti;
- + Conclusioni;
- + Lacune;
- + Riferimenti bibliografici/sitografici;

3) TERMINI E ACRONIMI:

All'interno di questo paragrafo, verranno riportati alcuni termini, nomi che magari non si conoscono e acronimi, o inizialismi che si potrebbero trovare all'interno di questa relazione:

- a) **BREADBOARD**: è uno strumento utilizzato per creare dei prototipi di circuiti elettrici, non richiede saldature ed è completamente riutilizzabile;
- b) **MULTIMETRO**: è un unico strumento in grado di svolgere diverse funzioni, definite "campi di misura", ad esempio, può misurare la tensione, la corrente e la resistenza;
- c) **METODO DI CRAMER**: metodo utilizzato per la risoluzione dei sistemi lineari;
- d) **http**: lo troviamo nei link dei siti presenti nei riferimenti sitografici e sta ad indicare **Hyper Text Transfer Protocol**, ovvero **protocollo di trasferimento degli ipertesti**;

4) SCOPO:

Lo scopo di questa esperienza di laboratorio è quello di verificare il principio di sovrapposizione degli effetti, cioè, dobbiamo vedere se l'effetto complessivo dato dalla somma dei diversi effetti del circuito dal punto di vista pratico, è simile o uguale all'effetto

complessivo ricavato attraverso le formule dal punto di vista teorico e se in tutti e due i casi, soprattutto in quello pratico, l'effetto complessivo è esattamente uguale alla somma dei due diversi effetti, allora vuol dire che il principio è valido; se invece è presente una piccolissima differenza, potrebbe essere data dalla presenza delle tolleranze.

5) TEORIA DEL PRINCIPIO DI SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI:

Il principio di sovrapposizione degli effetti, fa parte della fisica ed è di portata abbastanza generale. Questo principio, è valido soltanto quando si ha a che fare con un fenomeno caratterizzato da un'esatta proporzionalità tra le cause e gli effetti, quindi il sistema è lineare; per esempio, dal punto di vista matematico quando è presente un'equazione di primo grado e dal punto di vista grafico quando il grafico è rappresentato da una retta. Nel campo dell'elettrotecnica, la legge di OHM è una relazione di proporzionalità diretta, quindi il principio afferma che **"gli effetti in tensione e in corrente, su un circuito alimentato con più sorgenti indipendenti di alimentazione, sono uguali alla sovrapposizione degli effetti prodotti separatamente da ogni sorgente di alimentazione sullo stesso circuito"**.

In fine, questo principio si può applicare su tutti i circuiti che possiedono la proprietà di essere lineari.

6) PREMESSA:

Questa esperienza di laboratorio, l'abbiamo fatta sul principio di sovrapposizione degli effetti, perché ci è stata spiegata la teoria in classe dal professor Cancelli e nel laboratorio abbiamo messo in pratica quello studiato per capire di più l'argomento e provare a vedere di verificare il principio per vedere se esistono anche dei casi particolari, poiché quando si vede anche dal punto di vista pratico, rimane più impresso e si ricorda anche nel tempo.

7) STRUMENTI UTILIZZATI:

Gli strumenti utilizzati per lo svolgimento di questa esperienza di laboratorio sono stati:

- Cavetti di rame;
- Cavi di connessione tra strumento e breadboard;
- Breadboard;
- Multimetro della ITT Instruments MX575 metrix;
- Generatore di tensione UNAOHM DUAL POWER SUPPLY ST 25+25 1290 A;
- 3 resistori rispettivamente 2 di 1 K Ω e uno di 2,2 K Ω ;
- *Il programma multisim per la simulazione virtuale.*

8) FOTO DEGLI STRUMENTI UTILIZZATI E DEL CIRCUITO:

Di seguito verranno riportate le foto dei due strumenti di misura presenti nel laboratorio della scuola (Fig.1 – multimetro / Fig.2 – generatore), una foto presa da un motore di ricerca di come si presenta una breadboard (Fig. 3), una foto del circuito montato sulla breadboard in laboratorio del quale, gli schemi verranno riportati nel paragrafo successivo (Fig.4) e il circuito generale (Fig.5).



Figura 1 - generatore di tensione



Figura 2 - multimetro

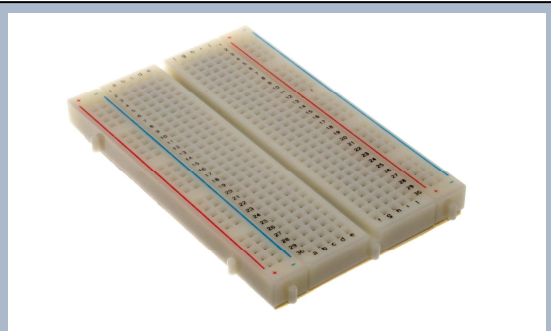


Figura 3 - breadboard

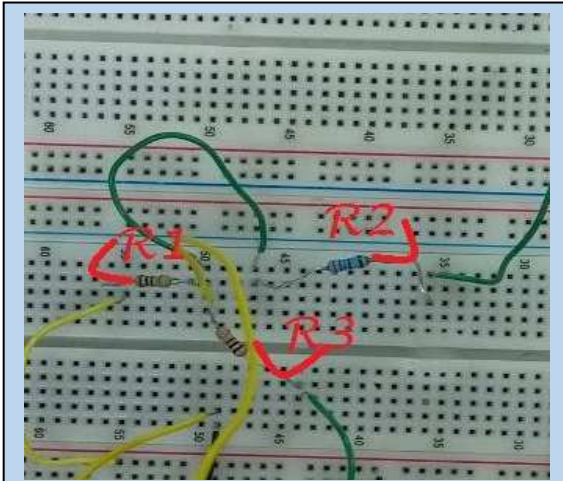


Figura 4 - circuito su breadboard

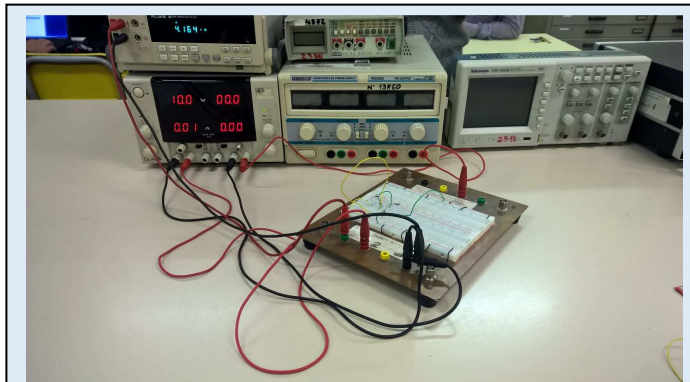


Figura 5 - circuito generale

9) SCHEMI:

Di seguito, verrà rappresentato lo schema elettrico (Fig. 6) e lo schema topografico (Fig. 7) dell'esperienza svolta in laboratorio; nello schema topografico viene rappresentata la pila come generatore perché è più facile da costruire.

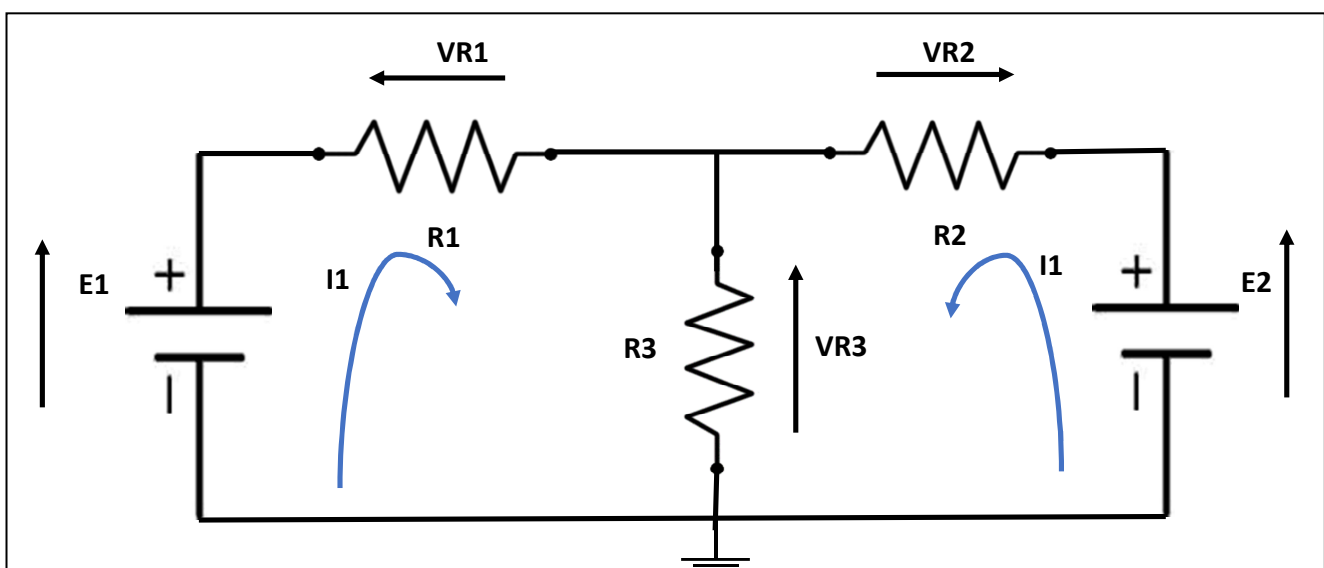
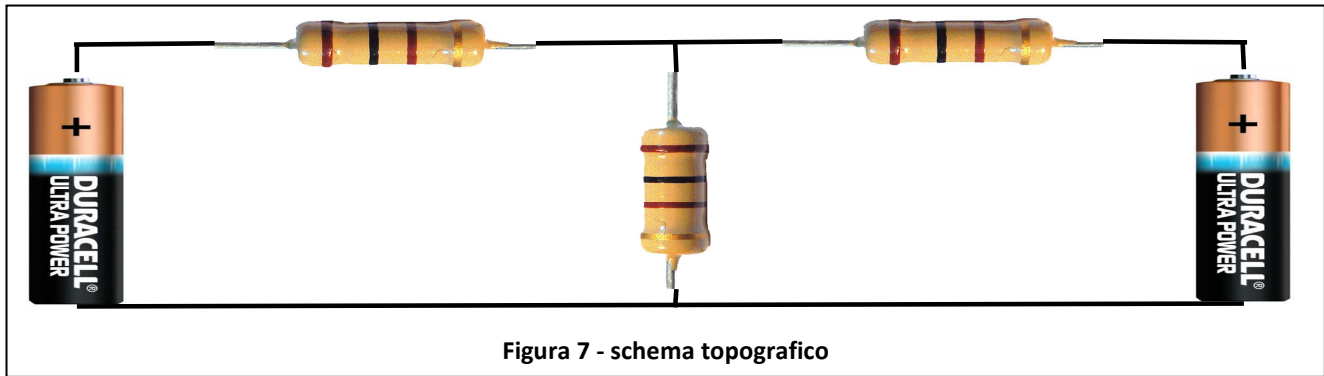


Figura 6 - schema elettrico



10) FORMULE UTILIZZATE:

Per lo svolgimento di questa esperienza di laboratorio, abbiamo utilizzato queste formule:

- ❖ La formula del partitore per trovare il valore del primo effetto dal punto di vista teorico:

$$V_{R3} = E_1 * (R_{2-3} / (R_1 + R_{2-3}));$$
- ❖ La formula del partitore per trovare il valore del secondo effetto dal punto di vista teorico:

$$V_{R3} = E_2 * (R_{1-3} / (R_2 + R_{1-3}));$$
- ❖ La formula per trovare la resistenza equivalente in parallelo tra R1 ed R3: $R_{1-3} = 1 / [(1/R_1) + (1/R_3)];$
- ❖ La formula per trovare la resistenza equivalente in parallelo tra R2 ed R3: $R_{2-3} = 1 / [(1/R_2) + (1/R_3)];$
- ❖ La formula per ottenere l'effetto complessivo: $V_{R3(E1+E2)} = V_{R3(E1)} + V_{R3(E2)};$
- ❖ La formula per trovare la corrente numero 1: $I_1 = V_{R3(E1)} / R_3;$
- ❖ La formula per trovare la corrente numero 2: $I_2 = V_{R3(E2)} / R_3;$
- ❖ La formula per trovare la corrente totale: $I_3 = I_1 + I_2;$
- ❖ La formula per ottenere la tensione VR3 avendo il valore della corrente: $V_{R3(E1+E2)} = I_3 * R_3;$

❖ **Sistema che implica tutti e due i principi di Kirchhoff;**

11) PROCEDIMENTO:

Per lo svolgimento di questa esperienza di laboratorio, ci siamo recati nel laboratorio di elettronica e telecomunicazioni e ci siamo accomodati sulle nostre postazioni mantenendo gli stessi gruppi delle volte precedenti. Dopo una breve spiegazione del professor Cancelli e del professor Pagano, ci siamo messi a lavorare prendendo, prima di tutto, i materiali che ci servivano dall'armadio, ovvero, i tre resistori che dovevamo misurare con il multimetro per vedere se erano veramente dei valori che ci erano stati richiesti, dei fili di rame e dei cavi che ci servivano per collegare i diversi strumenti alla breadboard che a sua volta li collegava a tutto il circuito. I tre resistori, erano rispettivamente 2 di 1 KΩ e 1 di 2,2 KΩ. In seguito, abbiamo montato il circuito sulla breadboard seguendo quello disegnato dal professore alla lavagna che è stato rappresentato nei paragrafi precedenti e lo abbiamo collegato a 2 generatori di tensione, poi abbiamo anche preparato un multimetro che ci è servito nelle misurazioni. Questo circuito, principalmente, è formato da due maglie, dove per maglia si indica una porzione chiusa di circuito, e da due nodi presenti ai capi della resistenza numero 3.

Dal punto di vista pratico, dovevamo impostare i due generatori di tensione a 10 Volt ciascuno ed inseguito, il primo passaggio, era quello di spegnerne uno dei due e al suo posto, nel circuito, mettere un filo di rame; poi, con il multimetro, dovevamo misurare la tensione applicata sulla

resistenza numero tre. Più semplicemente, guardando il circuito, la prima volta, abbiamo messo un filo di rame al posto del generatore di destra e abbiamo misurato la tensione sulla R3, inseguito, abbiamo spento quello di sinistra e al suo posto abbiamo messo un filo e abbiamo misurato la tensione applicata sulla R3; anche se i due generatori generano la stessa tensione, il valore dei due effetti cambia poiché il valore della resistenza dei resistori cambia visto che non sono tutti e tre uguali. I valori che abbiamo ottenuto nella parte pratica dell'esperienza, sono stati rispettivamente:

$$\rightarrow VR_{3(E1)} = 4,17 \text{ Volt};$$

$$\rightarrow VR_{3(E2)} = 1,81 \text{ Volt};$$

$$\rightarrow VR_{3(E1+E2)} = 5,98 \text{ Volt}.$$

Come si può osservare dai diversi valori, la somma dei due effetti singoli, è uguale al valore dell'effetto complessivo, quindi la differenza tra i valori è uguale a zero.

Dal punto di vista teorico, dobbiamo calcolare la tensione applicata alla resistenza numero tre sempre tenendo conto dei due effetti diversi e poi, l'effetto complessivo è dato dalla somma dei due effetti ottenuti dalle due maglie del circuito e per controllarlo, si utilizzano altre formule che coinvolgono la corrente. Il procedimento per arrivare ad ottenere il valore della tensione è il seguente:

1. Per ottenere il valore della tensione con il primo generatore acceso, bisogna utilizzare la formula della resistenza equivalente tra R2 ed R3 e poi utilizzare la formula del partitore di tensione sapendo che la resistenza equivalente e la R1 sono in serie; il valore ottenuto è stato **4,08 Volt**.
2. Per ottenere il valore della tensione con il secondo generatore acceso, bisogna utilizzare lo stesso metodo del punto 1 però, questa volta la resistenza equivalente si calcola tra R1 ed R3, e poi si utilizza la formula del partitore sapendo che R2 è in serie alla resistenza equivalente; il valore ottenuto è stato **1,85 Volt**.
3. Per ottenere il valore della tensione applicata alla resistenza numero 3 avendo tutti e due i generatori accesi, calcoliamo le due correnti che attraversano le due maglie del circuito, poi le sommiamo ed in fine la somma, viene moltiplicata per la resistenza numero tre; i risultati che abbiamo ottenuto utilizzando le formule specificate in precedenza sono: **$I_1 = 4,08 \text{ mA}$ - $I_2 = 1,85 \text{ mA}$ - $I_3 = I_1 + I_2 = 4,08 + 1,85 = 5,93 \text{ mA}$ - $V_{R3(E1+E2)} = I_3 \cdot R_3 = 5,93 \text{ Volt}$;**
4. Per vedere se la formula utilizzata nel punto 3 è stata calcolata nel modo corretto, si fa semplicemente la somma tra gli effetti singoli ottenuti dal punto di vista teorico, attraverso le formule, quindi: **$V_{R3(E1+E2)} = V_{R3(E1)} + V_{R3(E2)} = 4,08 + 1,85 = 5,93 \text{ VOLT}$.**

In seguito, abbiamo utilizzato in altro metodo per trovare la corrente totale e per vedere se quella calcolata facendo la somma delle due correnti singole è uguale alla corrente totale ricavata attraverso il sistema a tre incognite.

12) TEORIA SUI 2 PRINCIPI DI KIRCHHOFF:

Il secondo metodo che abbiamo utilizzato per trovare le correnti del circuito preso in considerazione, è stato la risoluzione di un sistema a 3 incognite che implicava tutti e due i principi di Kirchhoff.

Come specificato in precedenza, i principi sono due, tra cui, il primo si riferisce ai nodi del circuito e il secondo, invece, alle maglie.

Il **1° principio di Kirchhoff**, afferma che la somma delle correnti entranti in un nodo, è uguale alla somma delle correnti uscenti, o, in un altro modo, la somma algebrica delle correnti confluenti in un nodo di una rete elettrica è uguale a zero. Facendo la somma algebrica, bisogna assegnare il segno positivo alle correnti entranti e segno negativo alle correnti uscenti. Quindi le due formule che si potrebbero utilizzare sono le seguenti:

$$I_1 + I_2 = I_3 \text{ --- oppure --- } I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

Il 2° principio di Kirchhoff, afferma in una qualsiasi maglia di una rete elettrica, la somma algebrica delle tensioni è uguale a zero. La modalità che abbiamo utilizzato noi per vedere se la somma algebrica è uguale a zero, è stata quella di sottrarre alla tensione totale della maglia, le due tensioni singole applicate alle due resistenze presenti nella maglia stessa oppure sottrarre la tensione totale della maglia alla somma delle due tensioni singole. Quindi, le formule che abbiamo utilizzato sono le seguenti:

$$E_1 - R_1 \cdot I_1 - R_3 \cdot I_3 = 0 \text{ --- oppure --- } R_3 \cdot I_3 + R_2 \cdot I_2 - E_2 = 0$$

13) VERIFICA DEL 1° E DEL 2° PRINCIPIO DI KIRCHHOFF:

In questa esperienza di laboratorio, noi, abbiamo verificato entrambi principi di Kirchhoff attraverso il sistema a tre incognite citato in precedenza, nel quale, in una delle tre equazioni, è stato verificato il primo principio, invece, nelle altre due è stato verificato il secondo; le tre incognite della quali si sta parlando, sono le correnti singole dei due nodi del circuito e la corrente totale. Di seguito, verrà riportato il sistema che il professor Cancelli ha risolto tramite il metodo della sostituzione, e io ho deciso di utilizzare il metodo di Cramer.

$\begin{cases} E_1 - R_1 \cdot I_1 - R_3 \cdot I_3 = 0 \\ R_3 \cdot I_3 + R_2 \cdot I_2 - E_2 = 0 \\ I_1 + I_2 = I_3 \end{cases}$	$\begin{aligned} I_1 &= X; \\ I_2 &= Y; \\ I_3 &= Z \end{aligned}$
$\begin{cases} 10 - 1X - 1Z = 0 \\ 1Z + 2.2Y - 10 = 0 \\ X + Y = Z \end{cases}$	
$\begin{cases} -1X - 1Z = -10 \\ 1Z + 2.2Y = 10 \\ X + Y - Z = 0 \end{cases}$	

Come si può notare dal riquadro evidenziato in [azzurro](#), alle tre correnti, sono state assegnate delle variabili che, personalmente, rendono il sistema più comodo da risolvere dal punto di vista, magari, visivo, quindi, alla fine di tutti i calcoli verranno rifatte le uguaglianze per arrivare ad avere i valori veri e propri delle correnti.

In seguito, verrà rappresentato il metodo di Cramer, come specificato in precedenza, per ricavare una determinante generale e poi le tre determinanti delle tre incognite che abbiamo all'interno del sistema da risolvere. Nella rappresentazione che seguirà, ci saranno delle piccole linee oblique che collegano 3 numeri alla volta in diagonale, questi numeri verranno moltiplicati tra di loro e verrà riportato il risultato che sarà sommato agli altri; finito di moltiplicare e sommare i risultati collegati dalla linea messa \, si mette un meno che indica la sottrazione e si riportano gli altri risultati delle altre moltiplicazioni fatte seguendo il senso opposto della linea obliqua, per

arrivare, alla fine ad avere un unico risultato. A destra della seconda riga verticale, si mettono i valori delle prime due colonne presenti tra le prime due righe verticali.

$$\det A \left| \begin{array}{ccc|cc} -1 & 0 & -1 & -1 & 0 \\ & \backslash & \vee & \times & / \\ 0 & 2.2 & 1 & 0 & 2.2 \\ & / & \backslash & \times & \backslash \\ 1 & 1 & -1 & 1 & 1 \end{array} \right| = (2.2+0+0)-(0-1-2.2)=2.2+3.2= 5.4$$

Quando si rappresentano le altre determinanti, al posto dei valori delle incognite, si mettono i valori che all'interno del sistema iniziale si trovano dopo l'uguale.

$$\det X \left| \begin{array}{ccc|cc} -10 & 0 & -1 & -10 & 0 \\ & \backslash & \vee & \times & / \\ 10 & 2.2 & 1 & 10 & 2.2 \\ & / & \backslash & \times & \backslash \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 1 \end{array} \right| = (2.2+0-10)-(0-10+0)=12+10= 22$$

$$\det Y \left| \begin{array}{ccc|cc} -1 & -10 & -1 & -1 & -10 \\ & \backslash & \vee & \times & / \\ 0 & 10 & 1 & 0 & 10 \\ & / & \backslash & \times & \backslash \\ 1 & 0 & -1 & 1 & 0 \end{array} \right| = (10-10+0)-(0+0-10)=0+10= 10$$

$$\det Z \left| \begin{array}{ccc|cc} -1 & 0 & -10 & -1 & 0 \\ & \backslash & \vee & \times & / \\ 0 & 2.2 & 10 & 0 & 2.2 \\ & / & \backslash & \times & \backslash \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{array} \right| = (0+0+0)-(0-10-22)=0+32= 32$$

Alla fine di questa procedura di calcoli, si dividono i risultati delle determinanti X, Y e Z per il risultato della determinante generale chiamata A, quindi:

- $X = \det X / \det A = 22/5.4 = 4.07$
- $Y = \det Y / \det A = 10/5.4 = 1.85$
- $Z = \det Z / \det A = 32/5.4 = 5.93$ (approssimato)

Visto che all'inizio della procedura per la risoluzione del sistema, alle correnti sono state assegnate delle variabili matematiche, adesso ritorniamo al nome originale e visto che si parla di tensione espressa in VOLT e resistenza espressa in KOHM, la corrente sarà espressa in MILLIAMPERE.

Quindi:

- $X = I_1 = 4.08 \text{ [mA]}$;
- $Y = I_2 = 1.85 \text{ [mA]}$;
- $Z = I_3 = 5.93 \text{ [mA]}$;

Calcolando le tre equazioni singolarmente, si vedrà che i due principi di Kirchhoff sono stati verificati. Ci potrebbe essere una piccola differenza poichè sono state fatte delle approssimazioni. Ricalcolando le tensioni avendo questi risultati, otteniamo:

- $V_{R3(E1)} = R_3 \cdot I_1 = 1K\Omega \cdot 4.08 \text{ mA} = 4.08 \text{ Volt}$
- $V_{R3(E2)} = R_3 \cdot I_2 = 1K\Omega \cdot 1.85 \text{ mA} = 1.85 \text{ Volt}$
- $V_{R3(E1+E2)} = R_3 \cdot I_3 = 1K\Omega \cdot 5.93 \text{ mA} = 5.93 \text{ Volt}$

Le considerazioni che riguardano questi risultati, verranno fatte nelle conclusioni.

14) RISOLUZIONE DEL SISTEMA TRAMITE UN APPLET:

Dopo aver calcolato il sistema tramite uno dei metodi esistenti per la risoluzione del sistema stesso, proviamo a inserire tutti i dati in un risolutore di sistemi lineari trovato su internet per vedere se i risultati che abbiamo trovato noi sono simili o uguali a quelli del risolutore automatico. Di seguito verranno riportati degli screen del risolutore trovato su internet cercando **“applet che risolve un sistema lineare”** (Fig. 8 – 9).

WIMS
wims.unice.fr

[HOME WIMS]

Risolutore lineare

Il tuo sistema lineare non sembra avere variabili!
Per favore correggi l'errore.

Immetti il tuo sistema (scrivi un'equazione per riga).

10-1I1-1I3=0
 1I3+2.2I2-10=0
 I1+I2=I3

[risolvi il sistema](#)

Figura 8 - INSERIMENTO DEL SISTEMA

Risolutore lineare

Suggerimento. Se si vuole inserire x^2 scrivere x^2 oppure $x**2$.

Hai immesso il sistema

$$\begin{cases} -I_1 - I_3 = -10 \\ I_3 + 2.2 I_2 = 10 \\ I_1 - I_3 + I_2 = 0 \end{cases}$$

Questo sistema ha un'unica soluzione, che è

{ $I_1 = 4.074074074074074$, $I_2 = 1.851851851851852$, $I_3 = 5.925925925925926$ }.

Figura 9 - RISULTATI OTTENUTI

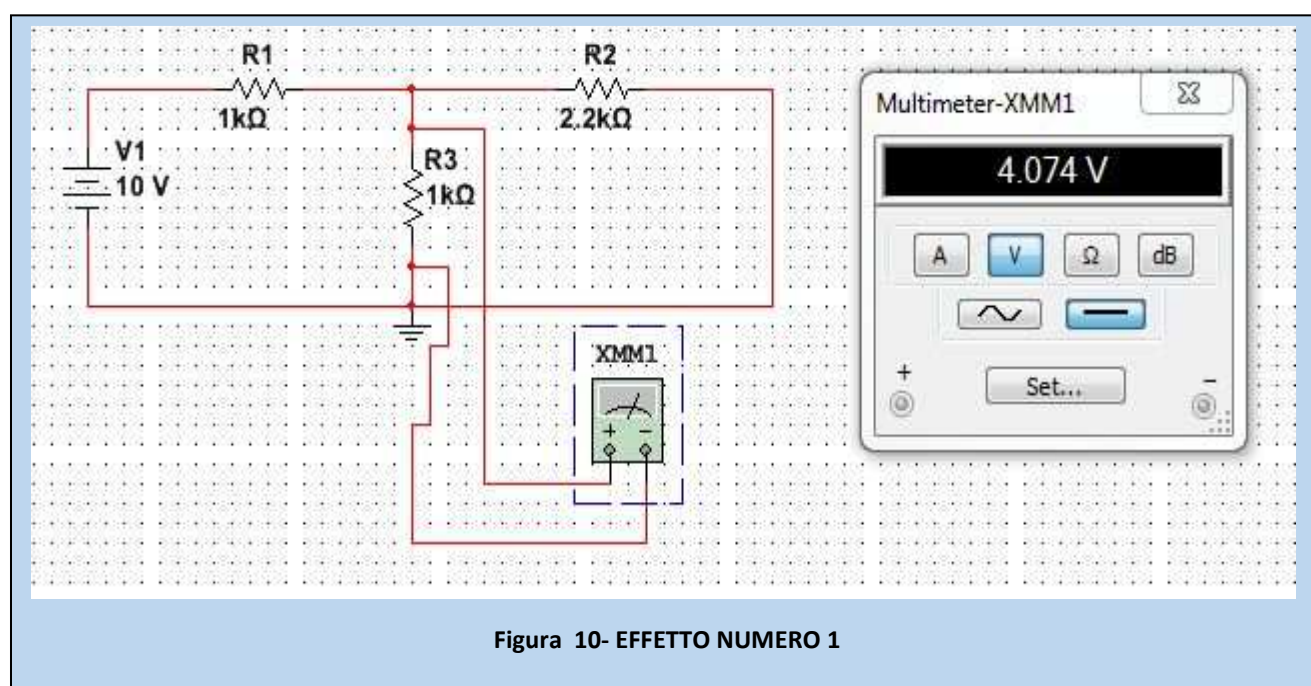
15) TEORIA SU MULTISIM:

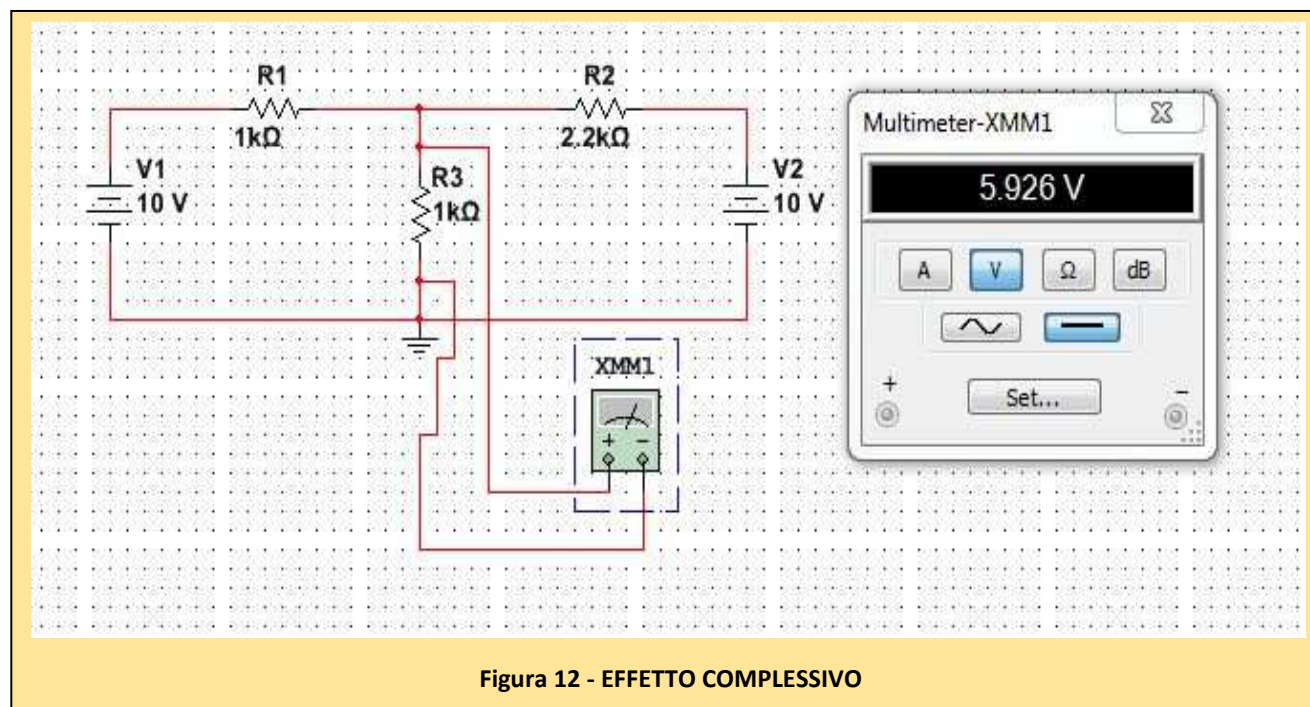
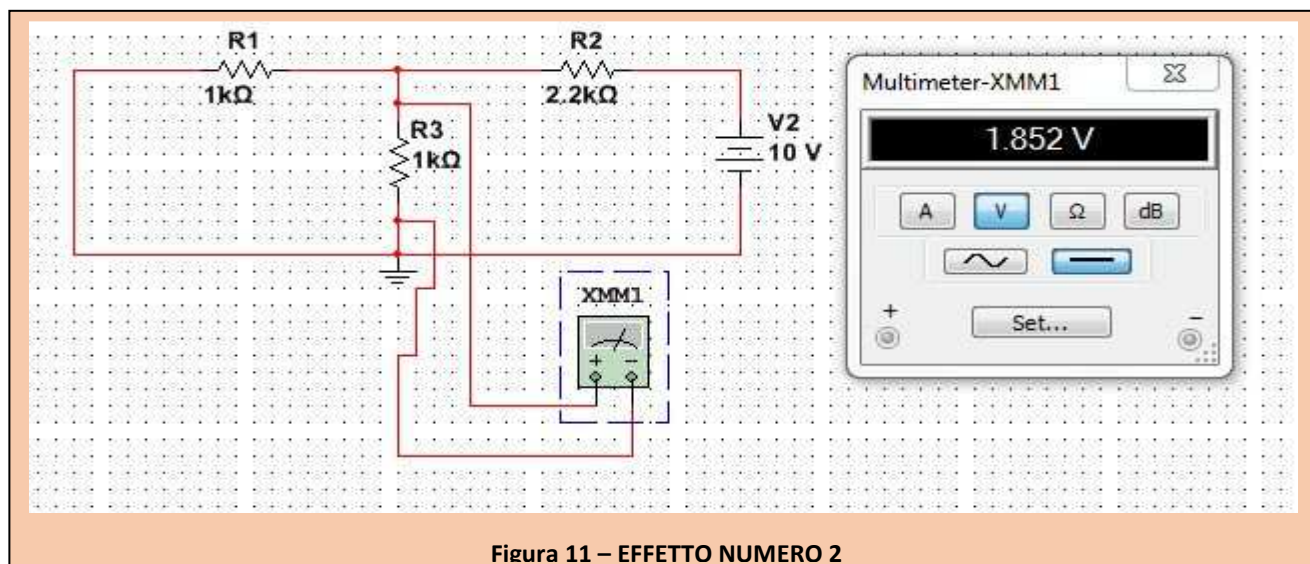
Multisim è il programma che abbiamo utilizzato noi per simulare il circuito costruito in laboratorio. Esso è un ambiente di simulazione spice utilizzato soprattutto in campo elettronico ed è utilizzato in tutto il mondo dagli insegnanti e dai professionisti. Il vantaggio di questa piattaforma, è quello di poter creare circuiti anche velocemente, impostare i valori dei vari componenti come si vogliono e simularlo per avere i risultati desiderati. La grafica di questo programma è relativamente semplice poiché i componenti sono anche simili alla realtà.

16) SIMULAZIONE CON MULTISIM:

Per simulare il circuito creato in laboratorio con questo programma, ci siamo recati nel laboratorio di matematica 1 della scuola, la volta dopo lo svolgimento dell'esperienza dal punto di vista pratico, e sui diversi pc, abbiamo iniziato a creare il circuito con la spiegazione del professor Pagano. Sull'area di lavoro, abbiamo inserito dai vari menu a tendina tre resistori dei quali, i valori, li abbiamo decisi noi utilizzando quelli dell'esperienza; poi abbiamo inserito anche due generatori di tensione e un multimetro che utilizzavamo come voltmetro per ottenere il valore della tensione applicata sulla resistenza numero 3; ogni volta che volevamo ottenere il valore della tensione di una delle due maglie, dovevamo togliere uno dei due generatori e mettere al loro posto, semplicemente un filo e quando invece, volevamo la tensione totale, inserivamo nel circuito i due generatori e li accendevamo impostandoli, su 10 Volt ciascuno. Di seguito, verranno rappresentati tre screenshot del programma utilizzati per rappresentare il circuito simulato (Fig. 10 -11 - 12).

I valori che abbiamo ottenuto con la simulazione in multisim, vengono visualizzati sulle diverse immagini e le considerazioni verranno fatte nelle conclusioni.





17) TABELLA DEI DATI RACCOLTI:

Di seguito, viene riportata la tabella dei dati ricavati durante l'esperienza di laboratorio.

TABELLA DEI DATI			
VALORI PRATICI			
$V_{R3(E1)}$	$V_{R3(E2)}$	$V_{R3(E1+E2)}$	Δ
4,17 Volt	1,81 Volt	5,98 Volt	0
VALORI TEORICI			
$V_{R3(E1)}$	$V_{R3(E2)}$	$V_{R3(E1+E2)}$	Δ
4,08 Volt	1,85 Volt	5,93 Volt	0

VALORI OTTENUTI CON MULTISIM			
$V_{R3(E1)}$	$V_{R3(E2)}$	$V_{R3(E1+E2)}$	Δ
4,07 Volt	1,85 Volt	5,93 Volt approssimato	0.01 Volt (causa approssimazione)
VALORI OTTENUTI DAL SISTEMA			
$V_{R3(E1)}$	$V_{R3(E2)}$	$V_{R3(E1+E2)}$	Δ
4,07 Volt	1,85 Volt	5,93 Volt approssimato	0.01 Volt (causa approssimazione)
VALORI OTTENUTI DAL RISOLUTORE AUTOMATICO			
$V_{R3(E1)}$	$V_{R3(E2)}$	$V_{R3(E1+E2)}$	Δ
4,07 Volt	1,85 Volt	5,93 Volt approssimato	0.01 Volt (causa approssimazione)

18) CONCLUSIONI:

Dopo lo svolgimento di questa esperienza di laboratorio, vorrei fare delle considerazioni su quanto spiegato prima. Prima di tutto, quello che abbiamo approfondito e abbiamo capito meglio anche dal punto di vista pratico, è stato il principio di sovrapposizione degli effetti. Per quanto riguarda i valori che abbiamo ottenuto nelle varie modalità di lavoro, sono molto simili tra di loro, quindi, il principio è verificato; i valori pratici, rispetto a quelli teorici, sono di poco diversi, secondo me, per la presenza di errori di misura, per la presenza della sensibilità degli strumenti utilizzati e anche per la presenza delle tolleranze dei resistori. Per quanto riguarda, invece, i valori ottenuti durante la simulazione con multisim, possiamo osservare che gli stessi sono molto simili ai valori teorici poiché sono stati utilizzati dei valori fissi tramite delle formule ben definite e quindi, non erano presenti tutti i tipi di errori di misura che invece ci sono stati nella parte pratica. In seguito, è stata aggiunta una parte riguardante i 2 principi di Kirchhoff all'interno di questa relazione e bisognava risolvere un sistema di tre equazioni con tre incognite per vedere se i valori delle correnti ottenuti dal punto di vista teorico con le formule singole, erano uguali a quelli ricavati tramite il sistema e poi, lo stesso sistema lo abbiamo riportato in un risolutore automatico per vedere se i risultati erano del tutto uguali. In fine, abbiamo potuto osservare che i valori ottenuti erano uguali e si può dire che sia il principio di sovrapposizione degli effetti che i due principi di Kirchhoff sono stati verificati.

19) LACUNE:

Durante lo svolgimento di questa esperienza di laboratorio, non ho riscontrato grossi problemi, ce ne sono stati alcuni durante il montaggio del circuito poiché c'era uno strumento sul bancone del mio gruppo che non funzionava correttamente, però siamo riusciti a risolvere la situazione; in linea di massima, altri problemi non ce ne sono stati, soltanto un po' di confusione durante la creazione di questa relazione che però, sono riuscito a risolvere, e spero di averlo fatto nel migliore dei modi. Nell'aggiunta della nuova parte riguardante anche i principi di Kirchhoff, non sono sicuro che il sito trovato per la risoluzione automatica del sistema, sia proprio un applet e

vorrei approfondire per farlo bene nella prossima relazione, il paragrafo riguardante i termini e gli acronimi visto che in questa relazione non ce n'erano molti da comprendere o che siano stati proprio dei nomi tecnici importanti.

20) RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI/SITOGRAFICI:

- Per la teoria sul principio di sovrapposizione degli effetti:
<http://hobbyelettronica.altervista.org/page/effetti.html>
- Per la fotografia della breadboard:
https://www.google.ro/search?q=bread+board&client=opera&hs=N4D&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwim_euTtYDQAhXLwBQKHeVpBqYQ_AUICCGB&biw=1517&bih=731&dpr=0.9#imgsrc=ldbdINGt_KDO-M%3A
- Per la teoria su multisim: <http://www.ni.com/multisim/whatis/i/>
- Per le informazioni sulla breadboard: <https://it.wikipedia.org/wiki/Breadboard>
- Per le informazioni sul multimetro: <https://it.wikipedia.org/wiki/Multimetro>
- Per l'acronimo http: <https://www.aziendeitalia.com/blog/il-protocollo-http>
- Per i due principi di Kirchoff: ELEMENTI DI TELECOMUNICAZIONI di ARGYRIS KOSTOPOULOS