

Alimentazione con standard USB ottenuta da comuni generatori elettrici per biciclette

Candidato: Francesco Vincenzo
Surano

Relatore: Mario Edoardo Bertaina

Consulenza tecnica: Silvano
Gallian

Come ci si sposta in Italia?

(dati ISTAT)

- Mezzo di trasporto per andare al lavoro (per 100 abitanti):

	2009	2010	2011	2012
Bicicletta	3,4	3,3	3,2	4
Auto	74,6	76,2	75,5	74,3

- Km di piste ciclabili nei capoluoghi di provincia (per 100Km²):

2009	2010	2011
13,9	15,7	16,6

- Nel 2012 vendute più bici (1,6Mln) che auto (1,4Mln)

Quanto usiamo dispositivi elettronici?

- N° di cellulari (per 100 abitanti, dati ISTAT):

2009	2010	2011	2012
90,7	90,6	91,6	92,4

- Durata batteria (indagine Dailymail):

	Samsung Galaxy S4	Apple Iphone 5c	Blackberr y Z10	Nokia Lumia 1020
Chiamate (ore)	17,52	9,40	10,00	7,67
Internet (ore)	6,75	4,20	5,83	5,10

Lo standard USB

- Universal Serial Bus
- Standard industriale di connessione tra dispositivi, largamente usato nei cellulari per la ricarica della batteria
- USB 1.0 : 5V-150mA ($\pm 5\%$) (0,75W), obsoleto
- USB 2.0 : 5V-500mA ($\pm 5\%$) (2,5W), in commercio
- USB 3.0 : 5V-900mA ($\pm 5\%$) (4,5W), non ancora affermato

Cosa si è voluto realizzare

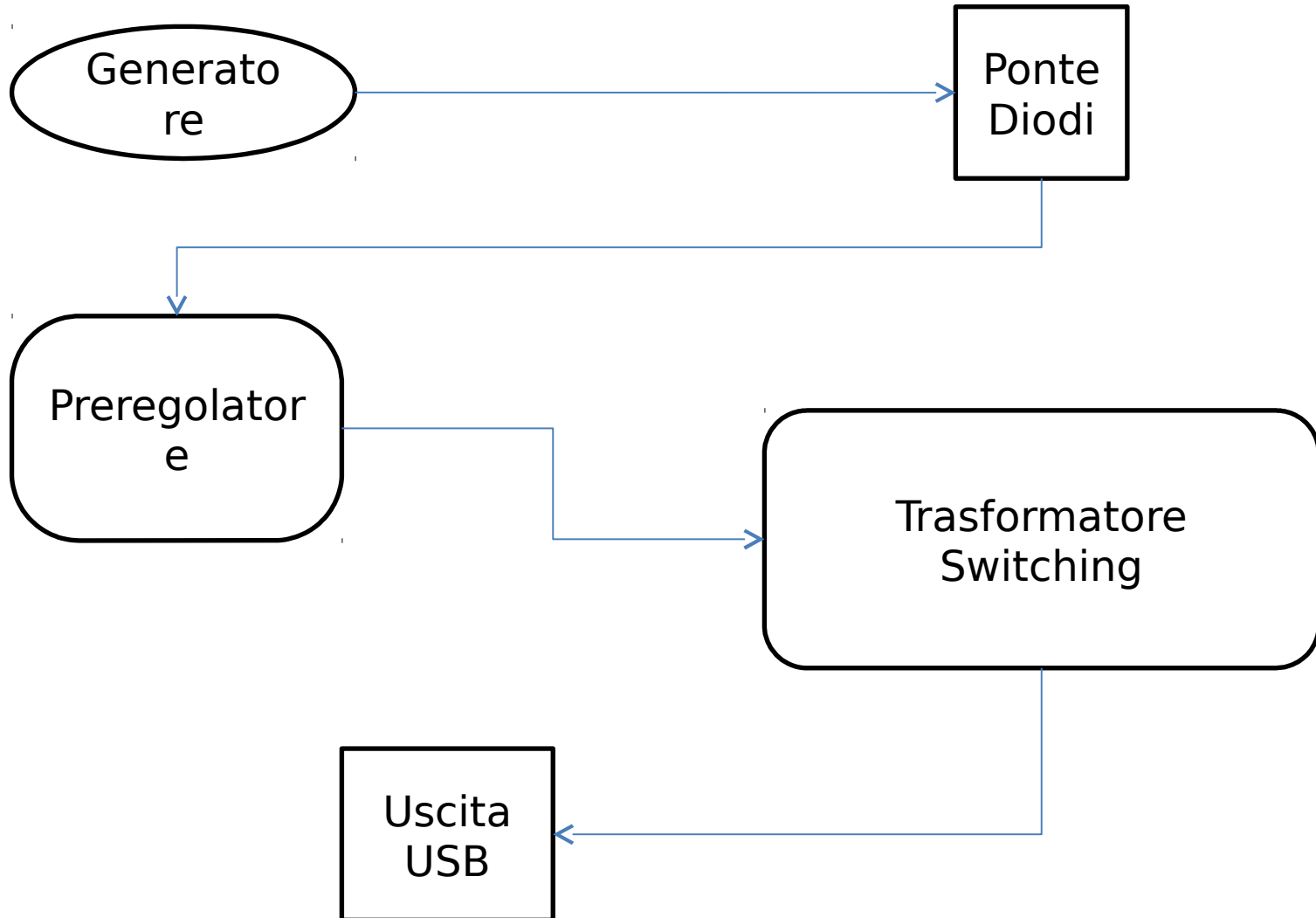
- Un circuito in grado di ricaricare un dispositivo elettronico tramite lo standard USB 2.0, alimentato da un generatore elettrico utilizzato per l'illuminazione delle biciclette, il cui funzionamento sia diretto ed a velocità non elevate.

L'apparato sperimentale

Il generatore è stato montato su di una ruota come per il normale utilizzo. La ruota è messa in moto tramite un motore elettrico a velocità variabile. L'intero apparato è stato autocostruito.



Il Circuito



Generato
re

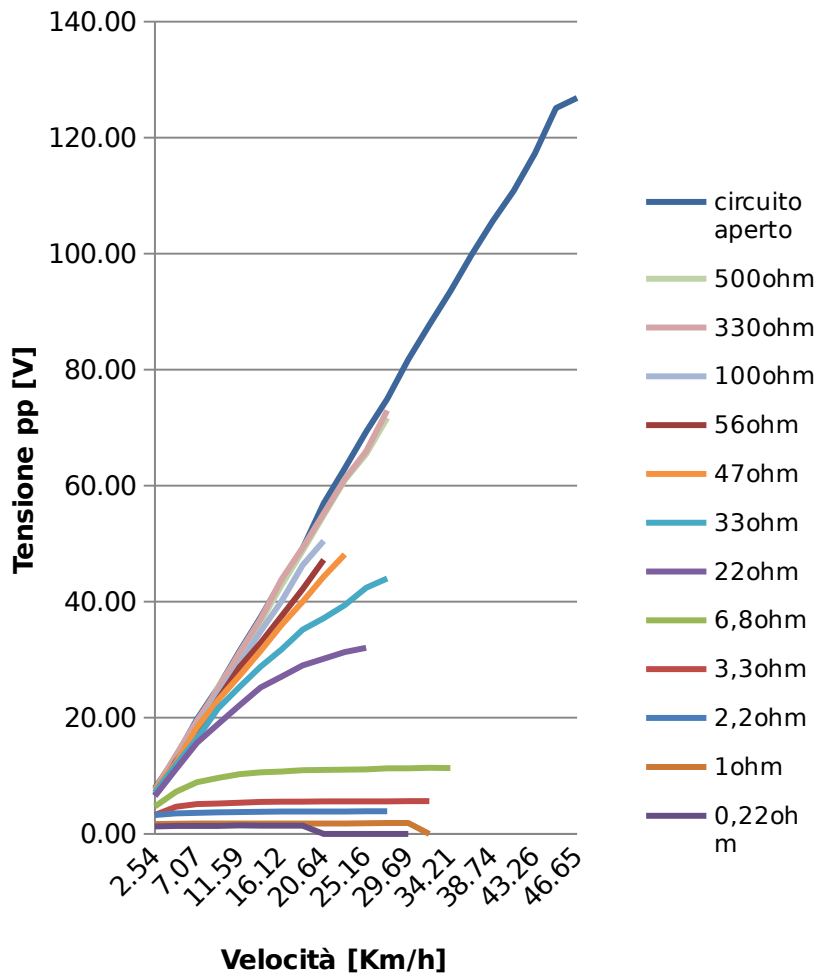
Il generatore elettrico

- Il generatore usato per il nostro esperimento è il modello Shimano DH-3N20, dichiarati 3W / 6V
- È un generatore di corrente alternata a 28 poli
- Come si comporta al variare del carico e/o della velocità?

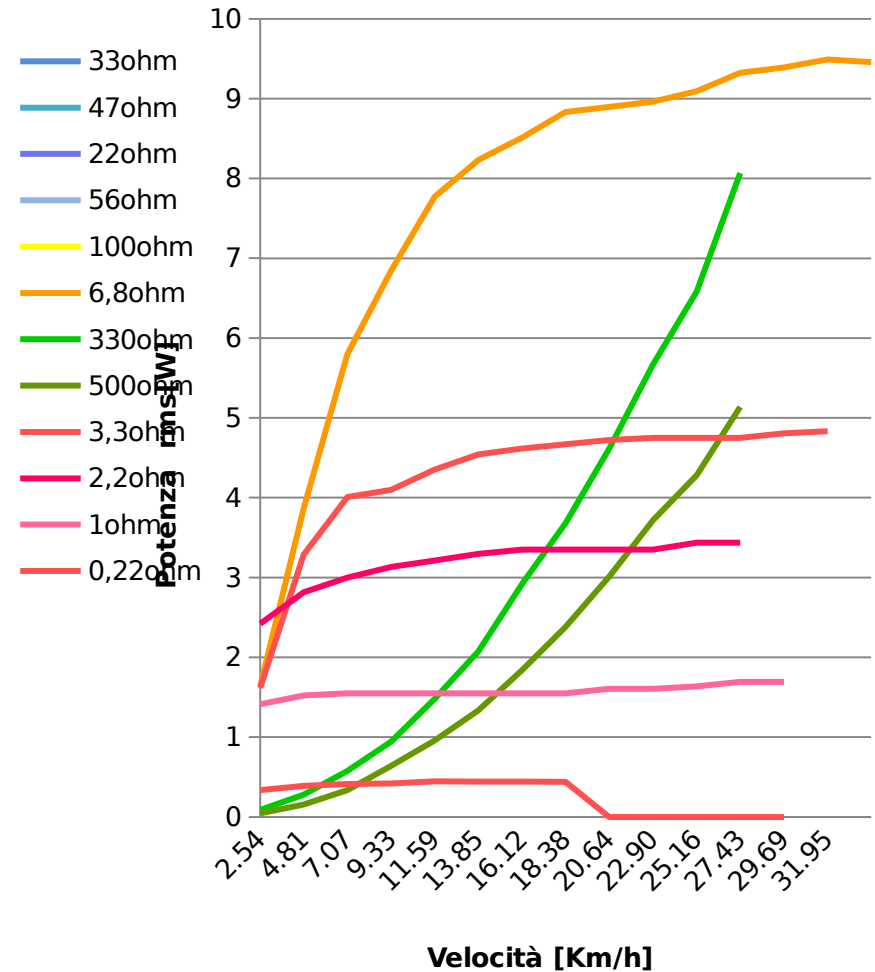


Comportamento del generatore

Volt - Velocità



Potenza - Velocità



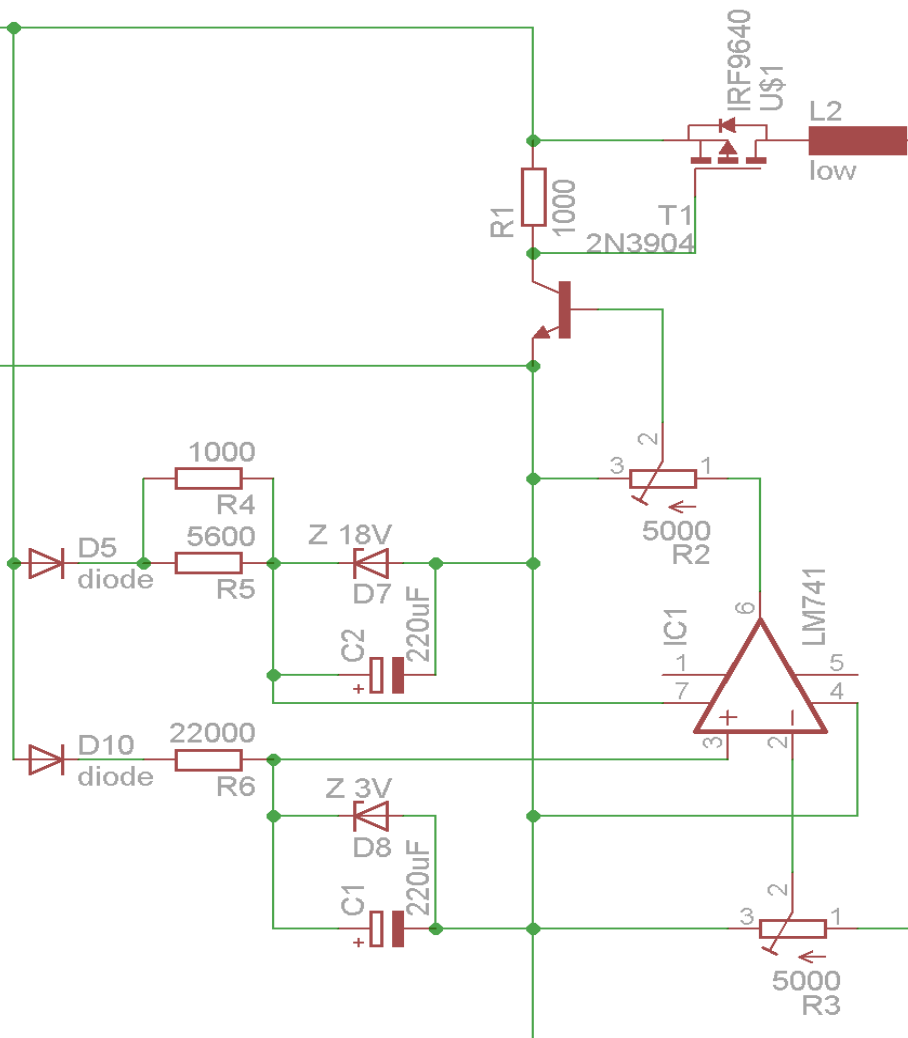
Preregolatore

Preregolatore

Al
trasformatore

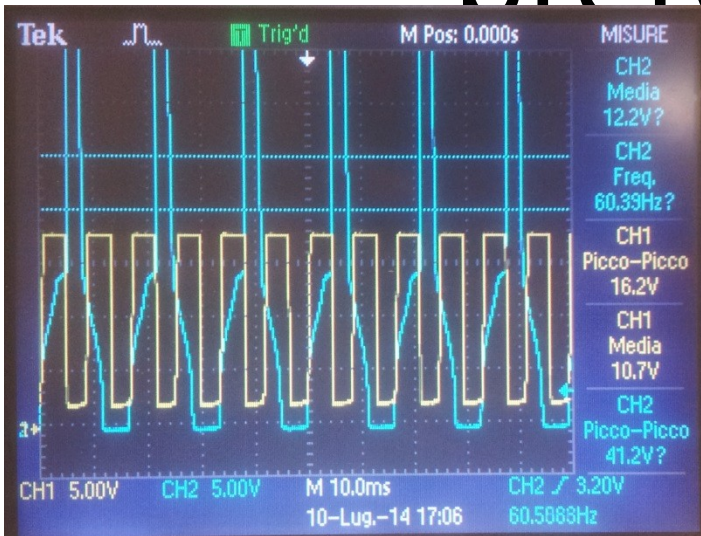
DC +, da
ponte
diodi

GND

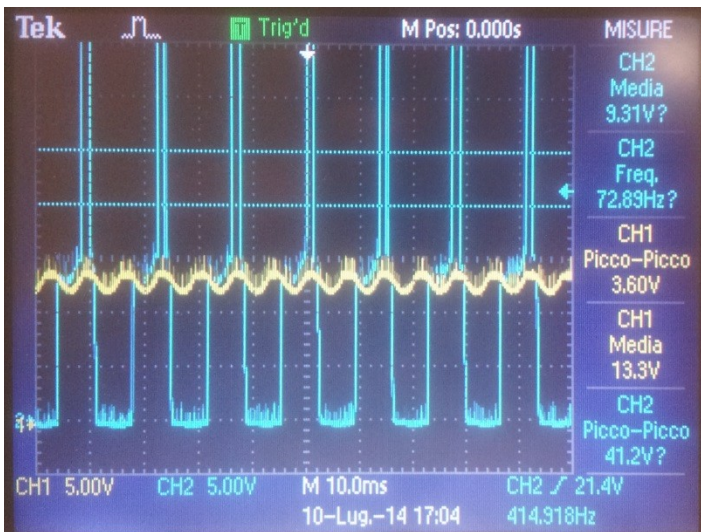


GND

Comportamento del preregolatore



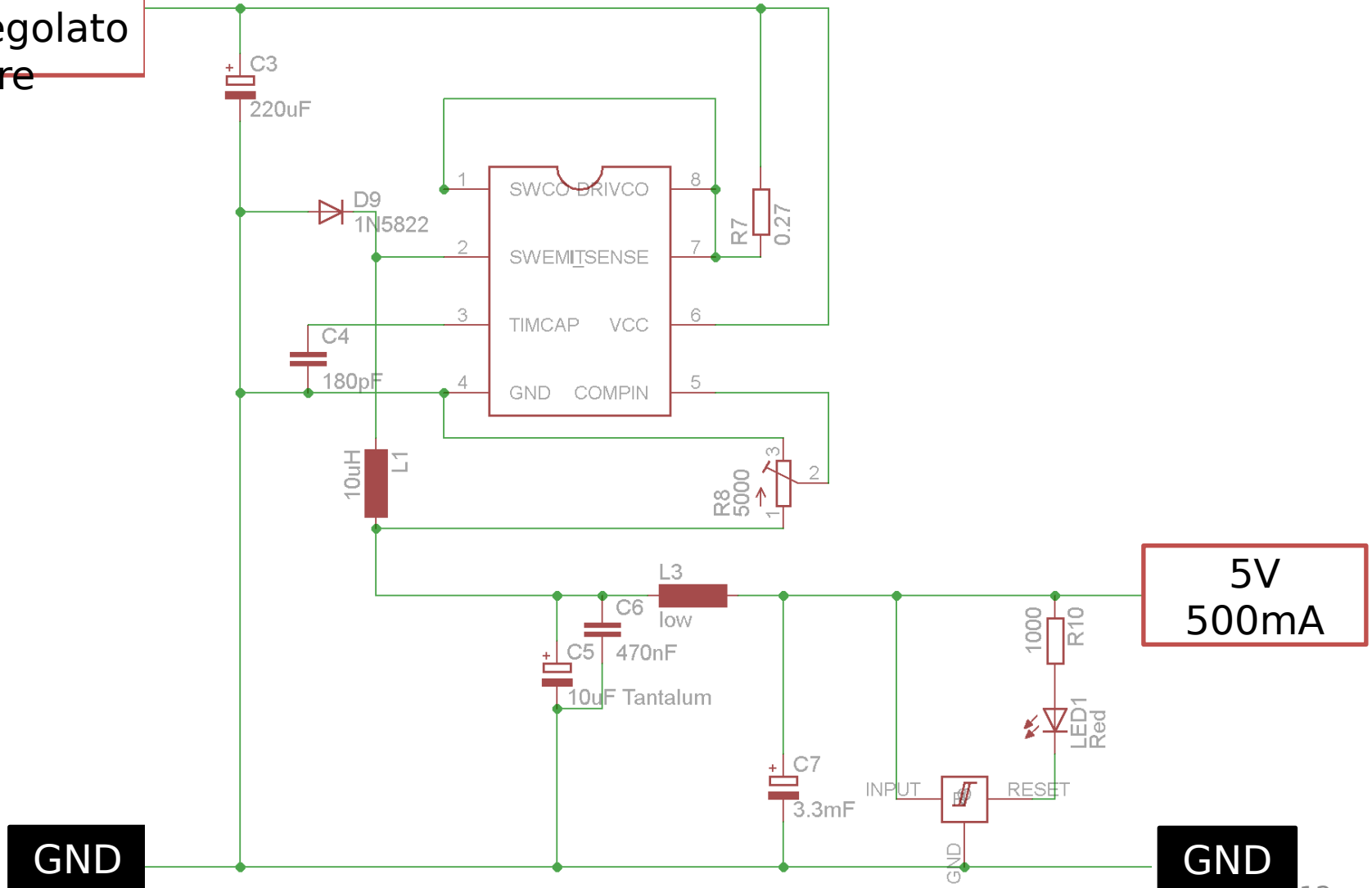
- Tensione all'ingresso
- Tensione in output dall'amplificatore operazionale



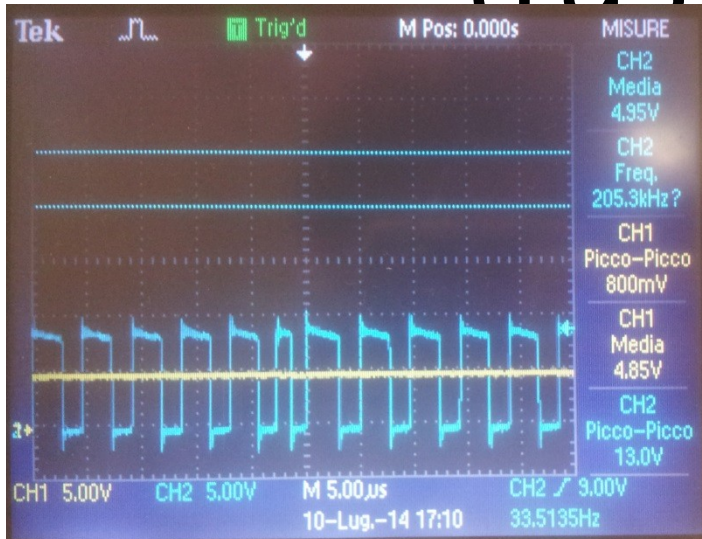
- Tensione all'ingresso
- Tensione in output dal preregolatore

Il trasformatore switching

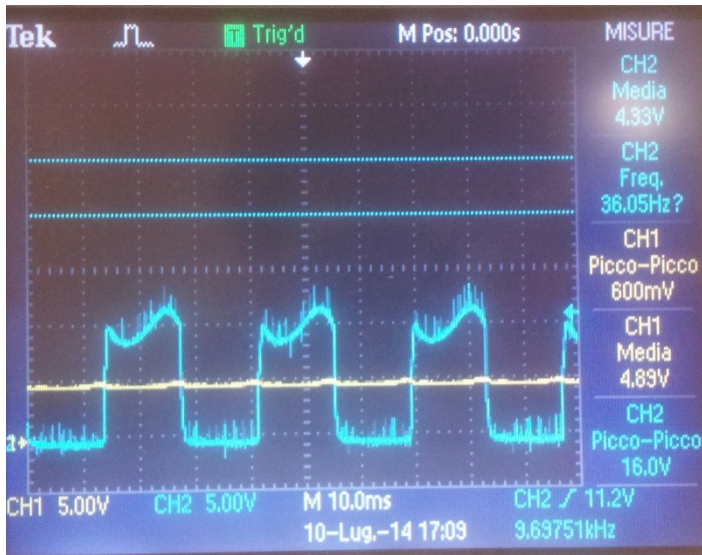
DC +, da preregolatore



Comportamento del trasformatore

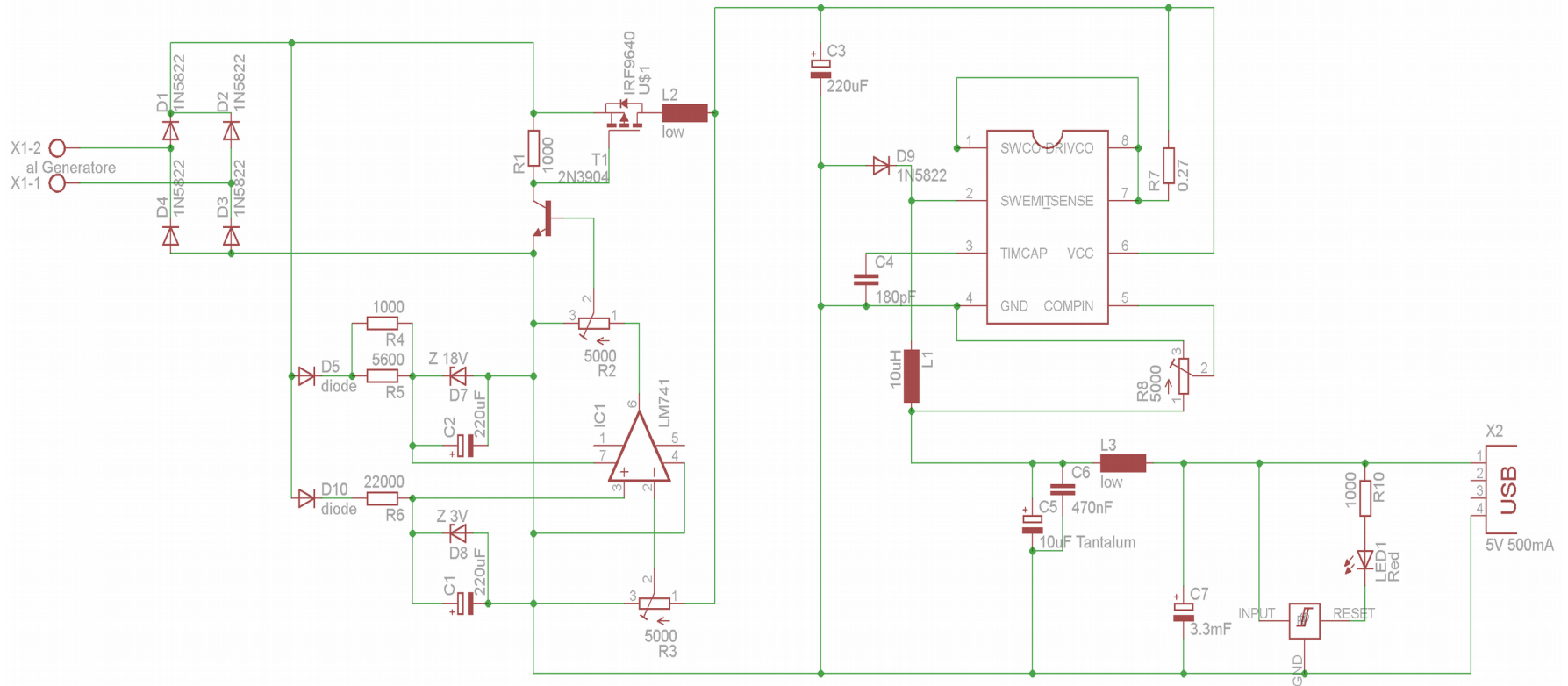


- Tensione in uscita dall'integrato di switching
- Tensione dopo l'induttanza ed i condensatori



- Tensione in ingresso nel circuito
- Tensione in uscita dal circuito

Il Circuito completo



Il Circuito completo

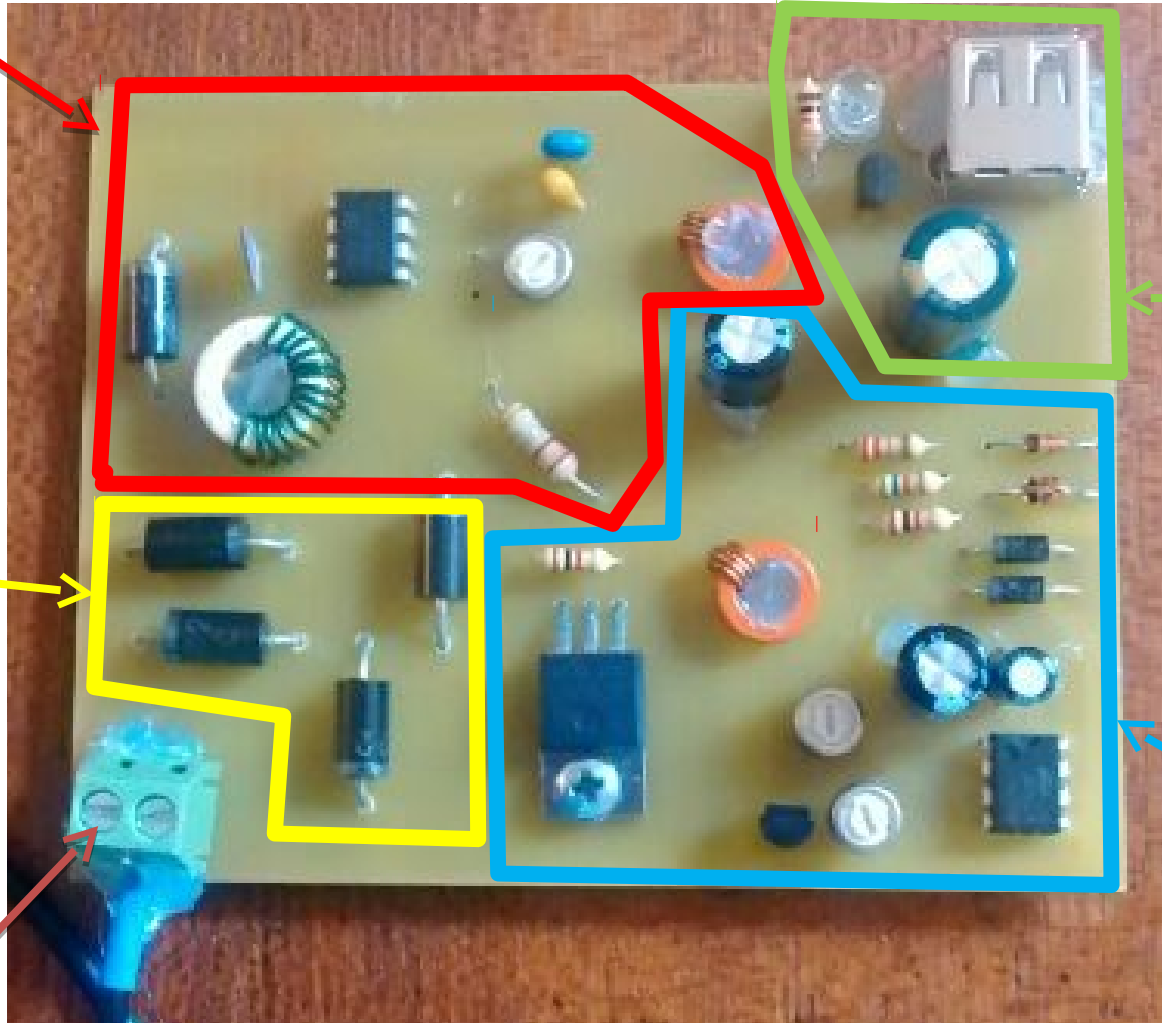
Circuito Switching

Uscita USB con comparatore

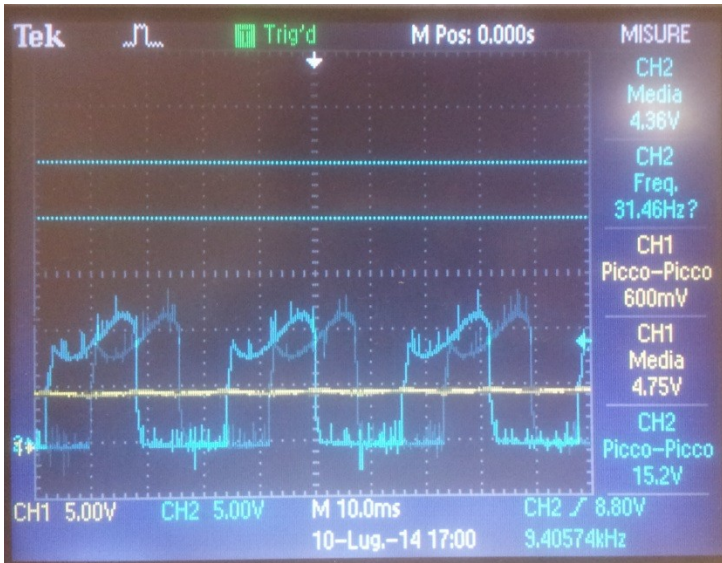
Ponte di diodi

Preregolatore

Al generatore

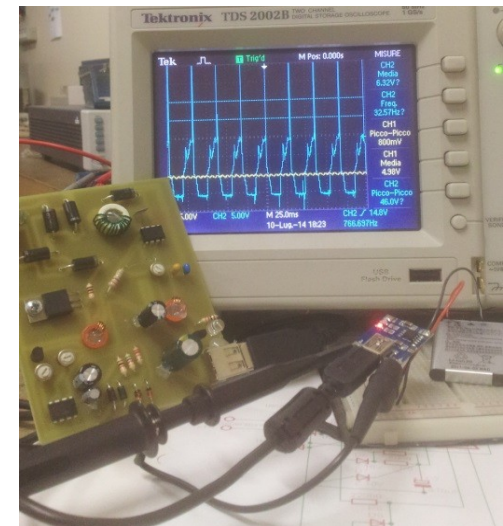


Funziona?



- Tensione in ingresso, la frequenza indica una velocità di c.a. 17,5Km/h
- Tensione in uscita, sottoposta ad un carico di 10 Ω , raggiunge il valore minimo per lo standard USB

Il circuito durante al carica di una batteria Li-Ion, ad una velocità di c.a. 18,5Km/h, tramite USB



In pratica

	Samsung Galaxy S4	Apple Iphone 5c	Blackberry Z10	Nokia Lumia 1020
Tempo di carica usando il Circuito	5,2h	3,1h	3,6h	4h
Batteria	2600mAh	1507mAh	1800mAh	2000mAh
Hchiamate/Hcarica	3,4	3,1	2,8	1,9
Hinternet/Hcarica	1,3	1,4	1,6	1,3

di 1,4 ore di uso internet ogni ora di viaggio

- Il Circuito è quindi in grado di tenere acceso il cellulare (uso GPS, musica....) senza consumo di batteria

Quanto si deve pedalare?

- In questa tabella si ha il rapporto tra l'energia cinetica della ruota a circuito aperto o con generatore in funzione sotto carico
- L'energia per andare a 18Km/h con il carico è pari a quella necessaria per viaggiare a 22Km/h a circuito aperto
- Mantenere una velocità di 4Km/h più elevata per 1h implica un consumo di 122,4kj (120g di yogurt magro \approx 157kj)

Rapporto Energia	Δ Rapporto	Km/h (senza carico)
1,7	0,4	4,8
1,4	0,2	7,1
1,3	0,2	9,3
1,5	0,2	11,6
1,6	0,1	13,9
1,6	0,1	16,1
1,5	0,1	18,4
1,5	0,1	20,6

Esiste già?

Esistono alcuni modelli sul mercato, tutti usano una batteria interna, alimentata ad una corrente molto bassa, che solo in un secondo momento carica il cellulare:

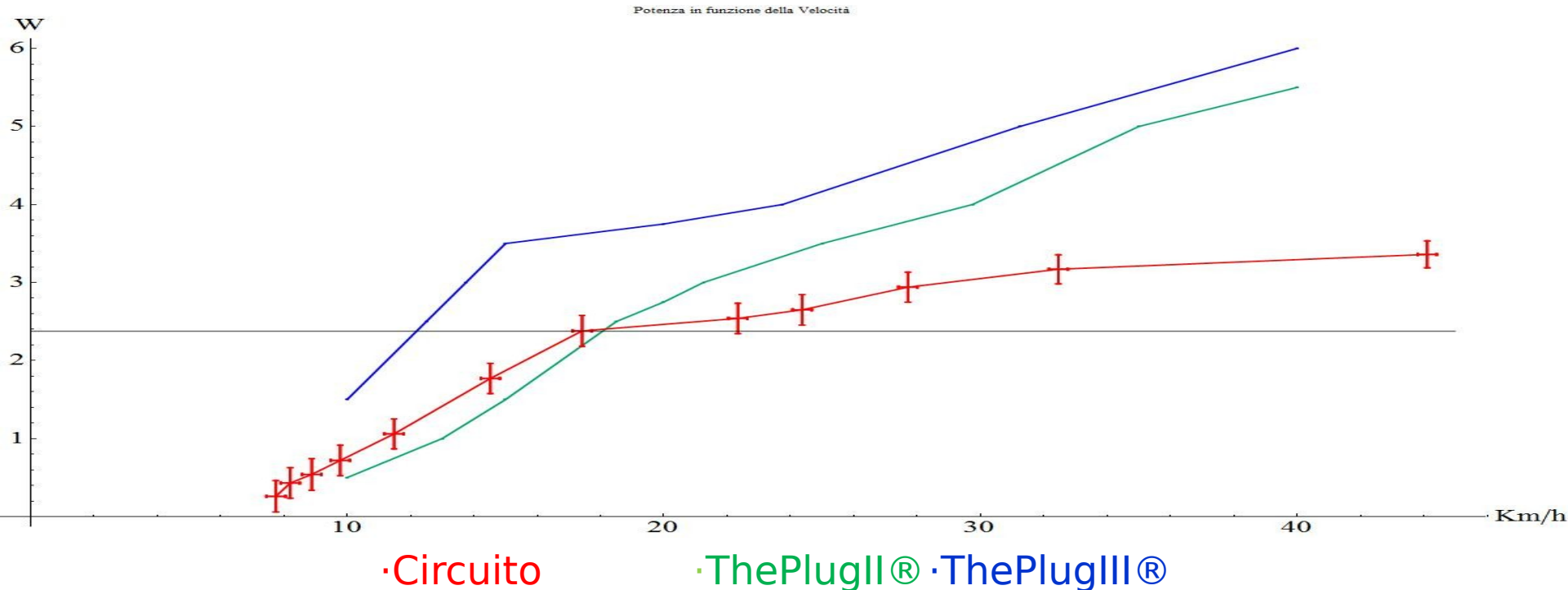
- [**Pedal Power Plus Super-i-Cable**](#)
- [**Busch and Muller eWerk**](#)
- [**BioLogic ReeCharge**](#)

Un unico prodotto carica senza batteria:

- [**Tout Terrain The Plug III**](#)

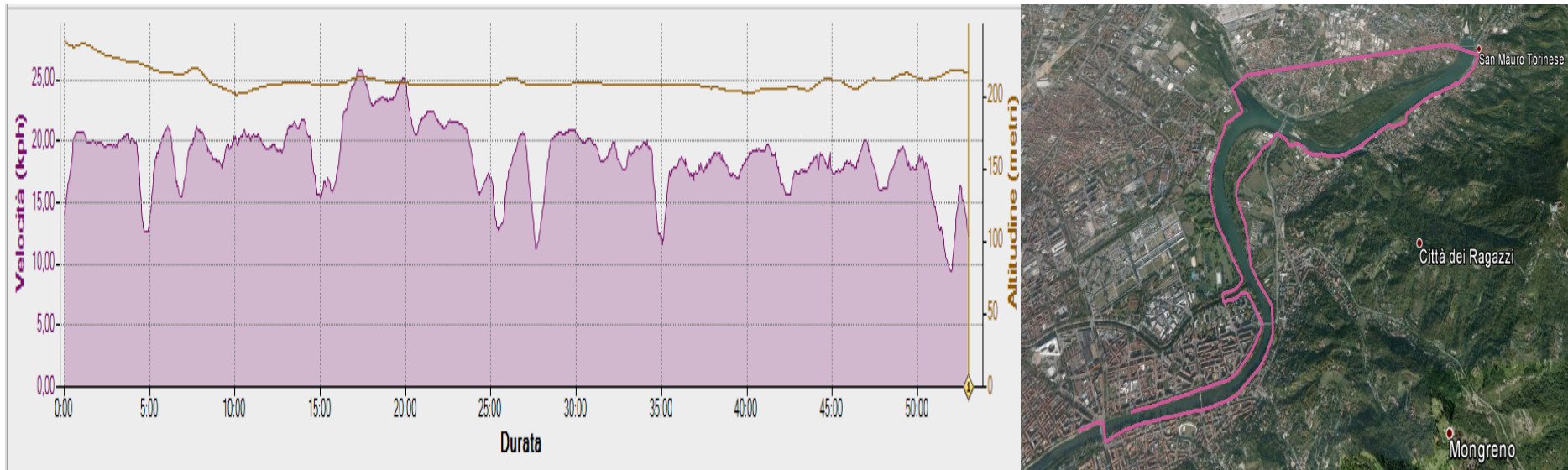
Non commercializzato in Italia, non funziona per velocità superiori a 40km/h

Confronto diretto



Il Circuito realizzato presenta l'innegabile vantaggio di funzionare a velocità superiori ai 40Km/h. Sebbene sia lievemente più efficiente del modello ThePlugII®, non lo è del successivo ThePlugIII®. Possibili sviluppi potrebbero riguardare la sostituzione del ponte di diodi con un ponte di MosFet

Una gita fuori porta



- Modello Samsung Galaxy S2, batteria 1650mAh
- Velocità media 18,7Km/h
- Durata viaggio 52min59sec
- Ricarica del 24% della batteria
- Il Circuito è stato in funzione per il 73% del

In conclusione

- Le caratteristiche dello standard USB 2.0 sono rispettate da una velocità minima di 17,5Km/h, senza limiti superiori.
- La tensione e la corrente fornite dal circuito sopra tale limite di velocità, sono stabili.
- Il nostro Circuito permette la ricarica di un cellulare durante lunghi viaggi in bicicletta e l'utilizzo prolungato di dispositivi elettronici
- È stato realizzato un prototipo funzionante

Ringraziamenti

A Silvano Gallian, per il grande aiuto che mi ha dato nella realizzazione della mia tesi, ed a Mario Bertaina, per aver creduto in questo strano progetto fin dall'inizio.

A Simona, per avermi sostenuto nei momenti difficili standomi accanto.

Alla mia famiglia, che ogni giorno crede in me e nei miei studi.

Ai Collettivi di Scienze, ai SI, a tutti quanti mi aiutano a crescere, a dubitare ed a mettere in discussione le mie idee.

Bibliografia

- Slide 2: dati ISTAT, «Italia in cifre, <http://www.istat.it/it/archivio/30329>», Il Fatto Quotidiano «<http://www.ilfattoquotidiano.it/2013/07/08/litalia-dei-motori-si-da-alle-due-ruote-a-pedali-lauto-crolla-bici-fa-boom/615219/>»
- Slide 3: dati ISTAT, «Italia in cifre, <http://www.istat.it/it/archivio/30329>», Dailymail «<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2487663/Samsungs-Galaxy-S4-beats-Apples-iPhone-5S-battery-power.html>»
- Slide 4: Wikipedia «<http://en.wikipedia.org/wiki/USB#PoweredUSB>»
- Slide 19: Cyclingabout, «<http://cyclingabout.com/index.php/2012/03/list-of-hub-dynamo-power-supplies-for-usb-devices/>»
- Slide 8: Shimano, «http://bike.shimano.com.sg/publish/content/global_cycle/en/sg/index/products/city__comfort_bike/inter-7__inter-3/product.-code-DH-3N20-NT.-type-..html»
- Slide 18: La Fisica e la bicicletta, Università degli Studi di Trieste, «http://www.laureescientifiche.units.it/allegati/scienzaSport/Fisica_e_bicicletta.pdf»
- Slide 26: ThetaEngineering, «<http://www.thetaeng.com/FETBridge.htm>»; ToutTerrain ThePlugIII, «http://www.en.toutterrain.de/fileadmin/media/pdf/deutsch/dokumentation/bedienungsanleitungen/cinq_Anleitung_ThePlug_web.pdf»

Approfondimento: Principio del trasformatore switching

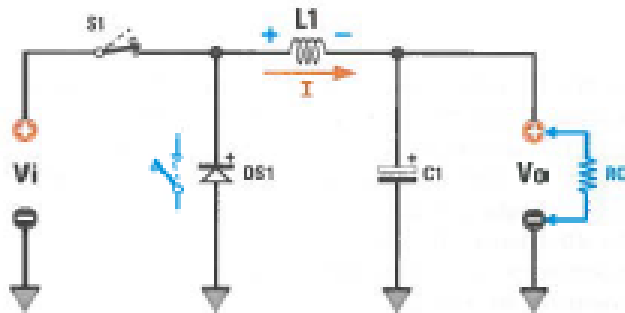
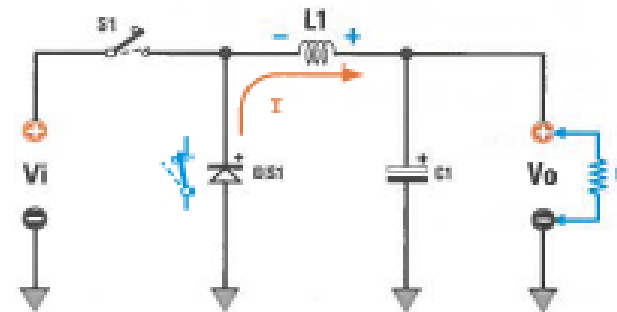


Fig.3 Schema semplificato di un alimentatore switching step-down nella fase T_{on} , infatti, l'interruttore $S1$ è chiuso.

Durante questa fase la corrente che attraversa l'induttanza L aumenta linearmente in funzione del tempo di chiusura T_{on} e la polarità ai suoi capi sarà quella indicata in figura e il diodo $DS1$ si comporterà come un interruttore aperto.

Fig.4 Nella fase T_{off} quando l'interruttore $S1$ viene aperto la polarità ai capi di $L1$ si inverte portando in conduzione il diodo $DS1$ e a questo punto la corrente I si ridurrà linearmente in funzione del tempo di chiusura T_{off} . Il condensatore manterrà costante la tensione di uscita.



Approfondimento: Il ponte Mos-Fet

