

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΓΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΤΡΙΒΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

ΒΡΟΥΒΑΚΗ ΙΩΑΝΝΗΣ

> Η ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ

- Τι είναι οι Τριβοηλεκτρικές γεννήτριες.
- Περιγραφή μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν για τη μεγιστοποίηση παραγωγής ισχύος.
- Αποτελέσματα που προσφέρουν οι τεχνικές που εφαρμόσθηκαν.
- Σύγκριση αποτελεσμάτων που εξήχθησαν.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

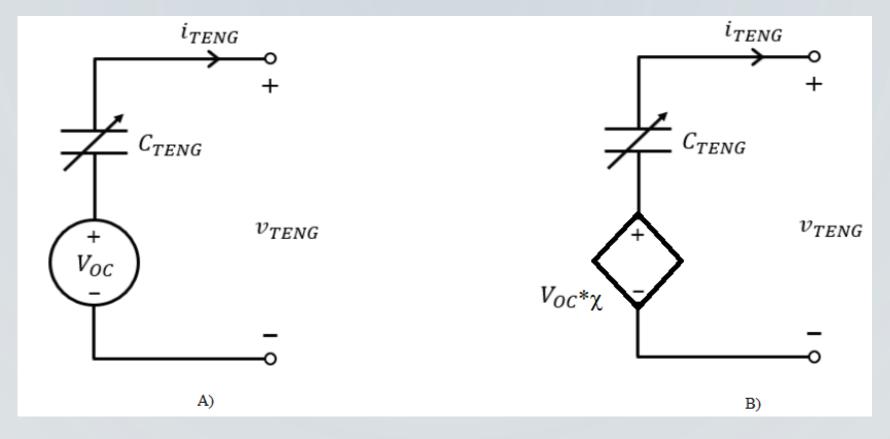
- Τριβοηλεκτρικό φαινόμενο :
 - 1. Κατά τη τριβή δύο υλικών πραγματοποιείται μετακίνηση ηλεκτρικού φορτίου.
 - 2. Δύο υλικά με φορτία διαφορετικής πολικότητας δημιουργούν διαφορά δυναμικού μεταξύ τους όταν πραγματοποιούν σχετική κίνηση στο χώρο.
- Με τι υλικά μπορεί να επιτευχθεί.
 - Kapton
- Aluminum
- PFA
- Cu

Ag

PET

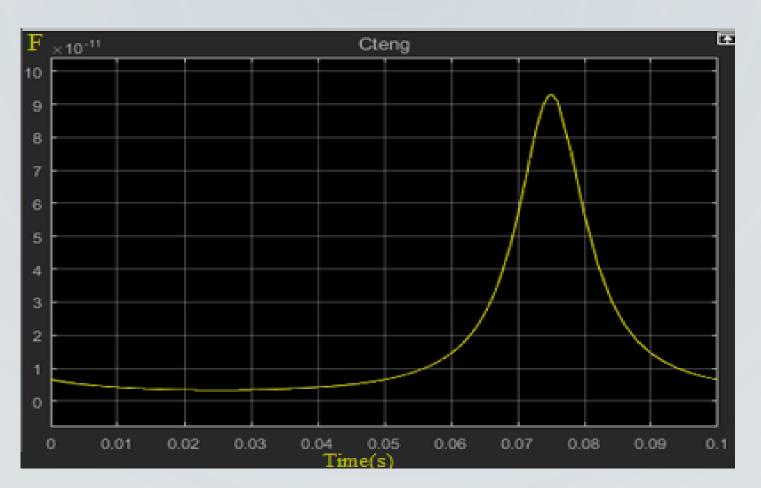
- PTFE
- Τρόποι κατασκευής και χρήση.
 - 1. Επαφή.
 - 2. Ολίσθηση.
 - 3. Αδράνεια.
 - 4. Περιστροφή.
- Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά
 - 1. Χωρητικό φορτίο.
 - 2. Υψηλά επίπεδα τάσης.
 - 3. Χαμηλά επίπεδα ρεύματος.
 - 4. Μεγάλη πυκνότητα ισχύος.

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ

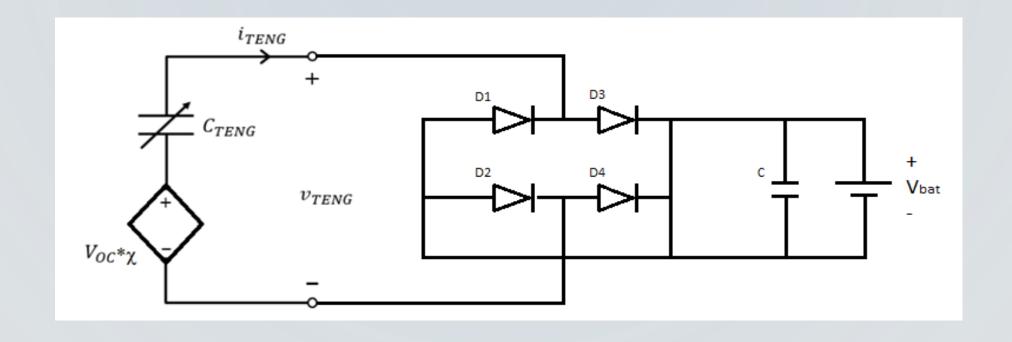


- Α) Υλοποίηση ημιτονοειδούς κυματομορφής τάσης
- B) Υλοποίηση ημιτονοειδούς κυματομορφής τάσης με την προσθήκη συνιστόσας DC

ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΑΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ



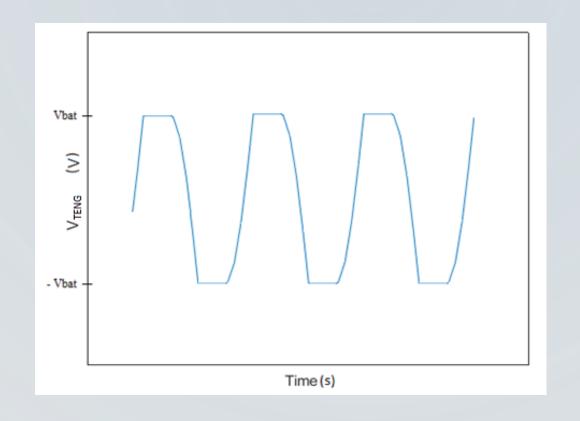
ο ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ



ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ SIMULINK current Power → volta ge Ibattery(t) voltage Power Calculator1 Rloss1 Vteng(t) Rloss2 a **-**///**+** a RECTIFIER **--**///**-**TENG+BATTERY+ TENG Series RLC Load -■ TENG- BATTERY-Battery · Iteng(t) Continuous Ideal Switch charge OUT currentIN Ma Snubber charge ▶ volta gelN powergui INTEGRATOR power voltage Power current pteng Power Calculator Power TENG

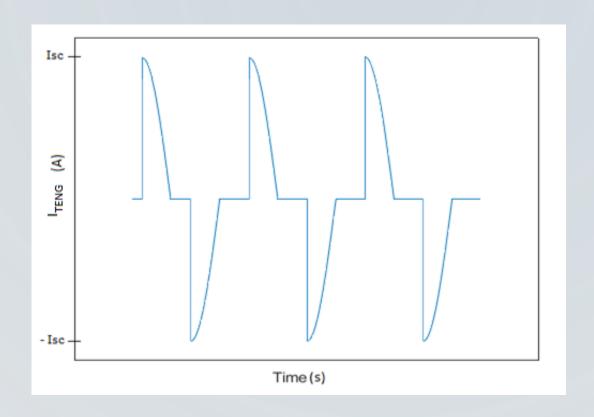
Power Battery

ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΑΣΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ



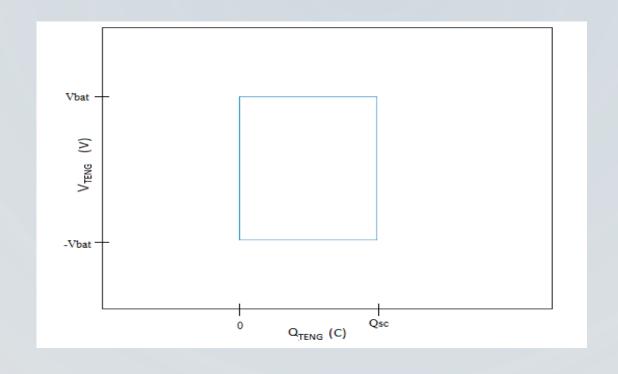
• Ψαλιδισμός τάσης

ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ



• Μικρή τιμή συντελεστή ισχύος

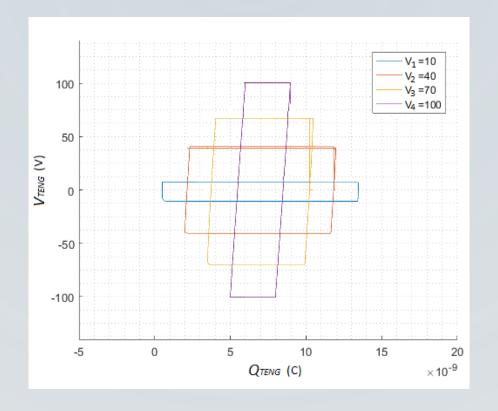
Ο ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗΣ – ΦΟΡΤΙΟΥ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ



• Εμβαδόν = Ισχύς



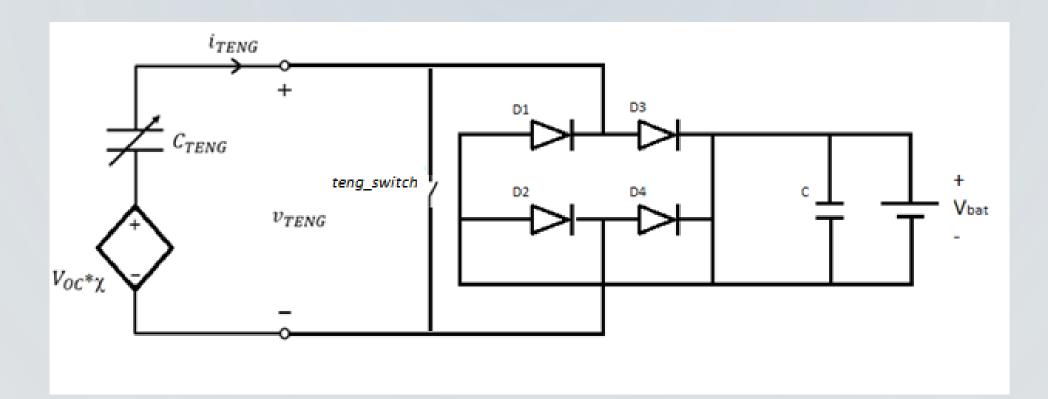
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗΣ – ΦΟΡΤΙΟΥ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ



ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΓΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

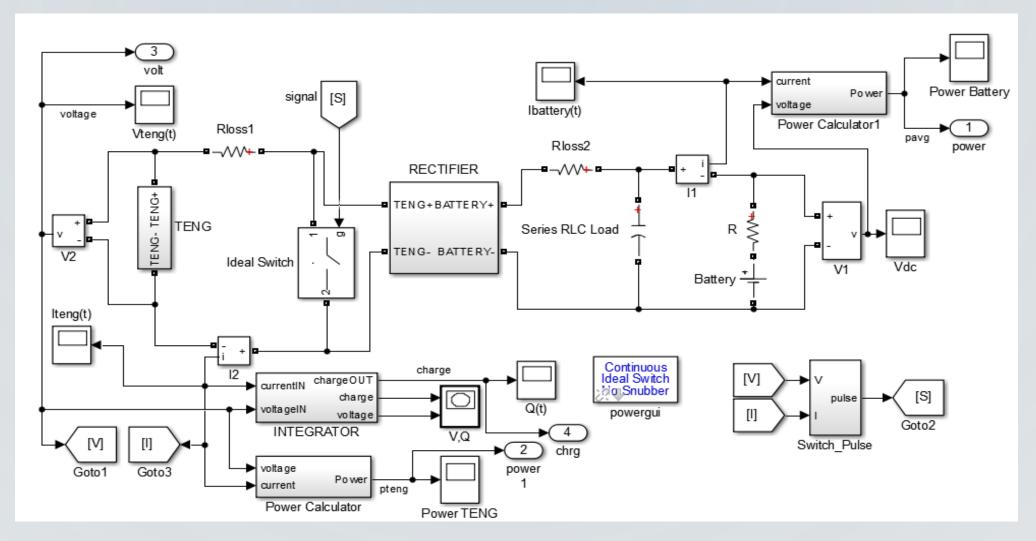
- Προσθήκη διακόπτη.
- Προσθήκη Buck Converter.
- Προσθήκη Bridgeless High-Power-Factor Buck Converter.
- Προσθήκη Flying-Capacitor Buck PFC Rectifier.

ΚΥΚΛΩΜΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΚΟΠΤΗ

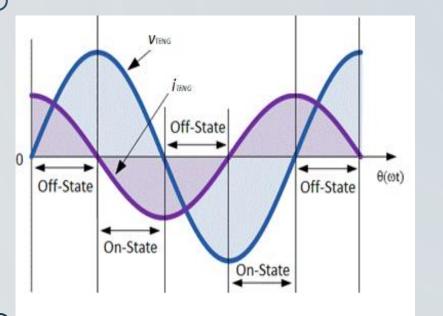


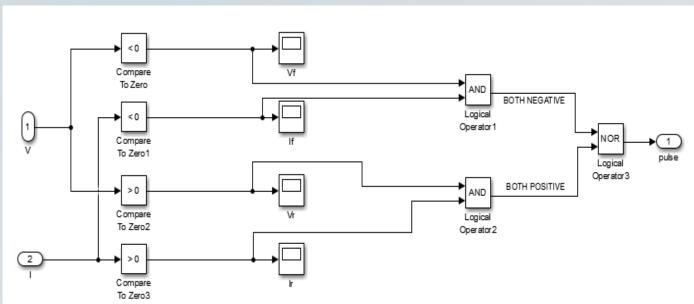
• Ο διακόπτης κλείνει όταν Ιτένς=0 και διατηρείται κλειστός μέχρι Vteng=0

ΚΥΚΛΩΜΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΚΟΠΤΗ SIMULINK



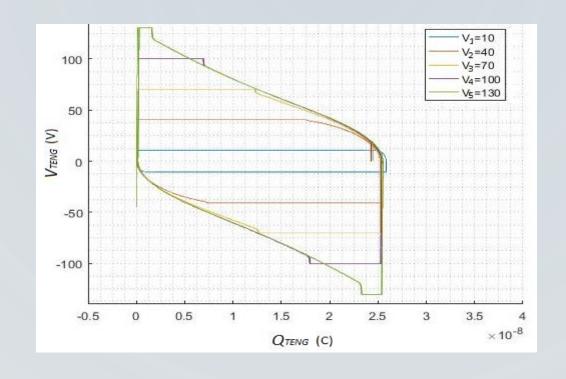
ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΚΟΠΤΗ





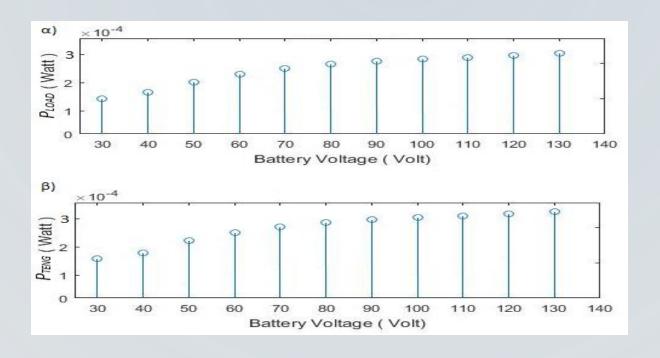
 Ενεργοποίηση σήματος όταν η τάση και το ρεύμα είναι ετερόσημα.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗΣ – ΦΟΡΤΙΟΥ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΚΟΠΤΗ



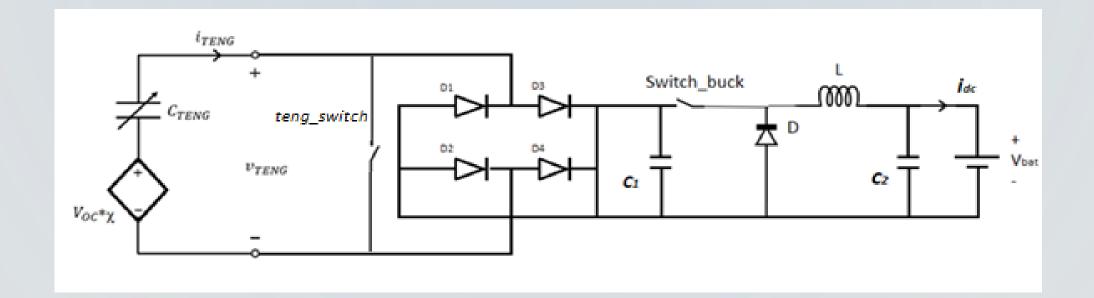
- Αναλογική αύξηση τιμής τάσης μπαταρίας ισχύος γεννήτριας
- Το φορτίο πλησιάζει μεγαλύτερες τιμές.
- Το εμβαδόν αυξάνεται

ΠΟΡΕΙΑ ΙΣΧΥΟΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΟΥ

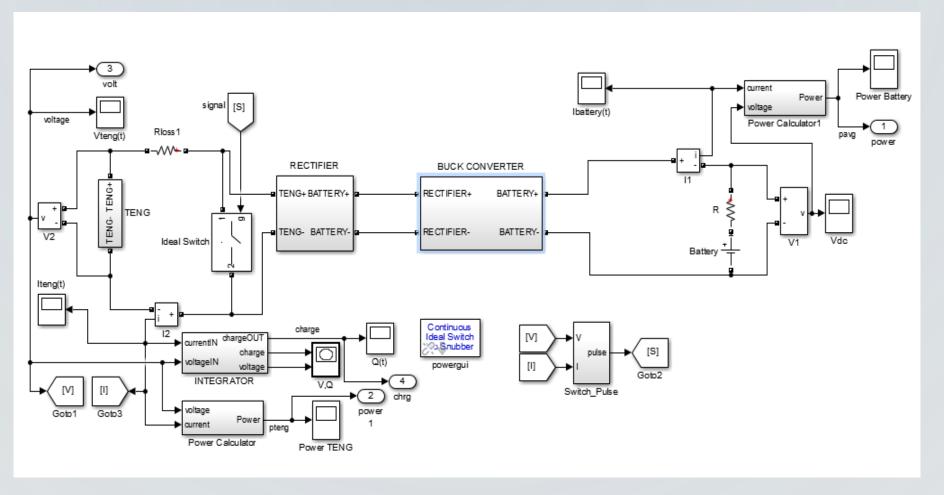


• Συνεχής αύξηση ισχύος μέχρι η τιμή τάσης μπαταρίας να είναι ίση με τη τάση ανοικτοκύκλωσης

ΚΥΚΛΩΜΑ ΜΕ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ ΒUCK ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΤΗ

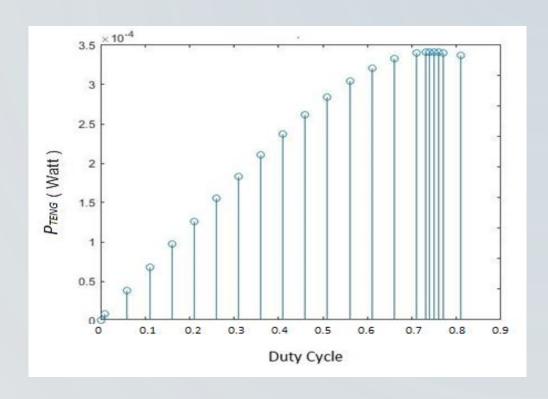


ΚΥΚΛΩΜΑ ΜΕ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ BUCK ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΤΗ SIMULINK



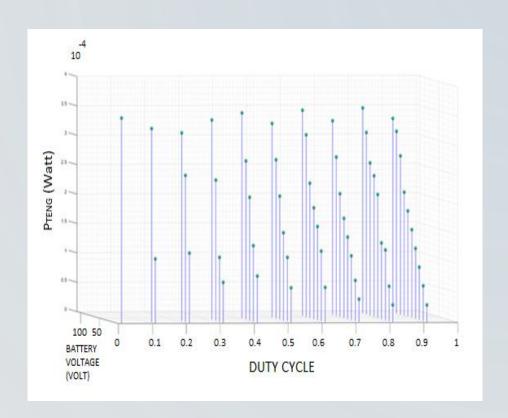
Ο ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ ΒUCK Voltage Measurement2 Series RLC Load1 BATTERY+ RECTIFIER+ Ideal Switch Series RLC Load3 Diode Series RLC Load2 BATTERY-RECTIFIER-

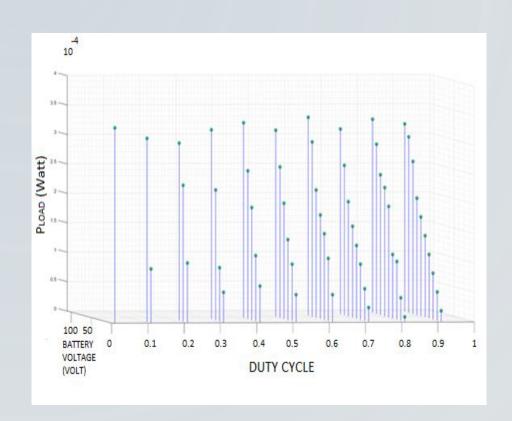
ΜΕΤΑΒΟΛΗ DUTY CYCLE ME ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ ΓΙΑ ΜΡΡΤ



- Μεταβολή duty cycle με σταθερό βήμα
- Εύρεση του ΜΡΡ
- Το διάγραμμα αφορά τη λειτουργεία υπό φορτίο μπαταρίας με τάση Vbat = 100 Volt
- Vin = Vout / D = 100 / 0.75 = 133.33 Volt

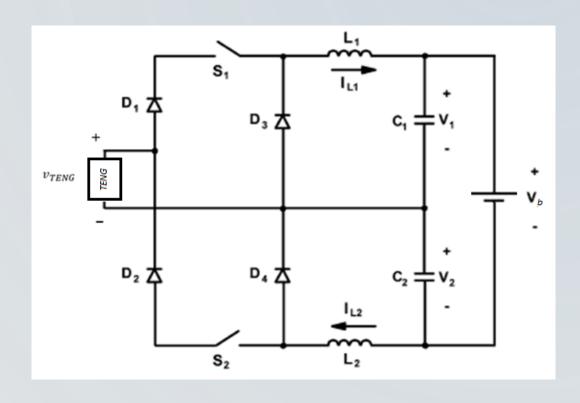
ΠΟΡΕΙΑ ΙΣΧΥΟΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΟΥ





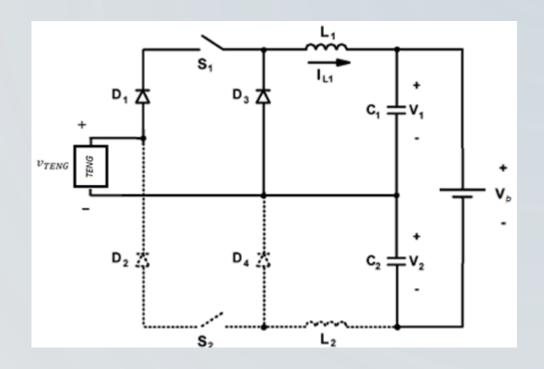
- Χωρίς τη χρήση αλγορίθμου
- Εφαρμογή κάθε δυνατής τιμής τάσης μπαταρίας και duty cycle

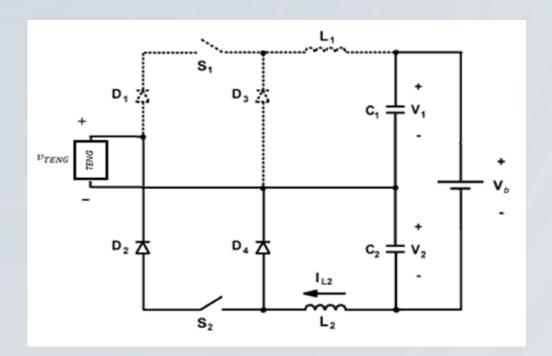
BRIDGELESS HIGH-POWER-FACTOR BUCK CONVERTER



- Λειτουργία όμοια με εκείνη του μετατροπέα buck
- Δύο μετατροπείς buck, ένα για τη θετική και ένα για την αρνητική ημιπερίοδο της πηγής
- Διπλασιασμός τάσης στο φορτίο

ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ BRIDGELESS HIGH-POWER-FACTOR BUCK CONVERTER



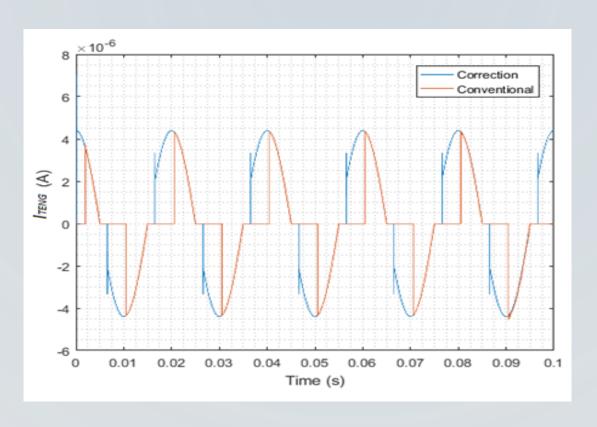


• Ισοδύναμο θετικής ημιπεριόδου

• Ισοδύναμο αρνητικής ημιπεριόδου

BRIDGELESS HIGH-POWER-FACTOR BUCK CONVERTER SIMULINK Generator Continuous Ideal Switch Current Measurement1 Series RLC Branch3 No Snubber powerqui Rlass1 Diode Diode1 Series RLC Branch1 Series RLC Branch5 Voltage Power Battery Voltage Measurement TENG DC Voltage Source Power Calculator1 power carrection Current Measurement Diode2 Diode3 Series RLC Branch2 Current Masfet1 Series RLC Branch4 Generator 1 Power TENG1

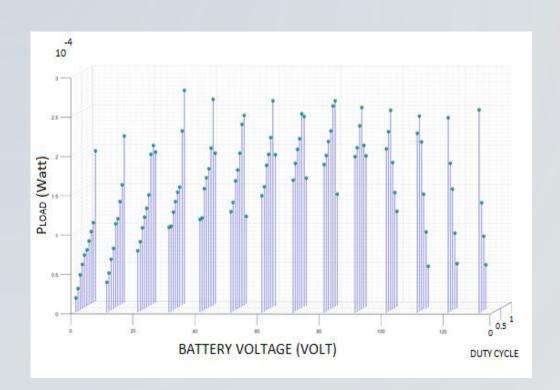
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ



- Μεγάλο ποσοστό βελτίωσης
- Δεν είναι βέλτιστο

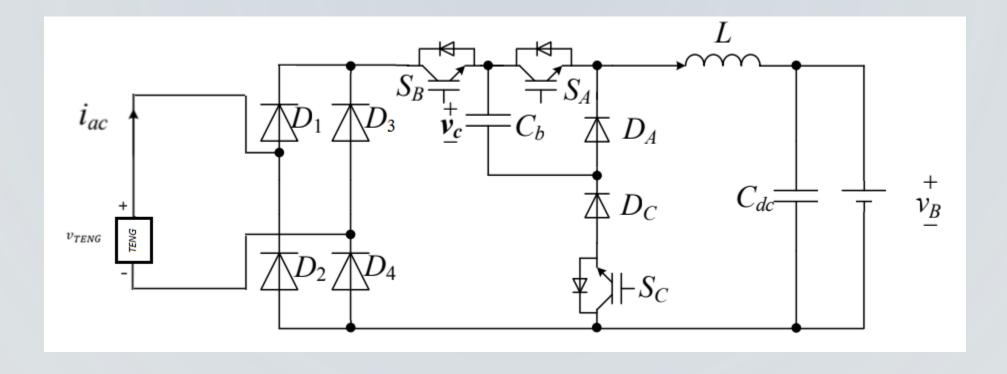
ο ΠΟΡΕΙΑ ΙΣΧΥΟΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΟΥ





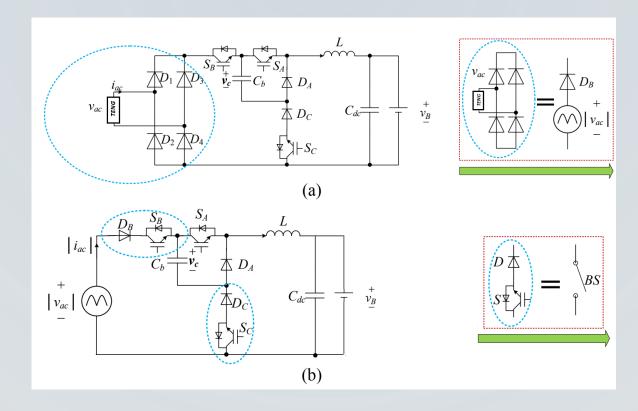
- Όμοια πορεία ισχύος με εκείνη του μετατροπέα Buck
- Περισσότερες διαθέσιμες τιμές ισχύος

FLYING-CAPACITOR BUCK PFC RECTIFIER



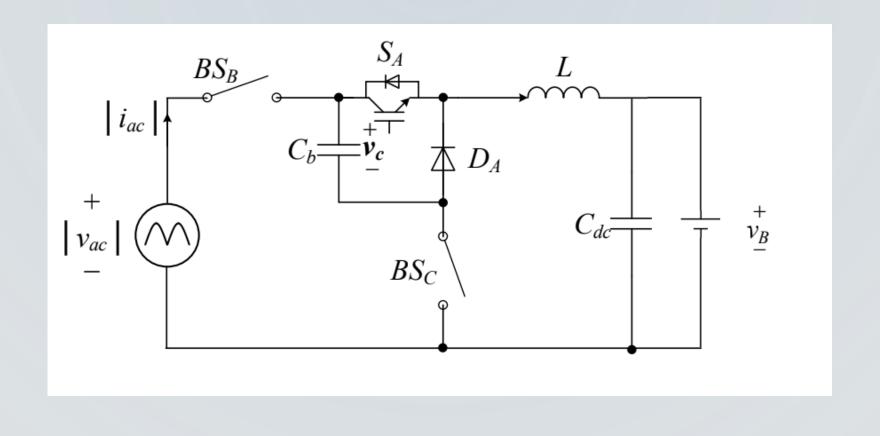
- Προσθήκη τριών (3) διακοπτικών στοιχείων
- Προσθήκη πυκνωτή *Cb* για καλύτερο έλεγχο

IΣΟΔΥΝΑΜΟ FLYING-CAPACITOR BUCK PFC RECTIFIER

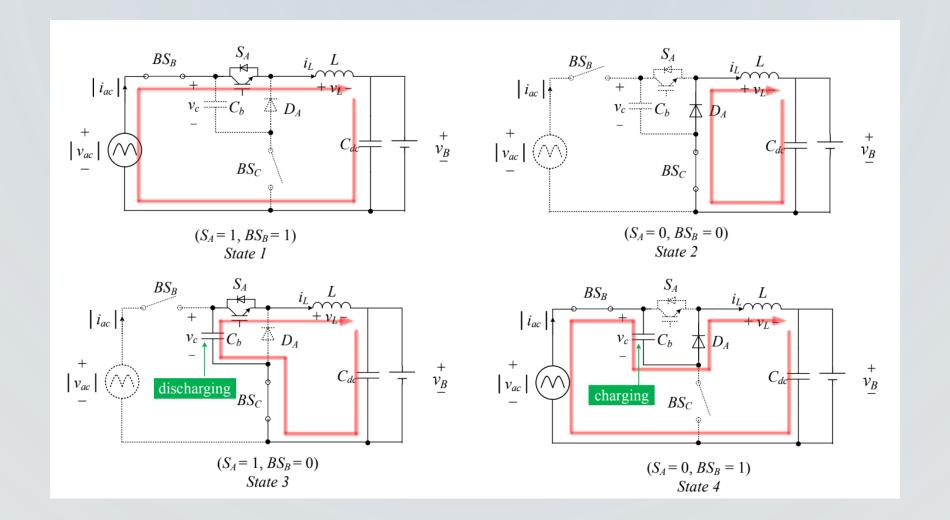


- Αντικατάσταση πηγής και ανορθωτή με μια πηγή παλμών σε σειρά με μια δίοδο
- Αντικατάσταση MOSFET και διόδου με ιδανικό διακόπτη

IΣΟΔΥΝΑΜΟ FLYING-CAPACITOR BUCK PFC RECTIFIER



KATAΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ FLYING-CAPACITOR BUCK PFC RECTIFIER

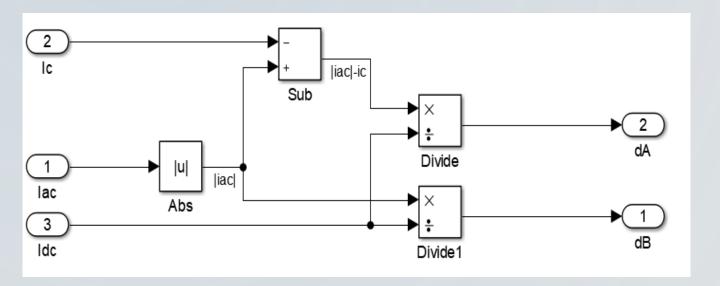


O FLYING-CAPACITOR BUCK PFC RECTIFIER SIMULINK

ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ DUTY CYCLE

•
$$d_A = \frac{|i_{ac}| - i_c}{i_L} = \frac{|i_{ac}| - i_c}{i_{dc}}$$

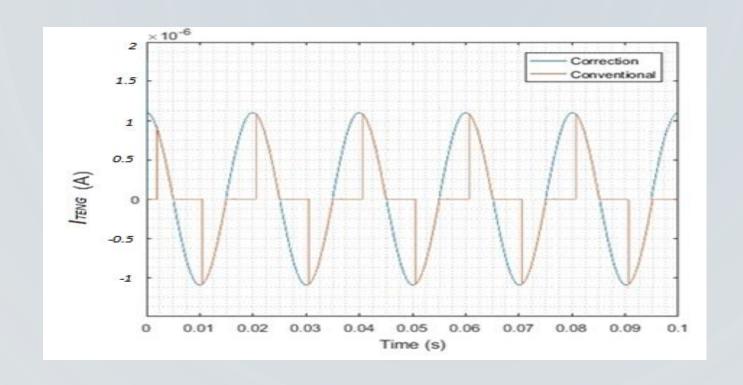
$$\bullet \ d_B = \frac{|i_{ac}|}{i_L} = \frac{|i_{ac}|}{i_{dc}}$$





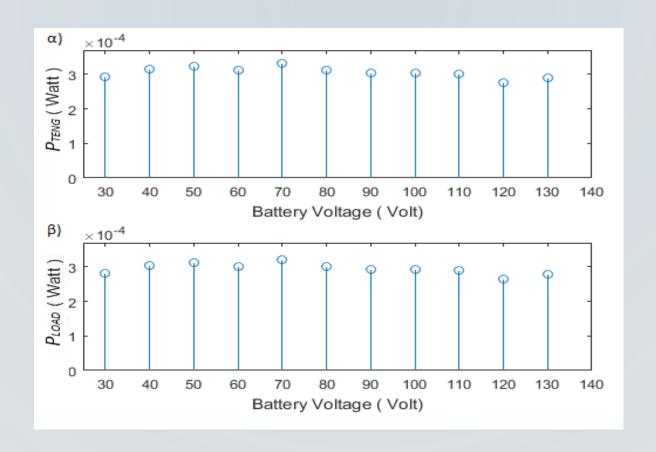


ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ



- Βέλτιστο αποτέλεσμα
- Υψηλή απόδοση

ΠΟΡΕΙΑ ΙΣΧΥΟΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΟΥ



• Σταθερή πορεία ισχύος για οποιαδήποτε τιμή τάσης μπαταρίας στο φορτίο

> ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

		Πρώτο Μοντέλο Τριβοηλεκτρικής			Δεύτερο Μοντέλο Τριβοηλεκτρικής		
	Γεννήτριας				Γεννήτριας		
		Βαθμός Απόδοσης	Ποσοστό Βελτίωσης στο TENG	Ποσοστό Βελτίωσης στο φορτίο	Βαθμός Απόδοσης	Ποσοστό Βελτίωσης στο TENG	Ποσοστό Βελτίωσης στο φορτίο
Δι	ακόπτης	86.4%	65.2%	60.1%	90.3%	63.7%	60.6%
Buck	Converter	88.5%	73.2%	69.8%	89.2%	59.6%	59.1%
	ακόπτης & Converter	80.3%	163.9%	150.4%	86.9%	135.2%	131.9%
Pov	eless High- ver-Factor Converter	91.9%	91.3%	85.0%	91.4%	96.2%	91.5%
	g-Capacitor PFC Rectifier	89.2%	98.3%	92.7%	90.4%	144.4%	146.1%



• ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ & ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΒUCK

- i. Βαθμός Απόδοσης : Χαμηλότερος από όλες τις υλοποιήσεις, ωστόσο παραμένουν θετικός.
- Βαθμός βελτίωσης: Υψηλότερος για την πρώτη υλοποίηση της γεννήτριας.

• ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ

- Βαθμός Απόδοσης : Υψηλότερος από κάθε υλοποίηση.
- ii. Βαθμός βελτίωσης : Υψηλότερος για την δεύτερη υλοποίηση της γεννήτριας.

