

Ανάλυση Εγκαταστάσεων και Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας

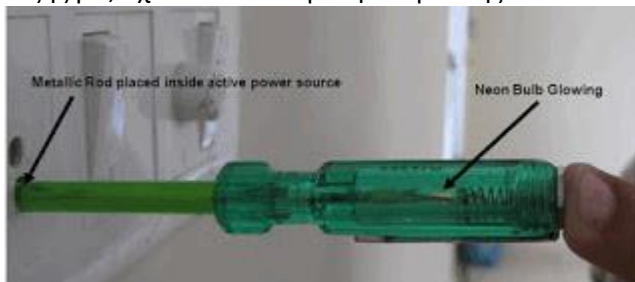
2^η έκδοχή

Εργαστήριο : Εναλλάκτες ενέργειας – Σύγχρονη γεννήτρια

Ημερομηνία:....., Ωρα:

Ονοματεπώνυμο:....., Αριθμός Μητρώου:.....

Βήμα 1: Δοκιμή με δοκιμαστικό ηλεκτρολογικό κατσαβίδι. Ελέγξτε ποια γραμμή του μονοφασικού ρευματοδότη είναι ο ουδέτερος και ποιος είναι η φάση. Όταν το κατσαβίδι κάνει επαφή με την φάση (230V ενεργή τιμή), ανάβει το λαμπάκι τύπου led του κατσαβιδιού. Το σώμα σας κλείνει κύκλωμα με το έδαφος. Το led στο κατσαβίδι είναι σε σειρά με μια αντίσταση του 1MΩ, με την αντίσταση του σώματός σας και τη γη. Το ρεύμα που σας διαρρέει είναι της τάξης μΑ, όχι επικίνδυνο για ηλεκτροπληξία.



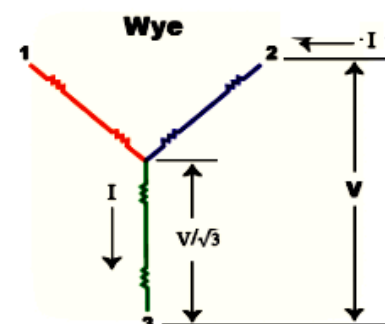
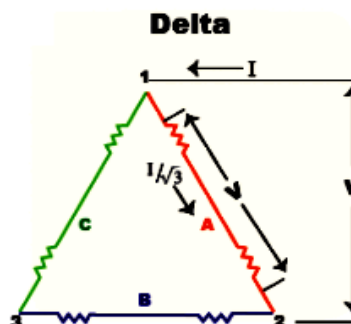
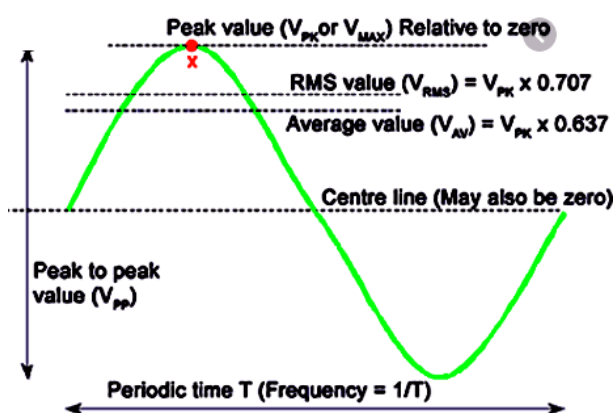
Βήμα 2: Μέτρηση με πολύμετρο της μονοφασικής ενεργής τιμής τάση μονοφασικού ρευματοδότη (πρίζα) του εργαστηρίου. Προσοχή: οι μετρήσεις με πολύμετρο αφορούν πάντα ενεργή τιμή ("rms", root mean square, μέση τιμή σήματος σε μια περίοδο, στα ημιτονοειδή σήματα ισχύει

$$V_{rms} = V_{max} / \sqrt{2}):$$

2.α) Μετρείστε την τάση μεταξύ γείωσης και ουδέτερου: $V_{Ground\ Neutral} = \dots\dots\dots$

2.β) Μετρείστε την τάση μεταξύ φάσης και ουδέτερου: $V_{Line- Neutral} = \dots\dots\dots$

2.γ) Από την μέτρηση του V_{rms} , υπολογίστε το V_{max} , όπου $v(t) = V_{max} \cos(2\pi ft)$:.....



Βήμα 3: Μέτρηση της ενεργής τιμής τάσης μεταξύ των ακροδεκτών της τριφασικού ρευματοδότη του εργαστηρίου με πολύμετρο.

Η παροχή είναι σε συνδεσμολογία Υ. Προσοχή: Οι φασικές τιμές μετρούνται μεταξύ ουδέτερου και φάσης και πολικές τιμές μεταξύ δύο φάσεων.

Η σχέση μεταξύ μονοφασικής τάσης (φασική τιμή) και πολικής τιμής, είναι $U_{3-\Phi} = \sqrt{3}V_{1-\Phi}$

Μετρήστε τις τάσεις στον τριφασικό ρευματοδότη οικιακής χρήσης του εργαστηρίου (είναι χαμηλής τάσης – δηλ. βάσει κανονισμών πρέπει να μετρήσετε φασική τάση 230V)

$V_{L2-γείωση} =$	$V_{L3-γείωση} =$	$V_{Ground\ Neutral} =$
$V_{L1-γείωση} =$		
$U_{L3-L2} =$	$U_{L1-L2} =$	

Αν το 3-Φ ΣΗΕ είναι συμμετρικό και ζυγισμένο, τότε οι μονοφασικές τάσεις μεταξύ των γραμμών είναι ίσες σε μέτρο, διαφέρουν ως προς τη φάση κατά 120° , η τάση στον ουδέτερο είναι μηδέν.

$$\hat{V}_{L1-N} = |V_{L1-N\ rms}| \angle 0^\circ, \hat{V}_{L2-N} = |V_{L2-N\ rms}| \angle -120^\circ, \hat{V}_{L3-N} = |V_{L3-N\ rms}| \angle +120^\circ$$

Βήμα 4: Διαβάστε στην πινακίδα κατασκευαστή τα ονομαστικά χαρακτηριστικά της 3-Φ σύγχρονης ηλεκτρικής γεννήτριας του εργαστηρίου και επιβεβαιώστε ότι είναι τα παρακάτω (οι τιμές τάσεων που αναγράφονται αφορούν πάντα σε πολικές τιμές)

Τιμή τάσης εξόδου γεννήτριας (πολική τιμή) = 400V, Για την παραγωγή τάσης στην συχνότητα 50 Hz, η ονομαστική ταχύτητα δρομέα είναι 1500 RPM,

4.α) Επιβεβαιώστε ότι η γεννήτρια είναι 4πολική, δηλ. διαθέτει **2 ζεύγη μαγνητικών πόλων** από την παρακάτω σχέση:

$$n(\text{rpm}) = \frac{120 \cdot f}{\text{πλήθος μαγνητικών πόλων}} = \frac{60 \cdot f}{\text{ζεύγη μαγνητικών πόλων}} = \dots\dots\dots$$

4.β) **Διαβάστε** ποιο είναι το ονομ. ρεύμα γραμμής μιας φάσης στον στάτη : $|I_{\text{Line}}| = \dots\dots\dots \text{A}$

4.γ) Υπολογίστε την ονομαστική ισχύ εξόδου της παραπάνω γεννήτριας: $|\hat{S}_{3-\Phi}| = 3V_{1\Phi} I_{\text{Line}} = \sqrt{3}U_{\text{πολική}} I_{\text{Line}} = \dots\dots\dots$

Σημείωση: Η ισχύς εξόδου μιας γεννήτριας εξαρτάται από το φορτίο που τροφοδοτεί η γεννήτρια. Μπορεί να παράγει α) μόνο πραγματική (ενεργή) P , β) μόνο άεργη Q ή γ) και τις δύο συνιστώσες P , Q .

$\hat{S} = P + 0j$, $\hat{S} = 0 + Qj$, $\hat{S} = P + Qj$ όταν εγχέει άεργη ισχύ στο δίκτυο $Q > 0$, όταν απορροφά άεργη ισχύ από το δίκτυο $Q < 0$

Ερωτήσεις:

α) Τι μορφές ενέργειας τροφοδοτήσατε την σύγχρονη ηλεκτρική γεννήτρια για να παράγει ηλεκτρική τάση;

β) Σε ποια μέρη της μηχανής προσφέρατε ενέργεια;

γ) Τι πετυχαίνει η κάθε μια ενέργεια που προσφέρατε;

α)....., β)
γ)

Βήμα 5: Όταν δεν λειτουργεί η γεννήτρια, μετρείστε με πολύμετρο την ωμική αντίσταση μεταξύ των ακροδεκτών του πηνίου της κάθε φάσης του στάτη της 3-Φ γεννήτριας. Η μέτρηση να γίνει όταν οι τρεις ομάδες τυλιγμάτων του στάτη δεν βρίσκονται σε συνδεσμολογία.

$R_{\text{στάτη}}, W = \dots\dots\dots$, $R_{\text{στάτη}}, V = \dots\dots\dots$, $R_{\text{στάτη}}, U = \dots\dots\dots$

Βήμα 6: Στην πινακίδα της γεννήτριας διαβάστε τα ονομαστικά Volt συνεχούς τάσης (DC) που ηλεκτροδοτούν το κύκλωμα του δρομέα της σύγχρονης ηλεκτρικής γεννήτριας του εργαστηρίου; $V_{DC \text{max}, \text{δρομέα}} = \dots\dots\dots \text{V}$

Και πόσο είναι το ονομαστικό DC ρεύμα στο δρομέα;

Βήμα 7: Όταν δεν λειτουργεί η γεννήτρια, μετρήστε με πολύμετρο την ωμική αντίσταση του πηνίου του δρομέα της ηλ. γεννήτριας του εργαστηρίου. $R_{\text{δρομέα}} = \dots\dots\dots \Omega$.

Επαληθεύσετε την τιμή ονομαστικού ρεύματος στο δρομέα; $I_{\text{max}, \text{δρομέα}} = \frac{V_{\text{max}, \text{δρομέα}}}{R_{\text{δρομέα}}} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{A}$

Βήμα 8: Δοκιμή γεννήτριας «ανοικτού κυκλώματος» («σε κενό» ή αλλιώς «χωρίς φορτίο») σε συνδεσμολογία Υ.

Δεν υπάρχει φορτίο. Το κύκλωμα στάτη είναι ανοικτό. Η απόδοση της μηχανής είμαι μηδέν. Το ρεύμα στάτη $I_A = 0$, άρα δεν υπάρχει πτώση τάσης στα άκρα της αντίδρασης των πηνίων του στάτη σε κάθε φάση (δηλαδή η τερματική τάση είναι ίση με την τάση εξ' επαγωγής $V_T = E_f$, όπου V_T : η φασική τάση στον κάθε τερματικό ακροδέκτη της γεννήτριας, E_f : η επαγόμενη ανά φάση τάση στο εσωτερικό της γεννήτριας.

Προσοχή: Στο πείραμα, το ρεύμα δρομέα είναι αυτό που δημιουργεί το μαγνητικό πεδίο, I_f , να μην ξεπεράσει τα **1,5 A**.

Σκοπός των παρακάτω μετρήσεων είναι να παραχθεί η χαρακτηριστική καμπύλη της γεννήτριας $E_f = f(I_f)$. Η περιοχή τιμών των μετρήσεων περιγράφεται παρακάτω:

1. Τουλάχιστον έξι (6) μετρήσεις για τάση εξόδου γεννήτριας μέχρι του 60% της ονομαστικής τάσης των 400V (230V φασική), η πρώτη μέτρηση να είναι για μηδενική τάση δρομέα.
2. Το ελάχιστο δέκα (10) μετρήσεις για τάση μεταξύ 10% και 60% της ονομαστικής, με εύρος τουλάχιστον 5%.
3. Τουλάχιστον δύο (2) μετρήσεις για τιμή τάσης άνω των 110% και μια από αυτές να είναι στο 120% της ονομαστικής τάσης διέγερσης.

Για την ορθότητα λήψης των μετρήσεων πρέπει η γεννήτρια να λειτουργεί για λίγα λεπτά σε κάθε τιμή τάσης έτσι ώστε η ταχύτητά της να σταθεροποιείται κάθε φορά στο σύγχρονο αριθμό στροφών.

Συνδέστε τα τρία πηνία (φάσεις) του στάτη σε αστέρα, Υ, (η ισχύς εξόδου είναι ίδια είτε αφορά συνδεσμολογία Υ είτε Δ, αυτά που αλλάζουν είναι οι τιμές τάσης και ρεύματος, το γινόμενο τους μένει σταθερό).

Η μέγιστη τιμή ρεύματος στον ρεύμα δρομέα που δεν τον καταστρέφει είναι $I_{Fmax} = \dots\dots\dots A$

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	V_{DC} (V) (DC τάση διέγερσης δρομέα)	I_F (A, ή mA) (ρεύμα διέγερσης δρομέα)	ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ Υ $E_{1-\phi} = V_{T1-\phi}$ (V) «φασική» τάση. Η τάση μεταξύ μιας από τις τρεις γραμμές του στάτη και του ουδέτερου αγωγού	ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ Υ $E_{3-\phi} = U_{3-\phi}$ (V) «πολική» τάση. Η τάση μεταξύ δύο γραμμών του στάτη	n_m (RPM) Ταχύτητα άξονα γεννήτριας Μετρείται μέσω της τάσης εξόδου ταχογεννήτριας συνδεδεμένης στον άξονα της γεννήτριας. Η τιμή τάσης ανάγεται σε στροφές rpm.	f (Hz) Συχνότητα επαγόμενης τάσης γεννήτριας $f = n_m P / 60$ P: ζεύγη μαγν. πόλων στάτη γεννήτριας
1	0,0 V		Υ π ο δ ι έ γ ε ρ σ η	0%		
2						
3	3,8			10%		40
4	9,3 V					
5	17,4					
6	19,5					
7	27,0					
8	31,7					
9	37,6			60%		240V
10	42,8					
11	51,4					
12	53,9					
13	60,1					
14	66,3			100%	230 V	400 V
15	68,7		Υ π ε ρ δ ι έ γ ε ρ δ η			
16	76,3			110%		
17	86,5			120%		480

Βήμα 9: Κατά το πείραμα δοκιμής «βραχυκύκλωσης», οι τρεις ομάδες πηνίων του στάτη, ή αλλιώς φάσεις του στάτη, να είναι σε συνδεσμολογία Υ και βραχυκυκλώνονται μεταξύ τους. Τότε μηδενίζεται η τάση εξόδου της γεννήτριας και το ρεύμα απειρίζεται.

Για την μέτρηση του ρεύματος βραχυκύκλωσης μιας φάσης του στάτη, $I_{Line \text{ βραχυκ.}}$, να παρεμβάλλετε ένα αμπερόμετρο μεταξύ των δύο βραχυκυκλωμένων φάσεων της γεννήτριας. Μεταβάλλοντας το ρεύμα του δρομέα καταγράφετε την τιμές ρεύματος βραχυκύκλωσης για τον σχεδιασμό της χαρακτηριστικής καμπύλη κορεσμού βραχυκύκλωσης (είναι μια ευθεία γιατί το μαγνητικό πεδίο του δρομέα εξουδετερώνεται από αυτό του στάτη και το συνολικό πεδίο είναι αρκετά μικρό για να δημιουργηθεί φαινόμενο κορεσμού).

Η max τιμή του ρεύματος βραχυκύκλωσης στον στάτη μπορεί να είναι όσο η ονομαστική τιμή του ρεύματος του στάτη σε ονομαστική λειτουργία $I_{Line} = 0,5 \text{ A}$

Προσοχή: Οι μετρήσεις δοκιμής βραχυκύκλωσης θα πρέπει να είναι από 125% έως και 25% του ονομαστικού ρεύματος τυλίγματος στάτη. **Το ρεύμα $I_{Line \text{ βραχυκ.}}$ να μην ξεπεράσει τα 0,7 A**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	$V_{DC} \text{ (V)}$ (DC τάση διέγερσης δρομέα)	$I_F \text{ (A)}$ (ρεύμα διέγερσης δρομέα)	$I_{Line \text{ βραχυκ.}} \text{ (A)}$ (σε μια γραμμή του στάτη γεννήτριας)	$n_m \text{ (RPM)}$ Ταχύτητα άξονα γεννήτριας	$f \text{ (Hz)}$ Συχνότητα ρεύματος στάτη (υπολογισμός από το n_s)
1			0,12 A		
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8			0,7 A		

Εργαστηριακή αναφορά, επεξεργασία μετρήσεων: την παραδίνετε ατομικά, πριν παρακολουθήσετε το επόμενο LAB, σύμφωνα με οδηγίες ανακοίνωσης. Αφορά στα παρακάτω:

1. Σχεδιάστε τις χαρακτηριστικές καμπύλες της γεννήτριας
(α) τάση εξόδου γεννήτριας σε συνάρτηση με το ρεύμα διέγερσης δρομέα,
β) ρεύμα βραχυκύκλωσης στάτη σε συνάρτηση με το ρεύμα διέγερσης δρομέα.
2. Σχεδιάστε το ισοδύναμο κύκλωμα της γεννήτριας του πειράματος χωρίς φορτίο (είναι ίδιο με του Μ/Σ, παραλείποντας τον ενδιάμεσο κλάδο) και σημειώστε πάνω σε αυτό τις τιμές των παραμέτρων του. Οι τιμές των παραμέτρων να υπολογιστούν από τις μετρήσεις σας .

$$(Z_s = \sqrt{R_s^2 + X_s^2} = E_{A \text{ ανοικτού κυκλ.}} / I_{Line \text{ κορεσμού}} \text{ για το ίδιο ρεύμα διέγερσης, όπου } X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2 \text{ στατη}}).$$

3. Να απαντήσετε στις ερωτήσεις του βήματος 4.