

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Αριθμός 1291**

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΗΝ ΑΧΑΙΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΡΟΥΓΚΑΛΑΣ



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΣΧΟΙΝΑΣ

ΠΑΤΡΑ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια ανανεώσιμη και ήπια προς το περιβάλλον μορφή ενέργειας, η οποία μετατρέπει την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Η εφαρμογή της τα τελευταία χρόνια , έχει αναπτυχθεί αρκετά ,με εμφανή τα αποτελέσματα αυτής της ανάπτυξης και στην Ελλάδα πια.

Σε αυτή τη πτυχιακή εργασία θα δούμε τα αποτελέσματα αυτής της ανάπτυξης στον νομό Αχαΐας, το αιολικό δυναμικό που βρίσκεται στον νομό και μια εκτενέστερη αναφορά στην λειτουργία και συντήρηση των ανεμογεννητριών Α/Γ σε ένα από αυτά.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη εργασία αυτή θα αναφερθούμε στα αιολικά πάρκα που υπάρχουν στο Νομό Αχαΐας, στην τοποθεσία τους, με ποιο είδος ανεμογεννητριών λειτουργεί το καθένα.

Ποιο συγκεκριμένα στο ακόλουθα αιολικά πάρκα: Παναχαϊκό I (ΤΡΑΝΗ ΡΙΖΑ-ΒΡΩΜΟΝΕΡΙ-ΣΚΑΤΖΟΧΕΡΙ) με Α/Γ VESTAS V52, Παναχαϊκό II (ΒΟΥΝΟΓΙΩΡΓΗΣ) με Α/Γ GAMESA G52 και Λίθος με Α/Γ ENERCON E44 .

Θα αναπτύξουμε την λειτουργία και την συντήρηση των ανεμογεννητριών. Εκτενέστερη αναφορά θα γίνει στην Α/Γ της εταιρίας GAMESA και ιδιαίτερα στο μοντέλο G52 DAC , οι οποίες είναι στο αιολικό πάρκο ΠΑΝΑΧΑΪΚΟ II . Θα αναλύσουμε τα γενικά χαρακτηριστικά της Α/Γ. Κατόπιν θα δούμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά της , στα οποία περιέχονται όλα τα μηχανολογικά μέρη , τα ηλεκτρονικά , τα ηλεκτρολογικά και τέλος στα υδραυλικά μέρη. Επίσης θα γίνει αν αναφορά στα συστήματα ελέγχου , όπως ο κύριος ελεγκτής , το σύστημα προληπτικής συντήρησης κ.α.

Θα παραθέσουμε και της επιδιορθώσεις μεγάλων τμημάτων της Α/Γ, όπως την αλλαγή κατεστραμμένων πτερυγίων.

θα αναφερθούμε στα σφάλματα που μπορούν να προκληθούν στην Α/Γ , κάτω από ποιες συνθήκες και τι μπορούν να προκαλέσουν αυτά.

Τέλος θα δούμε τα στάδια της προληπτικής/τακτική συντήρησης . Τι εργασίες εκτελούνται κατά την διάρκεια αυτής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	2
Περίληψη	3
Εισαγωγή	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ I Αιολική ενέργεια στον Νομό Αχαΐας.....	7
1.1 Αιολικά Πάρκα στην Αχαΐα	7
1.2 Τύποι ανεμογεννητριών στην Αχαΐα	10
1.3 Υπάρχουσες άδειες για αιολικά πάρκα στην Αχαΐα	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ II Α/Γ G52 Αιολικού Πάρκου Παναχαϊκό Π.....	16
2.1 Γενικά χαρακτηριστικά.....	16
2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά	18
2.2.1 Πυλώνας.....	18
2.2.2 Γεννητρια	19
2.2.3 Σύστημα προσανατολισμού.....	20
2.2.4 Ρότορας –φτερά- σημείο διασύνδεσης(Hub).....	22
2.2.5 Σασμάν (Gearbox)	23
2.2.6 Μηχανικό φρένο	24
2.2.7 Κύριος άξονας (main shaft)	25
2.2.8 Υδραυλικό σύστημα	27
2.2.9 Αισθητήρες μέτρησης διεύθυνσης και ταχύτητας του ανέμου	29
2.2.10 Καμπύλη ισχύος.....	31
2.3 Σύστημα ελέγχου	32
2.3.1 Έλεγχος της Ανεμογεννήτριας.....	32
2.3.2 Συλλογή δεδομένων	32
2.3.3 Σύστημα παραμέτρων	32
2.3.4 Γενική διαμόρφωση ελέγχου	33
2.3.5 Πίνακες ελέγχου.....	34
2.4 Converter.....	35
2.5 Αισθητήρες Α/Γ	36
2.5.1 Έλεγχος θερμοκρασίας λαδιού σασμάν	36
2.5.2 Αισθητήρας θερμοκρασίας PT100.....	37
2.5.3 Αισθητήρες μέτρησης στροφών της Α/Γ	39
2.5.4 Αισθητήρας δόνησης	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ III Τακτική συντήρηση Α/Γ G52.....	43
3.1 3μηνη-6μηνη-ετήσια συντήρηση	43
3.2 Αλλαγή λαδιών	46
3.3 Προληπτικό σύστημα συντήρησης (PMS)	47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV Λειτουργία και σφάλματα	49
4.1 Λειτουργία	49
4.2 Σφάλματα	51
4.3 Απομακρυσμένος έλεγχος.....	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ V Αλλαγή μεγάλων τμημάτων της Α/Γ	53
5.1 Ζημιές και αλλαγή πτερυγίων.....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI Μέτρα ασφαλείας στην εργασία στις Α/Γ	59
6.1 Γενικά μέτρα ασφαλείας.....	59
6.2 ΜΑΠ(μέσα ατομικής προστασίας)	62
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	65

Εισαγωγή

Η πτυχιακή εργασία αυτή μελετά την λειτουργία των αιολικών πάρκων στην Αχαΐα βασισμένη σε πραγματική εμπειρία από ήδη λειτουργούντα αιολικά πάρκα.

Περιγράφεται η ηλεκτρομηχανολογική λειτουργία των αιολικών μηχανών.

Καταγράφονται και αξιολογούνται οι μηχανικές και ηλεκτρικές βλάβες που έχουν παρουσιαστεί σε διάρκεια τριών χρόνων, και η συντήρηση των αιολικών μηχανών.

Στο 1^ο κεφάλαιο αναφέρεται στις αιολικά πάρκα που είναι εγκατεστημένα στην Αχαΐα, τους τύπους των αιολικών μηχανών που είναι εγκατεστημένες και γίνεται μια γενική αναφορά στον τρόπο λειτουργίας τους.

Στο 2ο κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά και ο τρόπος λειτουργίας ενός συγκεκριμένου τύπου ανεμογεννήτριας της GAMESA G52.

Το 3ο κεφάλαιο αναφέρεται στην τακτική συντήρηση της αιολικής μηχανής GAMESA G52.

Στο 4ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα διάφορα στάδια της λειτουργίας των Α/Γ, τα σφάλματα και οι λόγοι που δημιουργούνται.

Στο 5ο κεφάλαιο περιγράφεται μια ειδικά εργασία στις Α/Γ , οι αλλαγή κατεστραμμένων πτερυγίων μιας Α/Γ.

Τέλος στο 6ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα μέτρα ασφαλείας και στα ατομικά μέσα προστασίας ,που πρέπει ο κάθε εργαζόμενος να τηρεί κατά την εργασία του στον χώρο των ανεμογεννητριών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι Αιολική ενέργεια στον Νομό Αχαΐας

1.1 Αιολικά Πάρκα στην Αχαΐα

Οι αιολικές μηχανές αποτελούν ανθρώπινες επινοήσεις, που έχουν σκοπό την αξιοποίηση του μεγαλύτερου δυνατού ποσοστού της κινητικής ενέργειας του ανέμου. Τελικός στόχος είναι η μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ωφέλιμη ενέργεια.

Ο τύπος ανεμογεννήτριας που έχει επικρατήσει σήμερα και είναι εγκατεστημένες στην Αχαΐα, είναι οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα, οι οποίες έχουν τον άξονα τους παράλληλο προς την επιφάνεια της γης και παράλληλο με την διεύθυνση του ανέμου. Αποτελούνται από τρία αεροδυναμικά φτερά τα οποία ρυθμίζουν και την ταχύτητα περιστροφής της πτερωτής με τη στροφή των φτερών υπό γωνία σε σχέση με τη διεύθυνση του ανέμου.

Οι τεχνολογίες στις αιολικές μηχανές που είναι εγκατεστημένες στην Αχαΐα ουσιαστικά είναι δύο. Όλες είναι οριζόντιου άξονα με μεταβλητές στροφές και ρυθμιζόμενο βήμα.

Ουσιαστική διαφορά στην τεχνολογία έχει η Enercon η οποία δεν έχει πολλαπλασιαστική στροφών.

Σήμερα όλες οι εταιρείες στρέφονται στην κατασκευή μεγαλύτερων αιολικών μηχανών οι οποίες απαιτούν λιγότερο χώρο εγκατάστασης και έχουν καλύτερες παραγωγές.

Η φιλοσοφία η λειτουργία και ο έλεγχος των αιολικών μηχανών αυτών είναι ο ίδιος για όλες τις ανεμογεννήτριες στην Αχαΐα. Διαφέρουν στα υλικά και στον τρόπο κατασκευής της ανεμογεννήτριας. Εμείς σ' αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε γενικά για όλες τις αιολικές μηχανές, στην γεννήτρια της Enercon η οποία δεν έχει σασμάν και στα προβλήματα ισχύος που προκαλούνται από τις ανεμογεννήτριες.

Αυτή την περίοδο υπάρχουν 3 εγκατεστημένα αιολικά πάρκα στον νομό Αχαΐας. Μπορεί το αιολικό δυναμικό και οι υπάρχουσες χορηγημένες άδειες να επιτρέπουν την ανάπτυξη περαιτέρω των αιολικών πάρκων, αλλά δυστυχώς οι οικονομικές συγκυρίες των τελευταίων ετών, αναστέλλουν αυτήν την ανάπτυξη. Τα 3 αυτά αιολικά πάρκα αναφέρονται στον πίν.1 ακολούθως:

ΟΝΟΜΑ	ΔΗΜΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ	ΕΤΑΙΡΙΑ Α/Γ	ΙΣΧΥΣ
ΠΑΝΑΧΑΪΚΟ Ι	ΠΑΤΡΕΩΝ	41	VESTAS	34.85 Mw
ΠΑΝΑΧΑΪΚΟ ΙΙ	ΠΑΤΡΕΩΝ	16	GAMESA	13.6 Mw
ΛΙΘΟΣ	ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ	21	ENERCON	18.9 Mw

Πίνακας 1

Και τα 3 αυτά αιολικά πάρκα , είναι συχνός προορισμός επισκεπτών , είτε απλών πολιτών είτε εκπαιδευτικών εκδρομών μαθητών/φοιτητών. Παρόλα ταύτα , πολλές φορές δημιουργούν αρνητικές εντυπώσεις στους κατοίκους των γύρων περιοχών, όπως στο ότι δεν θέλουν να περνάνε οι γραμμές υψηλής τάσης ,που συνδέουν τα αιολικά πάρκα με τον υποσταθμό , κοντά στις κατοικίες τους.

- Αιολικό πάρκο ΠΑΝΑΧΑΪΚΟ Ι

Το αιολικό πάρκο ΠΑΝΑΧΑΪΚΟ Ι (εικ.1) κατασκευάστηκε και εγκαινιάστηκε το έτος 2006. Η περιοχή που είναι εγκατεστημένο άνηκε στον Καποδιστριακό δήμο Ρίου, αλλά έπειτα της αλλαγής των δήμων με το σχέδιο Καλλικράτης , ανήκει στον δήμο Πατρών. Οι περιοχές στις οποίες εκτείνεται το αιολικό πάρκο ονομάζονται: ΤΡΑΝΗ ΡΙΖΑ-ΒΡΩΜΟΝΕΡΙ-ΣΚΑΤΖΟΧΕΡΙ. Το υψόμετρο της περιοχής αυτής εκτίνεται στα 1518μ.

Είναι εγκατεστημένες 41 Α/Γ VESTAS V52, συνολικής ισχύς 18.9 Mw. Κύριος του έργου είναι η ΑΙΟΛΙΚΗ ΠΑΝΑΧΑΪΚΟΥ Α.Ε. Είναι το μεγαλύτερο αιολικό πάρκο στον νομό και την περίοδο που κατασκευάστηκε, ήταν το μεγαλύτερο σε αριθμό Α/Γ στην Ελλάδα.



Εικόνα 1

- Αιολικό πάρκο ΠΑΝΑΧΑΪΚΟ ΙΙ

Το Παναχαϊκό ΙΙ κατασκευάστηκε και τέθηκε σε λειτουργία το έτος 2009. Η περιοχή ανήκει στον δήμο Πατρών και ονομάζεται ΒΟΥΝΟΓΙΩΡΓΗΣ. Είναι κοντά στην κορυφή (πύργος του Παλαβού 1.928 μ) του Παναχαϊκού όρους και δίπλα στο γνωστό , στην ευρύτερη περιοχή, οροπέδιο Πρασούδι. Το αιολικό πάρκο εκτείνεται σε υψόμετρο από 1728μ. έως 1805μ. .

Είναι εγκατεστημένες 16 Α/Γ GAMESA G52 ,συνολικής ισχύος 13.6 Mw. Κύριος του έργου ,όπως και στο Παναχαϊκό Ι , είναι ΑΙΟΛΙΚΗ ΠΑΝΑΧΑΪΚΟΥ Α.Ε. Τα δύο αυτά πάρκα έχουν κοινό υποσταθμό , στην περιοχή Βελβίτσι.

- Αιολικό πάρκο ΛΙΘΟΣ

Το αιολικό πάρκο Λίθος (εικ.2) εγκαινιάστηκε το έτος 2009 . Βρίσκεται στην ομώνυμη περιοχή Λίθος και ανήκει στον δήμο Καλαβρύτων.

Έχει εγκατεστημένες 21 Α/Γ ENERCON E-44 συνολικής παραγωγής 18.9 Mw. Κύριος του έργου είναι η ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΧΑΙΑΣ Α.Ε.



Εικόνα 2

Εκτός των 3 προαναφερθέντων αιολικών πάρκων , υπάρχει ακόμη ένα , στην περιοχή Βλασία του νομού Αχαΐας. Δεν είναι όπως τα άλλα 3 , δηλαδή δεν είναι αντίστοιχης ισχύς ,ούτε δομής. Είναι μια πρωτοβουλία ιδιωτών , οι οποίοι έχουν εγκαταστήσει 3 Α/Γ σε ιδιωτικό χώρο. 2 Α/Γ ENERCON E-40 και 1 Α/Γ ENERCON E-48 συνολικής ισχύος 2 Mw. Βρίσκεται στη θέση Πάνω Βρύση του δήμου ΚΑΛΑΝΟΥ/ΦΑΡΡΩΝ.

1.2 Τύποι ανεμογεννητριών στην Αχαΐα

Σε αυτά τα 3 αιολικά πάρκα έχουμε Α/Γ 3 διαφορετικών εταιριών, της ισπανικής εταιρίας GAMESA στο Παναχαϊκό ΙΙ , της δανέζικης VESTAS στο Παναχαϊκό Ι και της γερμανικής ENERCON στο Λίθος.

Και οι 3 αυτές εταιρίες είναι από τις πιο ανταγωνιστικές στο χώρο των ανεμογεννητριών , με υψηλό μερίδιο στην παγκόσμια αγορά (στοιχεία του 2011), όπως βλέπουμε παρακάτω στον πίν.2.

ΧΩΡΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΕΤΑΙΡΙΑ	ΜΕΡΙΔΙΟ ΠΑΓΚ.ΑΓΟΡΑΣ
ΔΑΝΙΑ	Vestas	12.7%
ΚΙΝΑ	Sinovel	9.0%
ΚΙΝΑ	Goldwind	8.7%
ΚΙΝΑ	Gamesa	8.0%
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	Enercon	7.8%
ΗΠΑ	GE Energy	7.7%
ΙΝΔΙΑ	Suzlon Group	7.6% (inc Suzlon Energy (India) and REpower (Germany))
ΚΙΝΑ	Guodian United Power	7.4%
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	Siemens Wind Power	6.3%
ΚΙΝΑ	Ming Yang	3.6%

Πίνακας 2

Και οι τρεις αυτές ανεμογεννήτριες , ανήκουν στον ίδιο τύπο Α/Γ , οριζόντιου άξονα. Ονομάζονται έτσι γιατί ο κύριος άξονας περιστροφής είναι παράλληλα στο έδαφος. Ιδιαίτερα οι Α/Γ VESTAS V52 και GAMESA G52 έχουν πάρα πολλά κοινά , καθώς λειτουργούν και οι 2 με γεννήτρια ασύγχρονη , σε αντίθεση με την Α/Γ ENERCON E44 που λειτουργεί με σύγχρονη γεννήτρια με αποτέλεσμα να διαφοροποιείται η κατασκευή της σε σχέση με τις άλλες 2.

- A/Γ ENERCON E44

.Οι αιολικές μηχανές της Enercon E44(εικ.3) βασίζονται στην αρχή της ανεμογεννήτριας χωρίς πολλαπλασιαστή στροφών (σασμάν), χρησιμοποιώντας τη γεννήτρια, τα πτερύγια, τον ηλεκτρονικό έλεγχο και τη διαχείριση του δικτύου Enercon.

Λέγοντας ότι ο ρότορας και η γεννήτρια είναι χωρίς σασμάν, εννοείται ότι είναι απ' ευθείας συζευγμένα το ένα με το άλλο, γι' αυτό η γεννήτρια κινείται απ' ευθείας από τον ρότορα. Δεν υπάρχει θόρυβος από πολλαπλασιαστή στροφών, ούτε βέβαια αλλαγή ή απώλεια λαδιού, ούτε επίσης επιπρόσθετη τριβή (φθορά) και βλάβη των μηχανολογικών εξαρτημάτων σε υψηλές ταχύτητες ανέμου.

Η γεννήτρια που χρησιμοποιούν είναι μια πολύπλοκη γεννήτρια εξήντα πόλων, σύγχρονη μεταβλητής ταχύτητας με συνεχόμενη ρύθμιση των στροφών.

Η μέγιστη απόδοση της γεννήτριας επιτυγχάνεται σε διάφορες περιοχές στροφών για αέρα 14 - 25 m/sec.

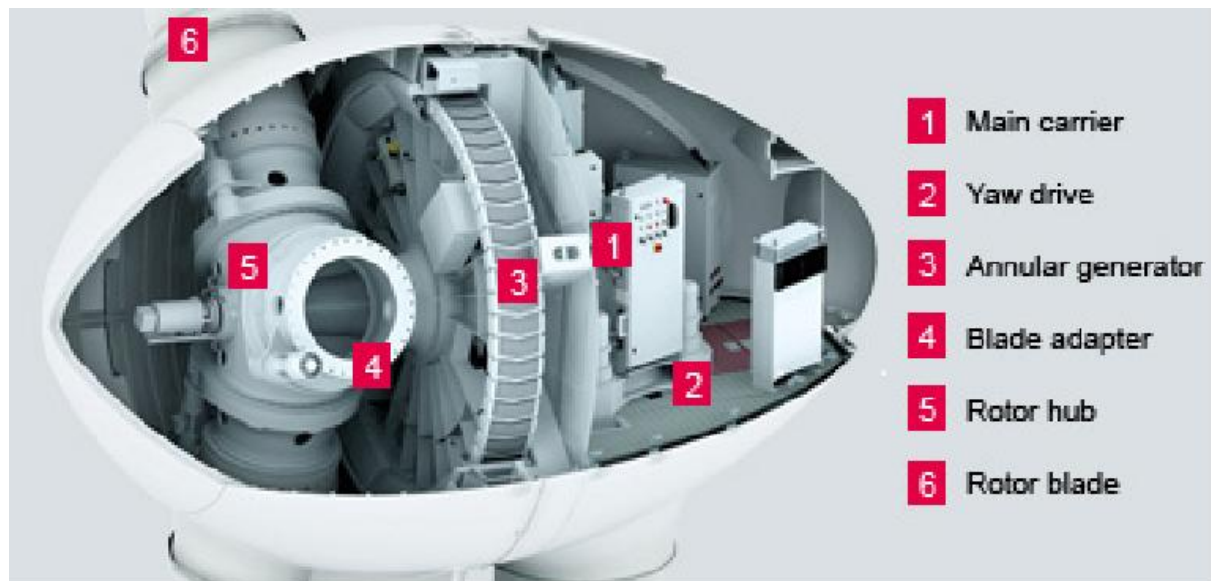
Εξ' αιτίας αυτού και των ηλεκτρονικών ισχύος, το κιβώτιο ταχυτήτων που ανεβάζει τις στροφές στο επίπεδο των επαγωγικών γεννητριών αφαιρείται με αποτέλεσμα να έχουμε μειωμένες απώλειες μετάδοσης και εξάλειψη της φθοράς του κιβωτίου ταχυτήτων και της διαρροής του λαδιού.

Ο ρότορας της ανεμογεννήτριας συνδέεται άμεσα με το ρότορα της γεννήτριας από τον κύριο άξονα. Η ταχύτητα του ρότορα της ανεμογεννήτριας είναι ίδια με την ταχύτητα του ρότορα της γεννήτριας, η οποία είναι 34rpm (μέγιστη ταχύτητα ρότορα). Άρα περιστρέφεται με ταχύτητα 40 φορές μικρότερη απ' αυτήν των ανεμογεννητριών με κιβώτιο ταχυτήτων οπότε και με πολύ λιγότερες φθορές.

Η γεννήτρια της Enercon είναι μεταβλητής ταχύτητας και δεν είναι άμεσα συνδεδεμένη με το δίκτυο. Η μεταβλητή τάση και η μεταβλητή συχνότητα που παράγεται, μετατρέπεται σε DC από ανορθωτές, στην συνέχεια αυξάνεται από ένα chopper και τέλος μέσω ενός αντιστροφέα (ο οποίος αποτελείται από IGBT) μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο ρεύμα ΑΟ, και έτσι προσαρμόζεται η τάση της ανεμογεννήτριας με την τάση του δικτύου.

Η σύγχρονη γεννήτρια της Enercon με τα ηλεκτρονικά ισχύος είναι ικανή να λειτουργεί σε μια ευρεία κλίμακα συντελεστών ισχύος, αλλά ο σταθερός συντελεστής ισχύος κατά τη λειτουργία της γεννήτριας είναι σχεδόν ένα. Λόγω όμως των πολλών ηλεκτρονικών που υπάρχουν στην αιολική μηχανή για την μετατροπή της τάσης από DC σε AC και τα ηλεκτρονικά που αντικαθιστούν το σασμάν, δημιουργούνται αρμονικές οι οποίες φτάνουν κοντά στα όρια και συνήθως σε δίκτυα ανεξάρτητα (π.χ. της Κρήτης) στην αρχή της λειτουργίας υπάρχει πρόβλημα μέχρι να ρυθμιστεί το λογισμικό των αιολικών μηχανών στις απαιτήσεις του δικτύου. Με αυτές τις αιολικές μηχανές μπορούμε να έχουμε τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Χαμηλή κατανάλωση άεργης ισχύος.
- Παραγωγή άεργης ισχύος με συντελεστή ισχύος 0,95.
- Δεν χρειάζονται πυκνωτές αντιστάθμισης.
- Βοηθάει την εγκατάσταση με χωρητικό συντελεστή ισχύος αν χρειάζεται.



σχέδιο 1

- A/Γ VESTAS V52

Η A/Γ V52 - 850 Kw είναι μια ανεμογεννήτρια μεταβλητού βήματος αντίθετη στον άνεμο, με σύστημα αυτοματισμού για τον προσανατολισμού του ρότορα στη διεύθυνση πνοής του ανέμου και ο ρότορας έχει τρία φτερά.

Η διάμετρος του ρότορα είναι 52 μέτρα και λειτουργεί χρησιμοποιώντας το σύστημα Optispeed. Αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα επιτρέπει στο ρότορα να λειτουργεί με μεταβλητή ταχύτητα (rpm).

Η A/Γ V52-850Kw είναι εξοπλισμένη με το ειδικό σύστημα της VESTAS Optitip, το οποίο ρυθμίζει το βήμα των φτερών. Με το Optitip, η γωνία των φτερών είναι συνεχώς ρυθμισμένη έτσι ώστε τα φτερά να βρίσκονται πάντα στη βέλτιστη γωνία σε σχέση με τον αέρα. Αυτό βελτιστοποιεί την παραγωγή ισχύος και τα επίπεδα θορύβου.

Ο κύριος άξονας (main shaft) μεταβιβάζει την ενέργεια στη γεννήτρια μέσω του κιβωτίου ταχυτήτων. Το κιβώτιο ταχυτήτων είναι ένα συνδυασμένο πλανητικό και ελικοειδές κιβώτιο ταχυτήτων. Από το κιβώτιο ταχυτήτων η ενέργεια μεταβιβάζεται στη γεννήτρια μέσω ενός συνδέσμου (composite) φτιαγμένο από συνθετικά υλικά.

Η γεννήτρια είναι μια ειδική ασύγχρονη γεννήτρια 4-πόλων.

Στις υψηλές ταχύτητες αέρα το Optispeed και το ρυθμιζόμενο σύστημα του βήματος Optitip των φτερών κρατούν την ισχύ στο ονομαστικό, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία και την πυκνότητα του αέρα. Στις χαμηλότερες ταχύτητες αέρα το σύστημα Optitip και το Optispeed βελτιστοποιούν την παραγωγή ισχύος με την επιλογή των βέλτιστων στροφών και

της γωνίας του βήματος των φτερών.

Ένα υδραυλικό σύστημα δισκόφρενου είναι τοποθετημένο στον άξονα της υψηλής ταχύτητας του κιβωτίου ταχυτήτων.

Όλες οι λειτουργίες της ανεμογεννήτριας επιτηρούνται και ελέγχονται από διάφορες μονάδες ελέγχου βασισμένες σε μικροεπεξεργαστές. Αυτό το σύστημα ελέγχου τοποθετείται στη nacelle. Οι αλλαγές στο βήμα του φτερού πραγματοποιούνται από ένα

υδραυλικό σύστημα, το οποίο επιτρέπει στα φτερά να περιστραφούν κατά 95°. Αυτό το σύστημα (υδραυλικό) παρέχει επίσης την πίεση για το σύστημα φρένων.

Δύο ηλεκτρικά συγκροτήματα γριναζιών (yaw gear) περιστρέφονται ταυτόχρονα σε ένα μεγάλο οδοντωτό δαχτυλίδι (yaw ring) το οποίο είναι τοποθετημένο στην κορυφή του πύργου με αποτέλεσμα να περιστρέφεται η άτρακτος.

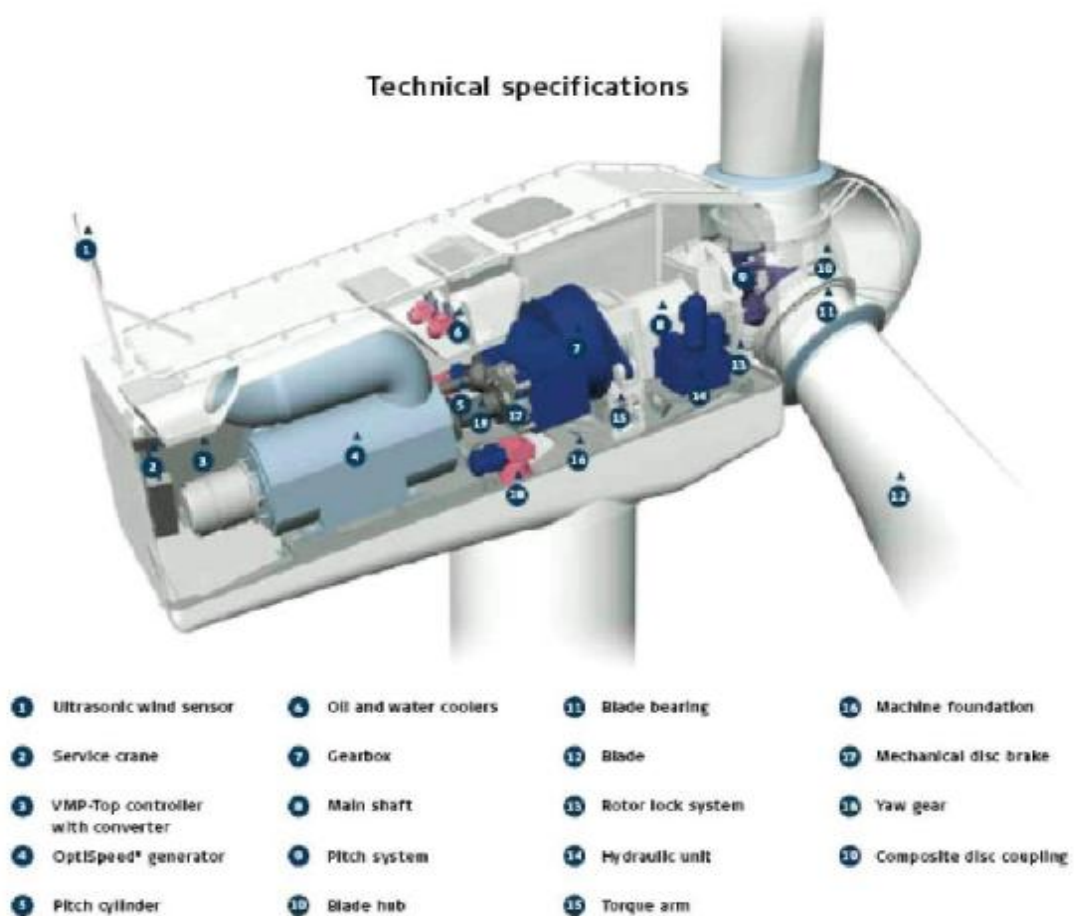
Το κέλυφος της άτρακτου (nacelle) είναι φτιαγμένη από ενισχυμένο fiber glass το οποίο προστατεύει όλα τα συστατικά στη nacelle από τη βροχή, χιόνι, σκόνη, κ.λπ. Η πρόσβαση στη nacelle γίνεται από τον πύργο μέσω ενός κεντρικού ανοίγματος.

Μέσα στη nacelle υπάρχει ένας γερανός ανυψωτικής δύναμης 250 κλ.

Ο πύργος είναι σωληνοειδής, από χάλυβα, χρωματισμένος.

Η εγκατάσταση της άτρακτου παρουσιάζεται στο σχέδιο 2, όπου περιγράφονται:

1. Αισθητήρας ανέμου (έντασης και διεύθυνσης)
2. Γερανάκι για την ανύψωση εργαλείων
3. Πίνακας ελέγχου
4. Γεννήτρια
5. Υδραυλικός κύλινδρος βήματος της περιστροφής των πτερυγίων
6. Ψύξη λαδιών σασμάν
7. Σασμάν
8. Κύριος άξονας
9. Σύστημα περιστροφής πτερυγίων
10. Βάση πτερυγίων
11. Ρουλεμάν πτερυγίου
12. Πτερύγιο
13. Σύστημα κλειδώματος του ρότορα
14. Υδραυλική μονάδα
15. Αποσβεστήρας κίνησης του σασμάν
16. Δάπεδο της άτρακτου
17. Μηχανικό δισκόφρενο
18. Συγκρότημα γριναζιών
19. Ένωση σασμάν - γεννήτριας



σχέδιο 2

1.3 Υπάρχουσες άδειες για αιολικά πάρκα στην Αχαΐα

Όπως προαναφέρθηκε η ανάπτυξη των αιολικών πάρκων στην Αχαΐα και στην Ελλάδα γενικότερα , δεν είναι η αναμενόμενη. Αυτό οφείλεται κυρίως στις οικονομικές συγκυρίες των τελευταίων ετών. Έτσι οι εταιρίες οι οποίες έχουν ήδη έτοιμες άδειες στα χέρια τους , δεν μπορούν να αρχίσουν την εγκατάσταση νέων αιολικών πάρκων , καθώς αντιμετωπίζουν είτε τη δυσκολία χρηματοδότησης μιας τέτοιας επένδυσης είτε το ρίσκο της οικονομικής κατάστασης που βρίσκεται δυστυχώς η χώρα μας.

Παρακάτω ,στον πίνακα 3, μπορούμε να δούμε τις εγκεκριμένες άδειες για αιολικά πάρκα στον Νομό Αχαΐας που υπάρχουν:

ΕΤΑΙΡΕΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΔ. ΑΔ.ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΙΚΟΣ	Ισχύς (MW)
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ -ΑΙΟΛΙΑ ΑΕ	24/01/02	ΕΡΥΜΑΝΘΟΥ	2,00
ΜΕΛΤΕΜΙ ΚΑΣΤΡΙ ΑΒΕΤΕ	03/12/02	ΑΙΓΙΑΛΕΙΑΣ	22,10
WIND SHARE ΕΠΕ	04/03/04	ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ	20,70
ΤΣΙΡΙΦΙ ΕΠΕ	31/01/05	ΕΡΥΜΑΝΘΟΥ	39,00
ΑΙΟΛΙΚΗ ΡΙΟΥ ΟΕ	20/07/05	ΠΑΤΡΕΩΝ	0,85
ΣΤΡΟΓΓΥΛΟ ΒΟΥΝΟ ΕΡΙΝΕΟΥ ΚΑΙ ΠΑΤΡΩΝ ΑΧΑΙΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	06/09/05	ΠΑΤΡΕΩΝ - ΑΙΓΙΑΛΕΙΑΣ	30,60
ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΕΡΥΜΑΝΘΟΥ ΟΕ	14/04/06	ΕΡΥΜΑΝΘΟΥ	0,85
ΑΙΟΛΙΚΟ ΡΟΥΣΚΙΟ ΑΕ	16/10/06	ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ	28,00
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΛΛΑΔΑΣ - ΠΡΟΦΗΤΗΣ ΗΛΙΑΣ	20/12/06	ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ	10,40
ΜΕΡΜΗΓΚΑ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΕΕ	19/11/07	ΓΟΡΤΥΝΙΑΣ - ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ	2,40
ΑΓΓΕΛΙΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	19/11/07	ΓΟΡΤΥΝΙΑΣ - ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ	4,00
ΚΡΙΚΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ - ΒΛΑΣΤΑΡΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΟΕ. (ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΧΑΙΑΣ ΟΕ)	22/05/08	ΠΑΤΡΕΩΝ - ΕΡΥΜΑΝΘΟΥ	4,00
ΚΡΑΝΙΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΕΠΕ	23/12/08	ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ	39,00
ΑΙΟΛΙΚΗ ΠΑΝΑΧΑΙΚΟΥ ΑΕ	29/9/2010	ΕΡΥΜΑΝΘΟΥ ΚΑΙ ΑΙΓΙΑΛΕΙΑΣ	42,00
ΘΕΡΜΗΣ ΑΕ	29/9/2010	ΑΙΓΙΑΛΕΙΑΣ	7,65
ΑΙΟΛΙΚΗ ΠΑΝΑΧΑΙΚΟΥ ΑΕ	29/9/2010	ΑΙΓΙΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΡΥΜΑΝΘΟΥ	39,00
ΚΑΤΣΑΙΤΗΣ ΜΕΠΕ	7/10/2010	ΕΡΥΜΑΝΘΟΥ	12,00
ΚΥΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΠΕ (Δ.Τ. ΚΥΩΝ ΕΠΕ)	7/10/2010	ΠΑΤΡΕΩΝ	17,50
ΚΥΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΠΕ (Δ.Τ. ΚΥΩΝ ΕΠΕ)	7/10/2010	ΑΙΓΙΑΛΕΙΑΣ	27,50
ΚΥΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΠΕ	7/10/2010	ΑΙΓΙΑΛΕΙΑΣ	30,00

Πίνακας 3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ Α/Γ G52 Αιολικού Πάρκου Παναχαϊκό ΙΙ

2.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Η Α/Γ GAMESA G52 , που είναι μια Α/Γ οριζόντιου άξονα με ασύγχρονη γεννήτρια αποτελείται από τα παρακάτω βασικά μέρη:

- ο πύργος στήριξης,
- η πτερωτή,
- ο άξονας περιστροφής,
- το σύστημα μετάδοσης της κίνησης,
- το σύστημα ελέγχου της ανεμογεννήτριας,
- η ηλεκτρική γεννήτρια και
- το σύστημα προσανατολισμού της μηχανής.

Είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα μοντέλα Α/Γ στο κόσμο , με εγκατεστημένες πάνω από 9500 σε όλο τον κόσμο. Σε αυτό έχει βοηθήσει η εμπειρία της εταιρίας στον χώρο, η αξιοπιστία που έχει δείξει, η χαρακτηρισμένη κλάση της Α/Γ ΙΑ (όπως θα δούμε παρακάτω ,δείχνει ότι μπορεί να εγκατασταθεί στις πιο δύσκολες επιτρεπόμενες καιρικές συνθήκες). Συγκεκριμένα θα δούμε παρακάτω τα εγκατεστημένα MW ανά χώρες για Α/Γ GAMESA G5X 850Kw:

ΑΦΡΙΚΗ	
ΑΙΓΥΠΤΟΣ	406,3
ΜΑΡΟΚΟ	215,9

ΑΜΕΡΙΚΗ	
ΚΟΣΤΑ ΡΙΚΑ	12,8
ΚΟΥΒΑ	51
ΜΕΞΙΚΟ	242
ΗΠΑ	50

ΑΣΙΑ -ΩΚΕΑΝΙΑ	
ΚΙΝΑ	2.246,6
ΙΝΔΙΑ	544,9
ΚΟΡΕΑ	2,6
Ν.ΖΗΛΑΝΔΙΑ	7,7

ΕΥΡΩΠΗ	
ΓΑΛΛΙΑ	130,9
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	58,7
ΕΛΛΑΔΑ	79,1
ΙΡΛΑΝΔΙΑ	40
ΙΤΑΛΙΑ	799
ΠΟΛΩΝΙΑ	2,6
ΙΣΠΑΝΙΑ	3.129,7
ΣΟΥΗΔΙΑ	6,8
ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ	29,75

- Συνδέσεις Δικτύου

Οι διακοπτόμενες ή γρήγορες διακυμάνσεις της συχνότητας του δικτύου μπορούν να προκαλέσουν σοβαρή ζημία στην Α/Γ. Οι ανοχές για τη συχνότητα είναι $+2/-3$ Hz (50 Hz), και για την τάση είναι $\pm 10\%$ του ονομαστικού.

..

- Κλιματολογικοί όροι

Η G52-850 Kw σχεδιάζεται για να λειτουργεί στις περιβαλλοντικές θερμοκρασίες που κυμαίνονται από -20°C μέχρι και $+40^{\circ}\text{C}$.

Σε ορισμένους συνδυασμούς υψηλού αέρα, υψηλής θερμοκρασίας, χαμηλής πυκνότητας αέρα ή και χαμηλής τάσης, μπορεί να εμφανιστεί μια λανθασμένη εκτίμηση της παραγόμενης ισχύος. Αυτό συμβαίνει προκειμένου να διατηρηθούν μέσα στα θερμοκρασιακά όρια τα κύρια συστατικά όπως το κιβώτιο ταχυτήτων, η γεννήτρια κ.λπ.

Γενικά συνιστάται η τάση δικτύου να είναι κοντά στο ονομαστικό. Όταν υπάρχει διακοπή ρεύματος από το δίκτυο και πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, για να ξεκινήσει ξανά η Α/Γ θα πρέπει να περάσει ένας ορισμένος χρόνος για τη θέρμανση των επεξεργαστών ελέγχου.

Εάν η Α/Γ τοποθετείται σε υψόμετρο πάνω από 1000 μ. από το επίπεδο της θάλασσας, λόγω της πυκνότητας του αέρα μια αύξηση θερμοκρασίας από τη συνηθισμένη μπορεί να εμφανιστεί στη γεννήτρια, στο μετασχηματιστή και σε άλλα ηλεκτρικά συστατικά. Σε αυτήν την περίπτωση μια περιοδική μείωση της εκτιμημένης παραγωγής μπορεί να εμφανιστεί, ακόμα κι αν η περιβαλλοντική θερμοκρασία είναι μέσα στα όρια.

Επιπλέον, επίσης στους τόπους με υψόμετρο πάνω από 1000 μ. από τη στάθμη της θάλασσας, θα υπάρξει ένας αυξανόμενος κίνδυνος από το παγωμένο περιβάλλον.

Η σχετική υγρασία μπορεί να είναι 100% (μέγιστο 10% εγκαίρως). Ο Α/Γ παραδίδεται με μια προστασία διάβρωσης σύμφωνα με την κατηγορία του ISO 12944-2. C3 εσωτερική, C4 στην πλήμνη των φτερών και C5 εξωτερικά. Επί των ακραίων διαβρωτικών τόπων ο πύργος προστατεύεται στην κατηγορία C4 εσωτερική και C5-M εξωτερικά.

- Κλάση Α/Γ

Η Α/Γ της GAMESA G52 ανήκει στην κλάση ΙΑ, σύμφωνα με τα στάνταρ IEC 61400. Όπως βλέπουμε παρακάτω στον πίνακα 4, αυτό σημαίνει πως αντέχει στις πιο ακραίες επιτρεπόμενες συνθήκες.

Κλάση αέρα/στροβιλισμού	Ετήσιος μ.ο. ταχύτητας αέρα μ/δευ	Ακραία 50-ετών ριπή σε μ/δευ (μλ/ώραα)
Ia High wind - Higher Turbulence 18%	10.0	70 (156)
Ib High wind - Lower Turbulence 16%	10.0	70 (156)
IIa Medium wind - Higher Turbulence 18%	8.5	59.5 (133)
IIb Medium wind - Lower Turbulence 16%	8.5	59.5 (133)
IIIa Low wind - Higher Turbulence 18%	7.5	52.5 (117)
IIIb Low wind - Lower Turbulence 16%	7.5	52.5 (117)
IV	6.0	42.0 (94)

2.2 Τεχνικά Χαρακτηριστικά

2.2.1 Πυλώνας

Ο πυλώνας αποτελείται από 3 κομμάτια , συνολικού βάρους 60 τόνων .Είναι κατασκευασμένος από δομικό χάλυβα, σε σχήμα κωνικό. Η επιφάνεια του είναι βαμμένη με αντιοξειδωτικό χρώμα και εσωτερικά και εξωτερικά. Περιέχει εσωτερικά της πλατφόρμες εργασίας σε κάθε τμήμα, τον μετασχηματιστή 20000V/690V καθώς και τον διακόπτη της μέσης τάσης. Τα τμήματα του πυλώνα ενώνονται με τα βίδες M33 όπως φαίνονται παρακάτω:



Εικόνα 4

2.2.2 Γεννήτρια

Τύπος	Ασύγχρονη με διέγερση στον δρομέα
Ονομαστική ισχύς	850 Kw
Τάση	690 VAc
Συχνότητα	50-60 Hz
Αριθμός πόλων	4
Βαθμός προστασίας	IP54
Ονομαστική ταχύτητα	1620 rpm (50Hz)- 1944rpm(60Hz)
Ονομαστικό ρεύμα	711A
Συντελεστής ισχύος	1.0
Περιοχή λειτουργίας συντελεστή ισχύος	0.95Cap-0.05ind

Η γεννήτρια(εικόνα 5) είναι ασύγχρονη , διπλά τροφοδοτούμενη, με τέσσερις πόλους, πηνίο στο ρότορα και δακτυλίους ολίσθησης. Ψύχεται με εξαναγκασμένη μεταγωγή. Ο αέρας εκκενώνεται από την φυσούνα που υπάρχει στο πάνω μέρος της γεννήτριας.

Το σύστημα ελέγχου της γεννήτριας επιτρέπει τη λειτουργία με μεταβλητή ολίσθηση, έτσι ώστε να είναι σε θέση να παράγει ενέργεια χαμηλότερα από την ταχύτητα συγχρονισμού και για την μείωση των φορτίων.

Η γεννήτρια από την μεριά του στάτορα είναι συνδεδεμένη απευθείας στο δίκτυο ,ενώ στη μεριά του ρότορα παρεμβάλλεται ο converter.

Η γεννήτρια είναι προστατευμένη ενάντια στα βραχυκυκλώματα και τις υπερφορτίσεις.

Η θερμοκρασία στα δύο ρουλεμάν της γεννήτριας παρακολουθείται συνεχώς μέσω αισθητήρων. .

Η ονομαστική περιστροφική ταχύτητα της γεννήτριας εξαρτάται από τη συχνότητα του δικτύου. Το κιβώτιο ταχυτήτων είναι αυτό που καθορίζει τις στροφές της γεννήτριας. Ο συσχετισμός αυτών είναι:

A/Γ	Συχνότητα	Αναλογία στροφών	Σύγχρονη ταχύτητα γεννήτριας	Ταχύτητα ρότορα
G52	50	1:61.7	1250	24.2

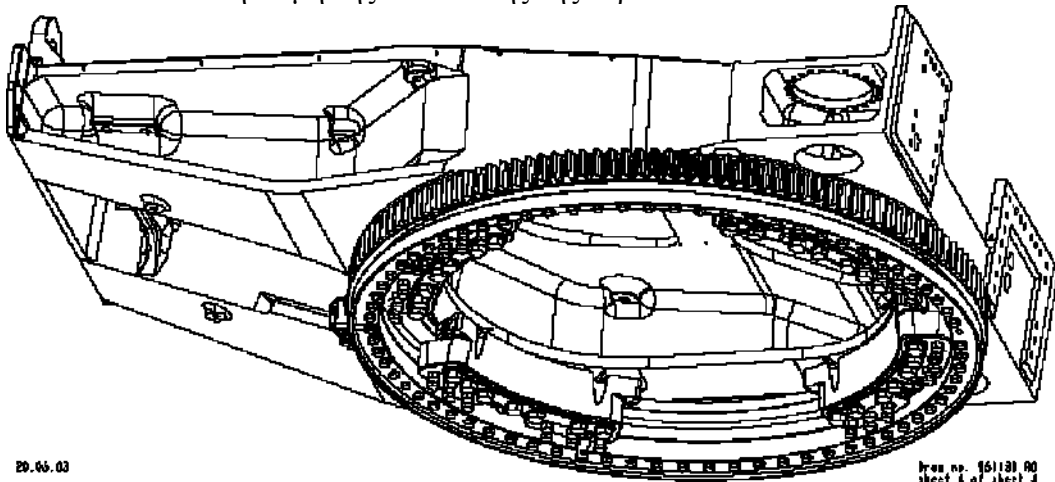


Εικόνα 5

2.2.3 Σύστημα προσανατολισμού (yaw system)

Το yaw system έχει 3 λειτουργίες:

- Να κρατήσει την Α/Γ στην κατεύθυνση του ανέμου
- Να ελέγξει την συστοφή των καλωδίων στον πύργο και να τα ξεστρίψει όταν χρειάζεται
- Να δώσει την τιμή της διεύθυνσης της ατράκτου



σχέδιο 3

Η άτρακτος τοποθετείται πάνω σε μια πλάκα (σχέδιο 3) σαν δακτυλίδι η οποία σφίγγεται στον πύργο.

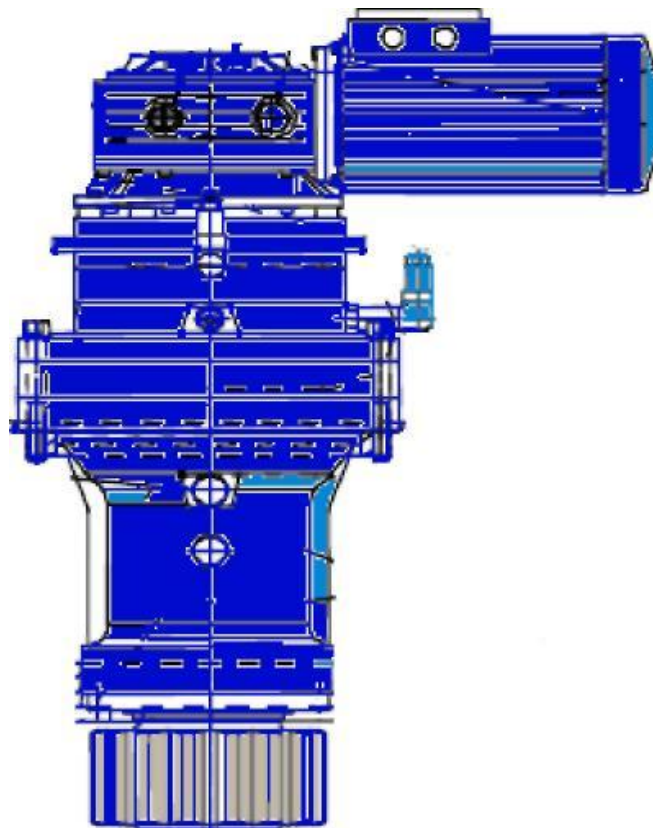
Η G52 έχει δύο τα οποία αποτελούνται από τρία βηματικά πλανητικά γρανάζια ένα ατέρμονα και ένα ηλεκτροκινητήρα.

Τα yaw gear(σχέδιο 4) χρησιμοποιούνται για τον αυτόματο προσανατολισμό της ατράκτου στον άνεμο τα οποία και συγκρατούν την άτρακτο με τα ηλεκτρικά και τα υδραυλικά φρένα που έχουν οι ηλεκτροκινητήρες έτσι ώστε να μην περιστραφεί η άτρακτος.

Οι ηλεκτροκινητήρες είναι ασύγχρονοι, οδηγούνται από δύο ρελλέ και το καθένα έχει και από ένα βοηθητικό ρελλέ. Το ένα ρελλέ είναι για δεξιά παρέκκλιση και το άλλο για αριστερά. Ο κάθε ηλεκτροκινητήρας προστατεύεται από ένα θερμικό και είναι εξοπλισμένος με φρένο.

Ο ελεγκτής παίρνει τις πληροφορίες της διεύθυνσης του ανέμου από το ανεμόμετρο και γίνι την εντολή στους ηλεκτροκινητήρες μέσω του βοηθητικού ρελλέ.

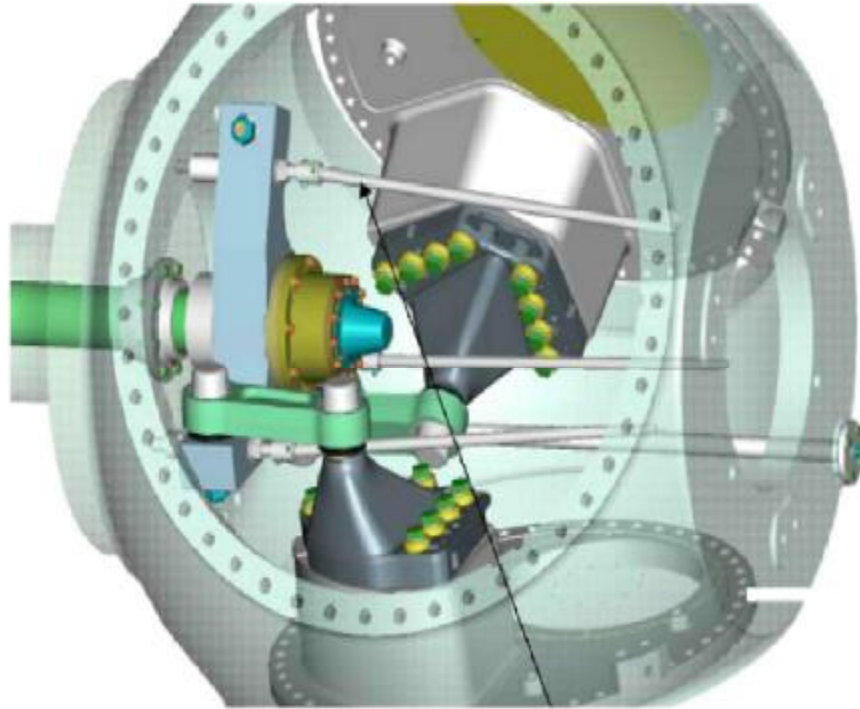
Ο αυτόματος προσανατολισμός απενεργοποιείται όταν η ταχύτητα του αέρα είναι μικρότερη από 2,5 μ/δευ.



σχέδιο 4

2.2.4 Ρότορας - Φτερά - Σημείο διασύνδεσης (hub)

Ο ρότορας των ανεμογεννητριών της Gamesa G5X-850 kW πλατφόρμα αποτελείται από τρία πτερύγια ενώνονται με ένα σφαιρικό πλήμνη από τα έδρανα λεπίδας. Η πλήμνη(σχέδιο 5) έχει μια κωνική γωνία 3° στην φλάντζες ενώνει τα πτερύγια σε αυτή, η οποία διατηρεί τα σημεία των λεπίδων μακριά από τον πύργο.



σχέδιο 5

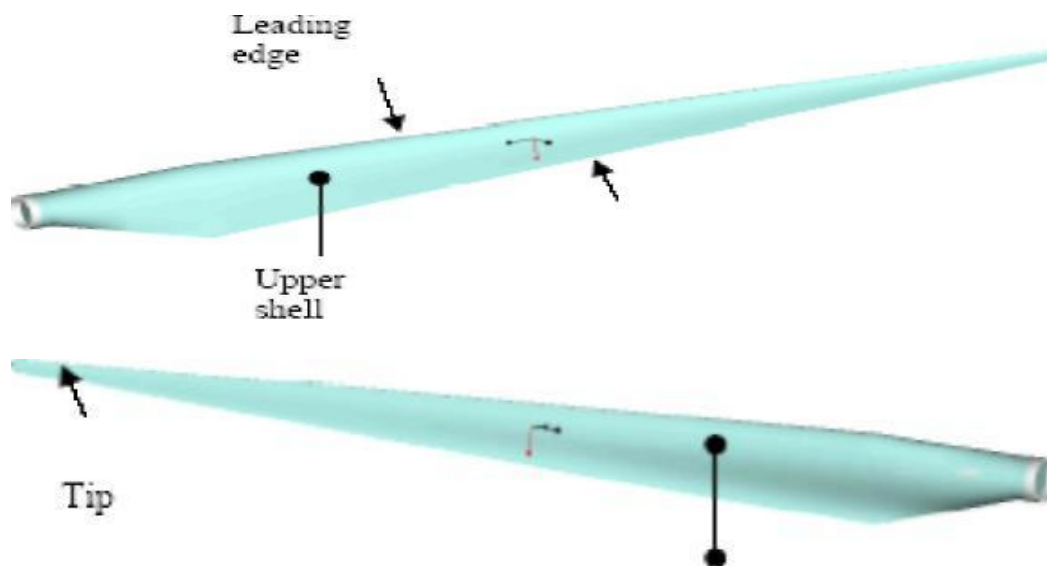
Τα πτερύγια της Α/Γ Gamesa G5X-850kW κατασκευάζονται από οργανικό υλικό ,σύνθετο ενισχυμένο με ίνες υαλοβάμβακα.

Τα πτερύγια , με έλεγχο βήματος σε όλο το άνοιγμα της λεπίδας, που αποσκοπούν να μεγιστοποιήσουν την παραγωγή ενέργειας και να μειώσει τα φορτία, με την επακόλουθη μείωση του βάρους και των εκπομπών θορύβου.

Τα πτερύγια έχουν μήκος 25.3μ. Η απόσταση από τη ρίζα των πτερυγίων στο κέντρο της πλήμνης είναι 0.7μ.

Η δομή του κάθε πτερυγίου αποτελείται από δύο κελύφη(σχέδιο 6) που συνδέονται με ένα κύριο δοκό στήριξης. Η σχεδιάσή της έχει γίνει με σκοπό να πληρεί δύο βασικές λειτουργίες: δομικά και αεροδυναμική.

Επιπλέον , διαθέτουν την απαραίτητη για την πρόληψη , σωληνάκι αποστράγγισης του νερού στο εσωτερικό του, το οποίο μπορεί να προκαλέσει ανισορροπίες ή δομικές βλάβες που οφείλονται στην εξάτμιση νερού την στιγμή που κεραυνός μπορεί να χτυπήσει το πτερύγιο.



σχέδιο 6

2.2.5 Σασμάν(κιβώτιο ταχυτήτων)

Τα γενικά χαρακτηριστικά του σασμάν είναι τα ακόλουθα:

Τύπος	1 πλανητικό γρανάζι και 2 ελικοειδή
Λόγος	1:61.7
Ψύξη	Αντλία λαδιού ηλεκτρική και μηχανική με ψυγείο λαδιού
Θέρμανση λαδιού κατασκευαστής	Με αντίσταση Gamesa

. Τα γρανάζια του κιβωτίου ταχυτήτων είναι σχεδιασμένα για μέγιστη απόδοση και για ελάχιστα επίπεδα θορύβου. Ως αποτέλεσμα της αναλογίας μετάδοσης, μέρος της ροπής εισόδου απορροφάται από τους βραχίονες αντιδράσεως. Αυτοί οι βραχίονες αποσβέσεως απορροφούν και ελαχιστοποιούν τις δονήσεις, στερεώνουν το κιβώτιο στο μπροστινό πλαίσιο.

Ο άξονας υψηλής ταχύτητας συνδέεται με την γεννήτρια μέσω ενός εύκαμπτου συνδέσμου.

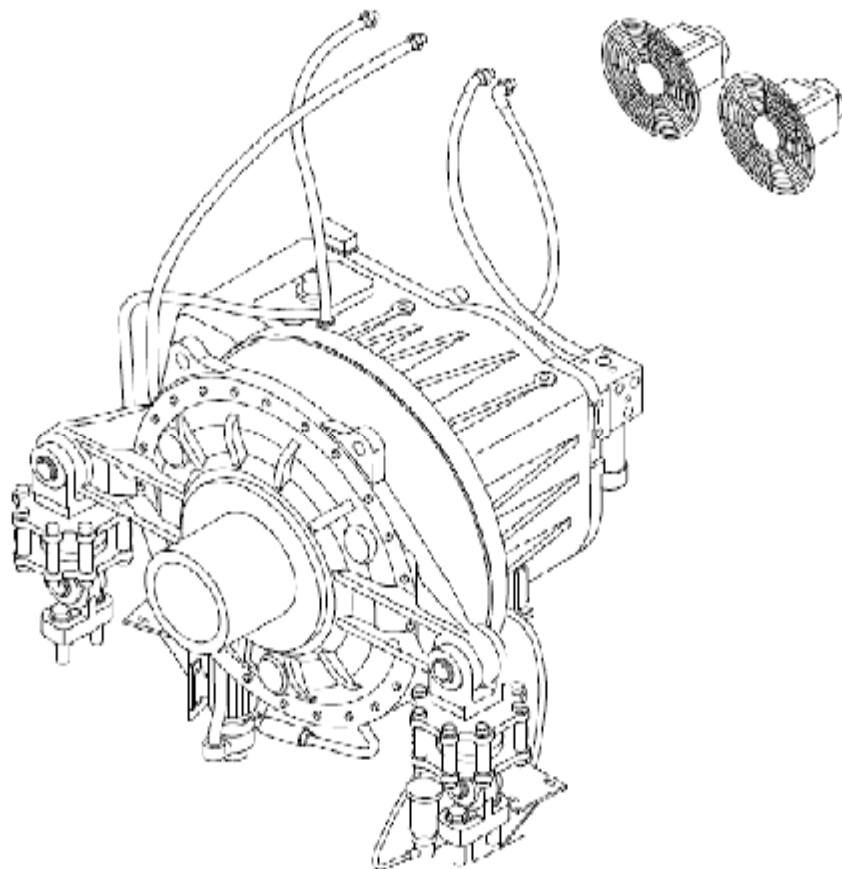
Λόγω του αρθρωτού σχεδιασμού του γραναζιού μετάδοσης κίνησης, το βάρος του κιβωτίου υποστηρίζεται από τον κύριο άξονα, ενώ οι βραχίονες στήριξης εμποδίζουν το κιβώτιο να περιστραφεί γύρω από τον άξονα του.

Το κιβώτιο ταχυτήτων (σχέδιο 7) έχει ένα κύριο σύστημα λίπανσης και 2 συστήματα φιλτραρίσματος που απομακρύνουν αντικείμενα μεγαλύτερα από 3μm από το σύστημα λίπανσεως.

Το λάδι ψύχεται η θερμαίνεται , ανάλογα με την θερμοκρασία που έχει αναπτύξει και

ανάλογα με την κατάσταση λειτουργίας εκείνη την στιγμή της ανεμογεννήτριας. Η ψύξη γίνεται με τον εξωτερικό αέρα χρησιμοποιώντας 2 ηλεκτρικών μοτέρ. Το λάδι (στάθμη/θερμοκρασία) καθώς και το ρουλεμάν του κιβωτίου , ελέγχονται συνεχώς από αισθητήρες.

Όλα τα σασμάν υπόκεινται σε δοκιμές με βάση την ονομαστική τους ισχύ κατά την κατασκευή τους. Οι δοκιμές αυτές μειώνουν τις πιθανότητες σφαλμάτων κατά τη διάρκεια της περιόδου λειτουργία τους.



σχέδιο 7

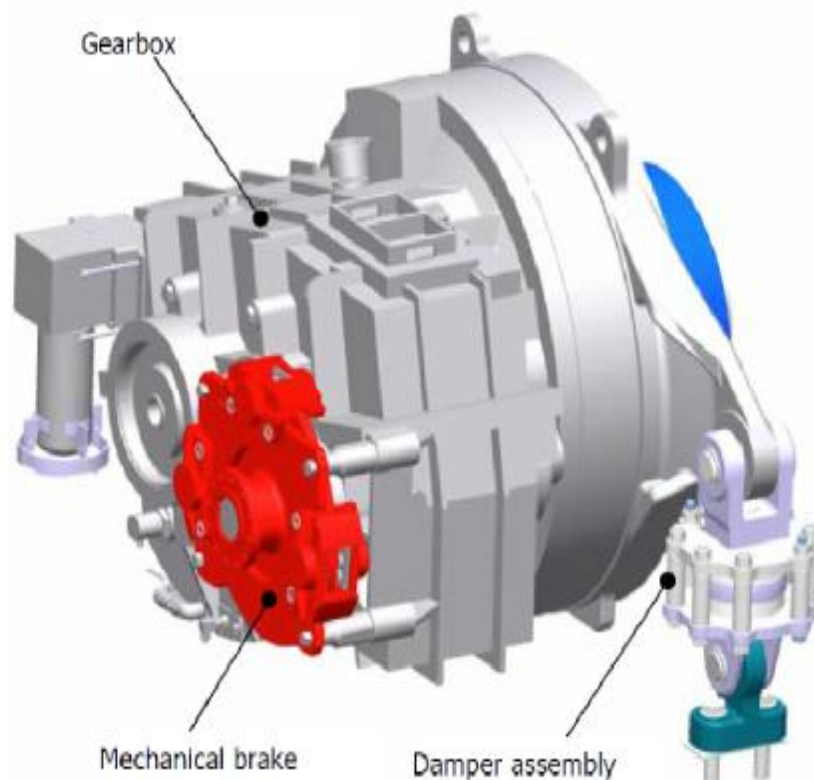
2.2.6 Μηχανικό φρένο(mechanical brake)

Το μηχανικό φρένο(mechanical brake σχέδιο 8) είναι το δεύτερο σύστημα πέδησης. Πρώτα οι Α/Γ για να επιβραδύνει άμεσα και χωρίς να καταπονούνται ιδιαίτερα τα μηχανικά μέρη, όταν χρειάζεται, χρησιμοποιεί την κλίση των φτερών, που τείνει στις 90° όπου λόγω αεροδυναμικής ο ρότορας επιβραδύνει. Το μηχανικό φρένο χρησιμοποιείται σε έκτακτες καταστάσεις, όπου θέλουμε να εξασφαλίσουμε για λόγους ασφαλείας την σωστή διακοπή της

περιστροφής του ρότορα.

Τα κύρια μέρη του συστήματος του μηχανικού φρένου είναι τα ακόλουθα:

- Η πλάκα στήριξης του βραχίονα, η οποία είναι στερεωμένη στο κιβώτιο ταχυτήτων, εξυπηρετεί ως ένα στήριγμα για τις δαγκάνες
- δαγκάνες φρένων: υδραυλικά ελέγχονται για την άσκηση πίεσης στο δισκόφρενο, προκειμένου να επιβραδύνει την περιστροφή του μηχανήματος.
- Τακάκια: βρίσκονται εντός των δαγκάνων φρένων και να έρχονται σε επαφή με τους δίσκους
- τακάκι με θερμίστορ: σε ένα από τα τακάκια των φρένων ένα θερμίστορ έχει ενσωματωθεί. Σε περίπτωση που η θερμοκρασία δεν υπερβαίνει την καθορισμένη οριακή, εκκίνηση της ανεμογεννήτριας παραμένει σταματημένη λόγω σφάλματος..
- Δίσκος φρένου: συνδέεται με το υψηλής ταχύτητας άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων και με τον εύκαμπτο σύνδεσμο συζεύξεως με την γεννήτρια.
- Υδραυλικές συνδέσεις: οι υδραυλικές δαγκάνες ενεργοποιείται υδραυλικά από το υδραυλική μονάδα.

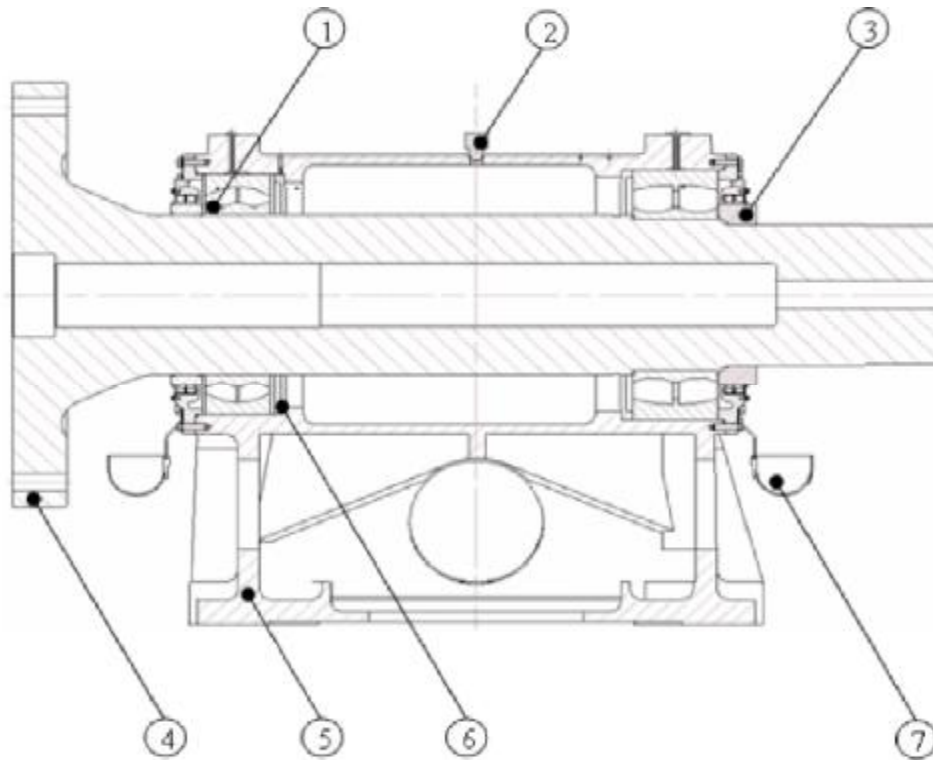


σχέδιο 8

2.2.7 Κύριος άξονας (main shaft)

Ο κύριος άξονας μεταδίδει τη ροπή του ρότορα από τον άνεμο στο κιβώτιο ταχυτήτων. Η μονάδα του κυρίου άξονα μεταφέρει το φορτίο από τον ρότορα και από το κιβώτιο ταχυτήτων στο πλαίσιο, δρα ως ένα σύστημα κλειδώματος του ρότορα και καθοδηγεί τον

άξονα ο οποίος χρησιμοποιείται για τον έλεγχο βήματος των πτερυγίων μέσω του υδραυλικού κυλίνδρου. Ο κύριος άξονας (σχέδιο 9) στηρίζεται και περιστρέφεται σε δύο σφαιρικά κυλινδρικά ρουλεμάν.



σχέδιο 9

1	Εμπρόσθιο ρουλεμάν
2	Φίλτρο αέρος
3	Οπίσθιος δακτύλιος
4	Κύριος άξονας
5	Πλαίσιο κυρίου άξονα
6	Δακτύλιος θέσης
7	Συλλέκτης γράσου

2.2.8 Υδραυλικό σύστημα

Η υδραυλική είναι εξοπλισμένη με μια αντλία , η οποία είναι κοινή για το φρένο και για τη γωνία του βήματος. Η αντλία αυτή είναι μέσα στη δεξαμενή του λαδιού και η οποία παίρνει κίνηση από ένα ηλεκτροκινητήρα 4 kW ο οποίος βρίσκεται πάνω από την δεξαμενή του λαδιού. Η παροχή λαδιού εξαρτάται από τη φόρτιση και κυμαίνεται από 8,4 μέχρι 8,6 l/min.

Η λειτουργία της αντλίας ελέγχεται από τον πάνω main controller ο οποίος παίρνει το σήμα από ένα πρεσοστάτη ο οποίος βρίσκεται πάνω στο μπλοκ της υδραυλικής. Η αντλία σταματάει να λειτουργεί όταν φτάσει η πίεση φτάσει στα 200bar και ξεκινάει ξανά όταν πέσει στα 180 bar.

Ενώ η αντλία σταματάει παρέχεται στο σύστημα πίεση από τον συσσωρευτή ο οποίος έχει μια φούσκα με άζωτο και μια μόνιμη πίεση στα 80bar έστω και αν το υδραυλικό σύστημα είναι άδειο και η αντλία δεν λειτουργεί.

Σε κατάσταση Run, Pause και Stop η αντλία λειτουργεί αυτόματα. Σε κατάσταση emergency η αντλία δεν λειτουργεί.

Το λάδι στέλνεται από την αντλία στον συσσωρευτή μέσω ενός φίλτρου και δύο βαλβίδων αντεπιστροφής. Το φίλτρο είναι εξοπλισμένο με μια βαλβίδα παράκαμψης (by pass), οπτικό και ηλεκτρικό δείκτη μόλυνσης ο οποίος ενεργοποιείται πριν από την βαλβίδα και ανοίγει σε περίπτωση πτώσης πίεσης στο φίλτρο.

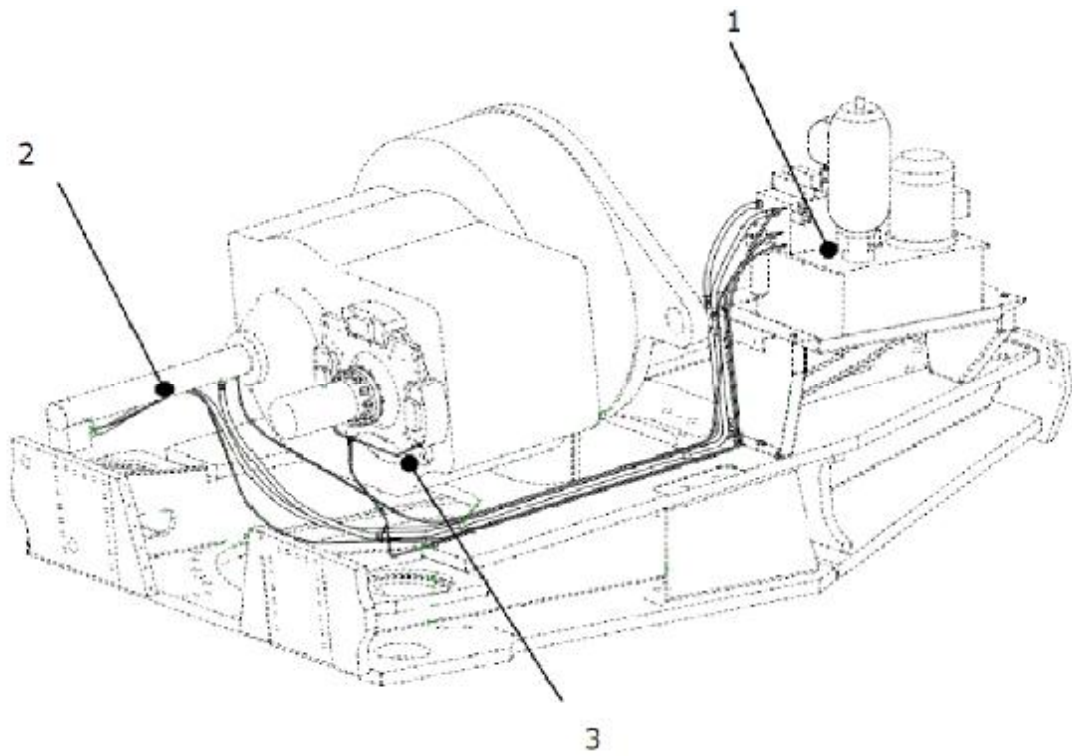
Υπάρχει μια βαλβίδα ασφαλείας η οποία ανοίγει στα 250 bar σε περίπτωση λάθους στον έλεγχο της αντλίας

Για τυχών διαρροή λαδιού υπάρχει ένας αισθητήρας όπου ελέγχει τη στάθμη του λαδιού.

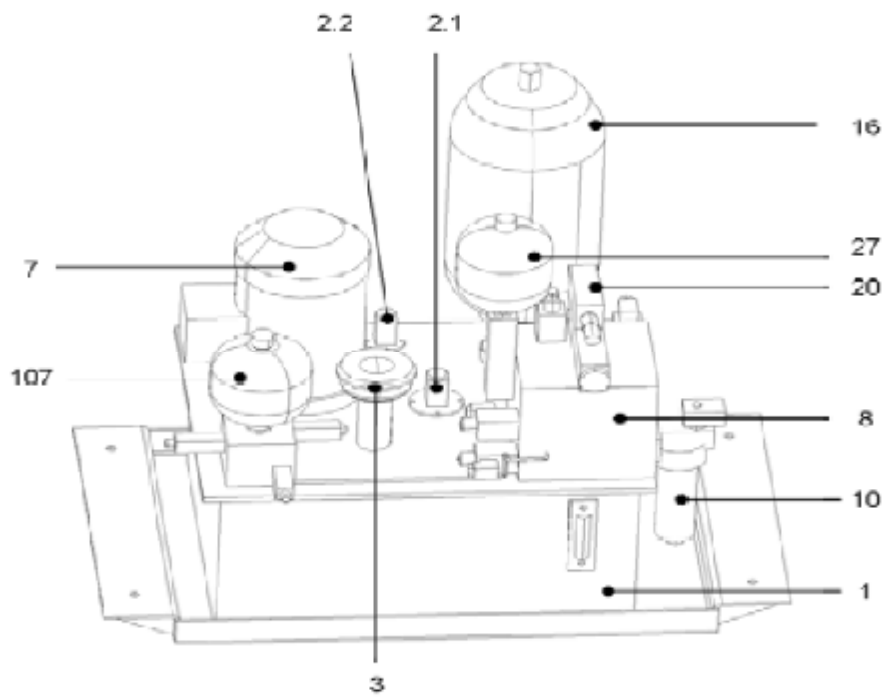
Η υδραυλική μονάδα είναι ένα από τα κύρια στοιχεία της A/Γ, χρησιμεύει στα 3 ακόλουθα κυκλώματα (σχέδιο 10):

1. Στην πέδηση του συστήματος προσανατολισμού
2. Στον έλεγχο βήματος(pitch)
3. Στο μηχανικό φρένο

Επίσης , η υδραυλική μονάδα είναι τοποθετημένα 10 σημεία ελέγχου που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της πίεσης στις διαφορετικές θέσεις στο σύστημα σχετικά με την περιοδική λειτουργία ή την ανίχνευση βλαβών στο υδραυλικό σύστημα. Όλες οι μετρήσεις πίεσης στη συντήρηση ή στην ανίχνευση βλαβών γίνονται με ψηφιακό μετρητή ο οποίος συνδέεται στα σημεία ελέγχου.



σχέδιο 10



σχέδιο 11

1	Δεξαμενή λαδιού
2.1	Αισθητήρας στάθμης
2.2	Αισθητήρας θερμοκρασίας
3	Φίλτρο αέρα
7	Μοτέρ
8	Μπλοκ βαλβίδων
10	Φίλτρο πίεσης
16	Συσσωρευτής βήματος
20	Αναλογική βαλβίδα
27	Συσσωρευτής μηχανικού φρένου
107	Συσσωρευτής φρένου συστήματος προσανατολισμού

Περιγραφή σχ.11 υδραυλικής μονάδας

2.2.9 Αισθητήρες μέτρησης διεύθυνσης και ταχύτητας του ανέμου

- Ανεμόμετρο

Το ανεμόμετρο είναι ένα ηλεκτρικά θερμαινόμενο αισθητήρα που μετρά την ταχύτητα ανέμου, σχεδιασμένα για να ελέγχουν τις Α/Γ, ο αισθητήρας παρέχει ένα ηλεκτρικό σήμα εξόδου σε μία συχνότητα ευθέως ανάλογη προς την ταχύτητα του ανέμου. Αυτό το ανεμόμετρο είναι αξιόπιστο, τόσο σε υψηλές ταχύτητες και χαμηλές ταχύτητες ανέμου. Είναι ικανό για να μετρήσει με ακρίβεια ταχύτητες ανέμου έως και 70 μ/δευ(156 μίλια την ώρα), ενώ η χαμηλή ροπή αδράνειας του επιτρέπει να ανταποκριθεί γρήγορα σε ριπές ανέμου σε περιόδους ηρεμίας.

Το ανεμόμετρο δημιουργεί ένα ημιτονοειδές σήμα εξόδου, όταν η "κεφαλή" του ανεμομέτρου γυρίζει, καθώς και οι 4 μαγνητικοί πόλοι του, όταν περνάει μπροστά από ένα χαμηλής αντίστασης πηνίο, δημιουργεί ένταση μέσα από αυτό. Η έξοδος που παράγεται στο πηνίο είναι ένα ημιτονοειδές σήμα με συχνότητα ανάλογη προς την ταχύτητα του ανέμου. Η συχνότητα μετριέται σε hertz και αλλάζει σε ταχύτητα (m/sec) μέσω μιας έκφρασης βαθμονόμησης. Το πλάτος του κυμαίνεται από 50 mV έως αρκετά V , ανάλογα με την μέγιστη ταχύτητα ανέμου.

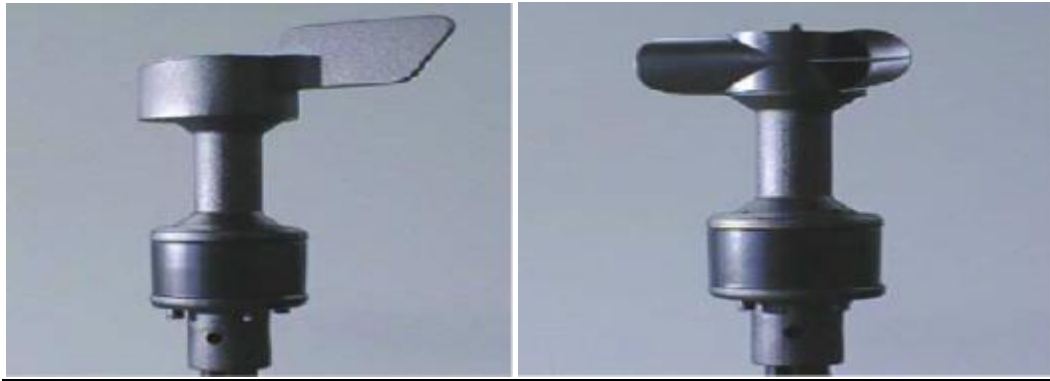
- Ανεμοδείκτης

Ο ανεμοδείκτης προσαρμόζεται πάντα προς την κατεύθυνση του ανέμου. Ένας μικρός αισθητήρας στη βάση του πτερυγίου του ανεμοδείκτη ενημερώνει το PLC της Α/Γ για την κατεύθυνση του ανέμου.

Ο ανεμοδείκτης είναι ένας ηλεκτρικά θερμαινόμενος, ποτενσιομετρικός αισθητήρας

κατεύθυνσης ανέμου , που είναι σχεδιασμένος για τον έλεγχο της ανεμογεννήτριας.

Αυτός ο εξοπλισμός είναι αξιόπιστος τόσο σε υψηλές όσο και σε χαμηλές ταχύτητες ανέμου. Είναι αρκετά ικανός ώστε να λειτουργεί σε ταχύτητες ανέμου έως 70μ/δευ , ενώ η χαμηλή ροπή αδράνειας του επιτρέπει να ανταποκριθεί σε ταχύτητες ανέμου ακόμη και χαμηλότερες από 1μ/δευ.

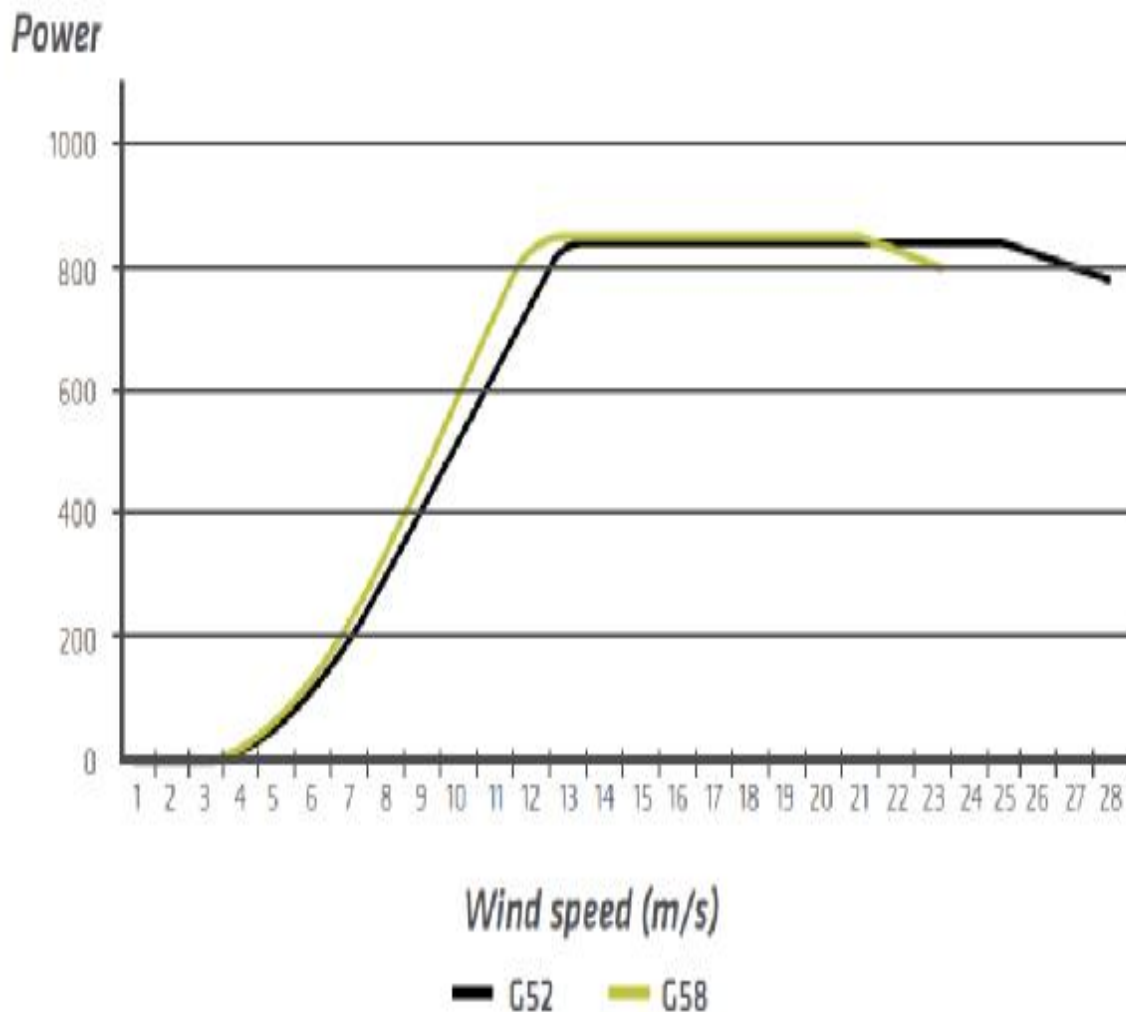


ανεμοδείκτης και ανεμόμετρο



θέση αισθητήρων ανέμου στην Α/Γ

2.2.10 Καμπύλη ισχύος



καμπύλη ισχύος GAMESA G52 & G58

Όπως φαίνεται και στο άνωθεν σχέδιο η Α/Γ GAMESA G52 παράγει με ταχύτητες ανέμου από 3,5μ/δευ έως 25μ/δευ. Στα 25μ/δευ σταματάει να παράγει για λόγους ασφαλείας της Α/Γ. Για να γίνει αυτό το ανεμόμετρο της Α/Γ θα πρέπει να διαβάσει ταχύτητα ανέμου πάνω από 25μ/δευ για 1 λεπτό ή ρυπή πάνω από 30μ/δευ.

Στο σχέδιο της καμπύλης ισχύος, βλέπουμε και αναφορά στην GAMESA G58. Η οποία διαφέρει στην καμπύλη ισχύος. Αυτή η Α/Γ ως διαφορά έχει την μεγαλύτερη διάμετρο ρότορα και είναι σχεδιασμένη για περιοχές με μικρό Μ.Ο. ταχύτητας ανέμου.

Τα υπόλοιπα γενικά και τεχνικά χαρακτηριστικά, παραμένουν τα ίδια με την ανεμογεννήτρια GAMESA G52.

2.3 Σύστημα ελέγχου

2.3.1 Έλεγχος της Ανεμογεννήτριας

Ο έλεγχος της Α/Γ γίνεται από την CCU (central control unit), η οποία ελέγχει και επιτηρεί όλες τις λειτουργίες στην Α/Γ προκειμένου να εξασφαλιστεί η βέλτιστη απόδοση της Α/Γ στα επιτρεπτά όρια ταχύτητας του ανέμου.

Υπό αυτές τις συνθήκες, αν κάποιες από τις παραμέτρους που επιτηρεί, βγει εκτός των ορίων, σταματάει την λειτουργία της Α/Γ.

Η CCU επικοινωνεί με το PLC μέσω οπτικών ινών και αυτό με τη σειρά του επικοινωνεί επίσης μέσω οπτικών ινών με τις ψηφιακές/αναλογικές ηλεκτρονικές κάρτες, οι οποίες η καθεμία επιτηρεί ένα ξεχωριστό κύκλωμα ελέγχου της Α/Γ. Οπότε αν αναγνωριστεί κάποιο σφάλμα, υπάρχει η δυνατότητα να δούμε ακριβώς σε ποιο κύκλωμα εμφανίστηκε αυτό. Λεπτομερώς τα σφάλματα θα τα δούμε σε κεφάλαιο παρακάτω.

2.3.2 Συλλογή δεδομένων

Η CCU συλλέγει συνεχώς τα στοιχεία για την απόδοση της Α/Γ, τα οποία τα στέλνει στον κεντρικό υπολογιστή του αιολικού πάρκου όπου αποθηκεύονται. Τέτοια στοιχεία π.χ. είναι:

- Ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου
- Ταχύτητα γεννήτριας και ρότορα
- Θερμοκρασίες σε οποιοδήποτε στοιχείο της Α/Γ διαθέτει αισθητήρες
- Τάσεις και εντάσεις (δικτύου, γεννήτριας)
- Ενέργεια
- Βήμα των πτερυγίων (pitch)

Τα συλλεγμένα στοιχεία μπορούμε να τα δούμε μετά είτε σε μορφή excel είτε σε μορφή γραφήματος, με ακρίβεια δευτερολέπτου. Αυτό μας βοηθά αρκετά κατά την εμφάνιση κάποιου σφάλματος, να αναλύσουμε τα δεδομένα εκείνης της στιγμής και να το επιλύσουμε.

2.3.3 Σύστημα παραμέτρων

Το λογισμικό σύστημα της Α/Γ ελέγχει όλα τα στοιχεία που επιτηρεί με βάση τα όρια τιμών τα οποία έχει το κάθε στοιχείο. Αυτά τα όρια τα δηλώνουμε εμείς με βάση τα υλικά της Α/Γ (π.χ. υπάρχουν διάφορα σασμάν, και το καθένα έχει άλλα όρια σε θερμοκρασίες πιέσεις κτλ), είτε την νομοθεσία/δίκτυο που έχει η κάθε χώρα είτε στις ιδιαιτερότητες που έχει το κάθε πάρκο.

Αυτά τα όρια λοιπόν τα δηλώνουμε μέσω των κωδικοποιημένων παραμέτρων, βάση του κατασκευαστή (GAMESA).

Τις παραμέτρους χρειάζεται να τις φορτώσουμε στο σύστημα στην πρώτη ενεργοποίηση της Α/Γ και κάθε φορά που αλλάζουμε φθαρμένο ανταλλακτικό του συστήματος ελέγχου.

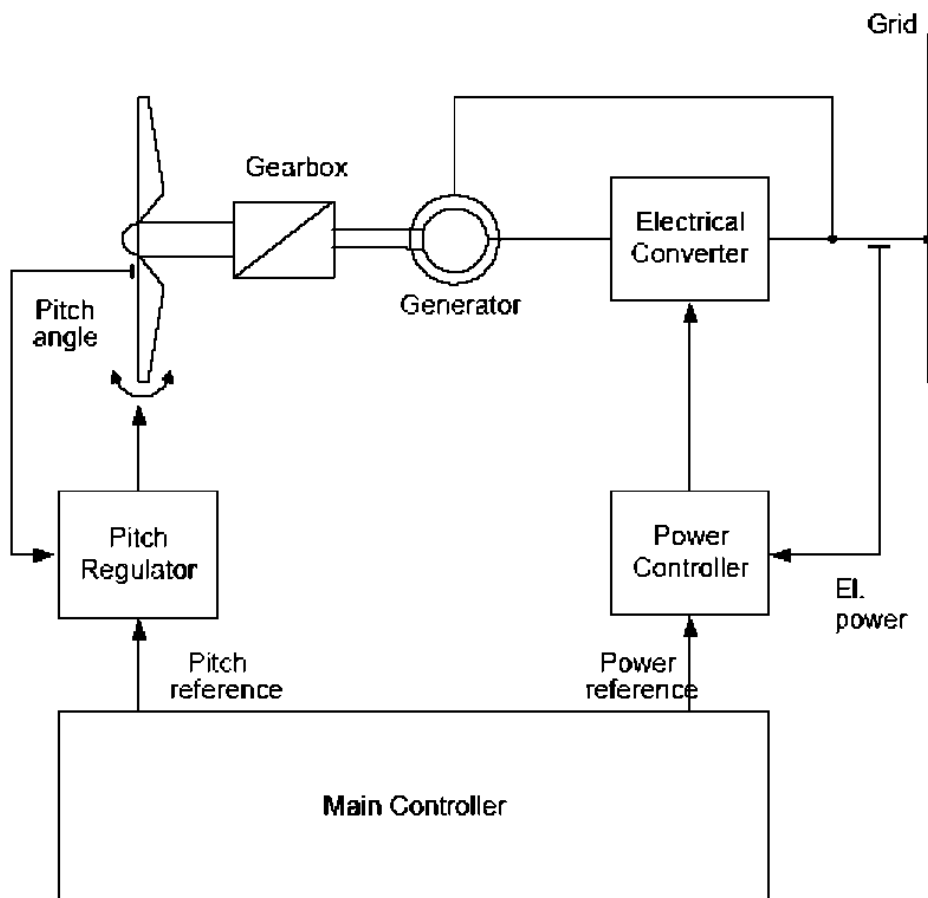
2.3.4 Γενική διαμόρφωση ελέγχου

Στο σχέδιο 12 παρουσιάζεται το θεωρητικό σύστημα ελέγχου. Διαχωρίζεται σε 3 μπλοκ:

Κύριο ελεγκτή: Διαχειρίζεται τις γενικές λειτουργίες ελέγχου και παράγει τις τιμές αναφοράς για την γωνία του βήματος και τα παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια.

Ρυθμιστής βήματος: Ρυθμίζει την γωνία του βήματος σύμφωνα με την τιμή αναφοράς που έχει πάρει από τον κύριο ελεγκτή.

Ελεγκτής ισχύος: ρυθμίζει την παραγόμενη ενέργεια που παραδίδεται στο δίκτυο σύμφωνα με την τιμή αναφοράς που έχει πάρει από τον κύριο ελεγκτή.



σχέδιο 12

2.3.5 Πίνακες ελέγχου

- Βασικός Πίνακας ελέγχου

Ο πίνακας ελέγχου που βρίσκεται στη βάση του πυλώνα, είναι πίνακας χαμηλής τάσης(690V-230V) και πραγματοποιεί τις παρακάτω λειτουργίες:

- Ελέγχει την ενεργή και άεργη ισχύς που παράγει η Α/Γ
- Οδηγεί την τροφοδοσία τάσης στα ηλεκτρικά συστήματα κίνησης της Α/γ.
- Επικοινωνία μεταξύ των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.
- Παρακολουθεί την σωστή λειτουργία όλων των προγραμμάτων οδήγησης διαμέσου της παρακολούθησης και επεξεργασίας των σημάτων που λαμβάνει από κυκλώματα της Α/Γ.
- Προστασία προς το προσωπικό που εργάζεται στην Α/Γ από τυχόν σφάλμα αυτής ή από λάθος χειρισμό των εργαζομένων.
- Προστασία της Α/Γ και του εξοπλισμού της από τυχόν σφάλμα αυτής ή από λάθος χειρισμό των εργαζομένων.
- Προστασία της Α/Γ και του εξοπλισμού της από τυχόν σφάλμα δικτύου. Όπου σφάλμα δικτύου αναφέρεται στα παρακάτω όρια:
 - § Τάση $\pm 10\%$
 - § Ανισορροπία τάσης $\pm 5\%$
 - § Συχνότητα $\pm 6\%$
- Συγχρονίζει τη σύνδεση και την αποσύνδεση από το δίκτυο, για τις οποίες ελέγχονται τα ακόλουθα: το πλάτος, η συχνότητα και οι φάσεις που και οι δύο καταστάσεις που δημιουργούν τα κύματα της γεννήτριας και του δικτύου.
- Βελτιστοποιεί τη λειτουργία σε οποιαδήποτε ταχύτητα του ανέμου, μεγιστοποιεί την παραγωγή και ελαχιστοποιεί τα φορτία και των θόρυβο, χάρη στην λειτουργία μεταβλητής ταχύτητας.

Ο πίνακας ελέγχου έχει σε 3 διαφοροποιημένες λειτουργικές ζώνες:

- Ζώνη τροφοδοσίας: αυτή είναι υπεύθυνη για να ελέγχει την τάση και κάνει την διαχείριση την σύνδεση και την αποσύνδεση της Α/Γ από/στο δίκτυο. Μετατρέπει την ενέργεια που παράγεται από τον δρομέα της γεννήτριας και ρυθμίζει τον συγχρονισμό με το δίκτυο της συνολικής παραγόμενης ισχύς.
- Ζώνη προστασίας και ζυγών: η έξοδος της παραγόμενης ισχύς, με την απαιτούμενες προστασίες είναι σε αυτό το μέρος του πίνακα ελέγχου.
- Ζώνη ελέγχου: ορισμένες ενέργειες για τη λειτουργία της Α/Γ μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσω της οθόνης που υπάρχει σε αυτό το μέρος (αλλαγή κατάστασης της Α/Γ, διάφορα τεστ κτλ)

Ο πίνακας ελέγχου περιέχει 2 συστήματα που επικοινωνούν μεταξύ τους για να πραγματοποιούνται οι λειτουργίες της Α/Γ:

- 1 μετατροπέα ισχύος με το δικό του σύστημα ελέγχου(CCU central control unit)
- 1 PLC για τον έλεγχο της Α/Γ

- Πίνακας ελέγχου της ατράκτου

Ο πίνακας ελέγχου της ατράκτου είναι χαμηλής τάσης και πραγματοποιεί τις παρακάτω λειτουργίες:

- ο Ελέγχει όλους τους αισθητήρες και τα ηλεκτρικά προγράμματα οδήγησης των κυκλωμάτων που περιέχονται στην άτρακτο της Α/Γ.
- ο Επικοινωνία με τον άλλο πίνακα ελέγχου
- ο Παρακολουθεί την σωστή λειτουργία όλων των προγραμμάτων οδήγησης διαμέσου της παρακολούθησης και επεξεργασίας των σημάτων που λαμβάνει από κυκλώματα της Α/Γ.
- ο Προστασία προς το προσωπικό που εργάζεται στην Α/Γ από τυχόν σφάλμα αυτής ή από λάθος χειρισμό των εργαζομένων.

Ο πίνακας ελέγχου είναι κατασκευασμένος από δύο διαφορετικά τμήματα (δεξί και αριστερό):

- ο Αριστερό: σύνδεση των καλωδίων ισχύος από την μεριά του στάτη της γεννήτριας και προστασίας αυτών.
- ο Δεξί: ηλεκτρονικές κάρτες και ηλεκτρονόμοι για τον έλεγχο των ηλεκτρικών και ΣΑΕ κυκλωμάτων της Α/Γ.

2.4 Converter(μετατροπέας)

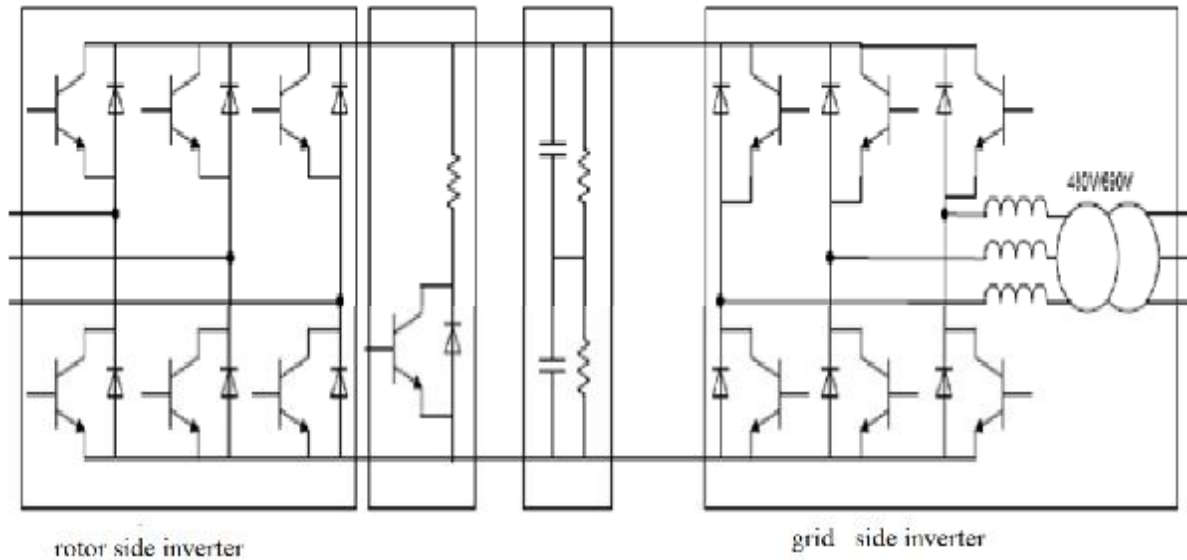
Ο converter είναι απαραίτητος σε μία Α/Γ, είτε λειτουργεί με ασύγχρονη γεννήτρια είτε με σύγχρονη γεννήτρια. Η διαφορά είναι ότι στην πρώτη περίπτωση χρειάζεται να κάνει μετατροπές και προς τις 2 κατευθύνσεις δηλαδή και από το δίκτυο προς τον δρομέα της γεννήτριας και στην αντίστροφη κατεύθυνση, ενώ στην δεύτερη περίπτωση χρειάζεται να μετατρέπει μόνο από τον δρομέα προς το δίκτυο.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση έχουμε να κάνουμε με ένα διπλά τροφοδοτούμενο converter , δηλαδή που μετατρέπει και προς τις 2 κατευθύνσεις.

Αυτό γίνεται τροφοδοτώντας τον δρομέα της γεννήτριας (με το ρεύμα διέγερσης από τον μετατροπέα μέσω των δακτυλιδιών ολίσθησης) οπότε η τάση και η συχνότητα του δικτύου μετατρέπονται στις κατάλληλες τιμές που ορίζει ο πίνακας ελέγχου. Αυτό γίνεται με το σκοπό να πιάσει τις κατάλληλες μαγνητικές στροφές ώστε να παράγεται η ισχύς που αναλογεί στην συγκεκριμένη ταχύτητα του ανέμου.

Αυτό επιτυγχάνεται μέσω των ηλεκτρονικών ισχύος του converter. Για αυτό κυρίως χρησιμοποιούνται και στις 2 μεριές του converter IGBTs που έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν την τάση από AC σε DC. Για την εξομάλυνση της τάσης χρησιμοποιούνται πυκνωτές και αντιστάσεις. Τέλος στον converter υπάρχει και το chopper, το οποίο σε περίπτωση υπέρτασης μηδενίζει την DC τάση.

Ο converter για να καταφέρει να κάνει αυτές τις μετατροπές, σε γενικές γραμμές μετατρέπει την τάση από: εναλλασσόμενη σε συνεχή και μετά από συνεχή σε εναλλασσόμενη. Αυτό περιγράφεται στο σχέδιο 13



Σχέδιο 13

2.5 Αισθητήρες A/Γ

2.5.1 Έλεγχος θερμοκρασίας λαδιού σασμάν

Ψύξη λαδιού

Για την ψύξη του λαδιού του σασμάν υπάρχει ένα ψυγείο με δύο ανεμιστήρες(εικόνα 6, χαμηλή και υψηλή ταχύτητα)

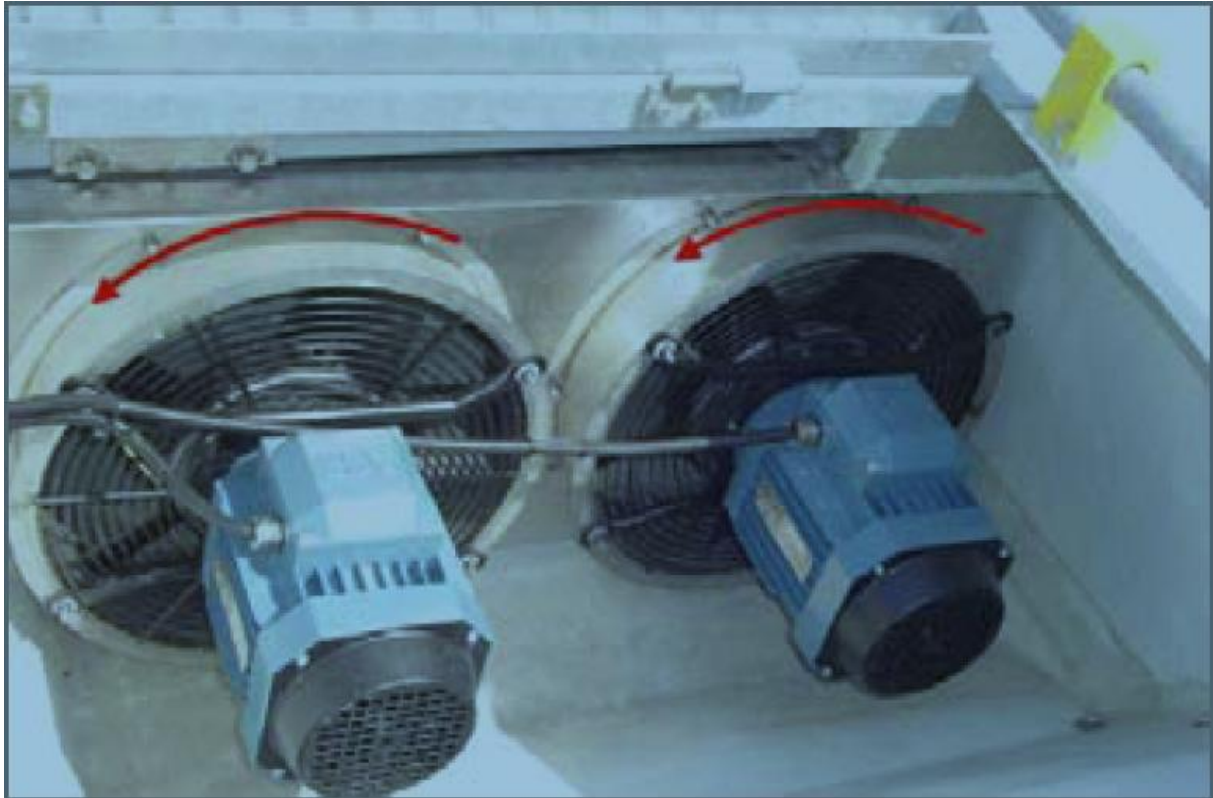
Όταν η θερμοκρασία λαδιού υπερβαίνει τους 45°C η θερμοστατική βαλβίδα ανοίγει σταδιακά μέχρι τους 60°C όπου και είναι πλήρως ανοικτή και είναι κλειστή η παράκαμψη από το ψυγείο και το λάδι οδηγείται όλο στο ψυγείο.

Η ηλεκτρική αντλία αναλαμβάνει στους 59°C και σταματάει τη λειτουργία της στους 55°C . Ο πρώτος ανεμιστήρας ξεκινάει στους 55°C και σταματάει στους 50°C . Ο δεύτερος ξεκινάει στους 61°C και σταματάει στους 55°C .

Όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 80°C η A/Γ θα μπει σε κατάσταση pause και θα στείλει ένα σφάλμα για την υψηλή θερμοκρασία στο λάδι του σασμάν.

Θέρμανση λαδιού σασμάν

Εάν η θερμοκρασία στο λάδι του σασμάν πέσει κάτω από τους 5° C τότε το λάδι ζεσταίνεται με την λειτουργία αντιστάσεων οι οποίες είναι τοποθετημένες μέσα στο σασμάν. Οι αντιστάσεις θα σταματήσουν τη λειτουργία τους όταν το λάδι φτάσει στους 8° C.



Εικόνα 6

2.5.2 Αισθητήρας θερμοκρασίας PT 100

Πολλά από τα μέρη της ανεμογεννήτριας, χρειάζεται να ελέγχονται από τον πίνακα ελέγχου για την θερμοκρασία τους. Τέτοια μέρη είναι τα ακόλουθα:

- Ρουλεμάν
- Ερμάρια
- Γεννήτρια
- Θερμοκρασία λαδιών(υδραυλικής μονάδας, σασμάν)
- Μετασχηματιστής μέσης τάσης
- Άτρακτος

Ανάλογα με τα όρια που έχουμε δώσει μέσω των παραμέτρων, αν οι θερμοκρασία ξεφύγει από αυτά τα όρια, η Α/Γ σταματά με το ανάλογο σφάλμα.

Η μέτρηση της θερμοκρασίας επιτυγχάνεται με μεταβλητές αντιστάσεις(PT sensor εικόνα 7), οι οποίες αλλάζουν την τιμή της αντίστασης τους ανάλογα με την θερμοκρασία

(βήμα 0.38 ohm/°C). Στον πίνακα4 που ακολουθεί βλέπουμε ενδεικτικές τιμές σχέσης θερμοκρασίας-αντίστασης.

Temp. °C	Temp. °C R ohm	Temp. °C	R ohm
-20	92,2	+70	127,1
-10	96,1	+80	130,9
0	100	+90	134,7
+10	103,9	+100	138,5
+20	107,8	+110	142,3
+30	111,7	+120	146,1
+40	115,5	+130	149,8
+50	119,4	+140	153,6
+60	123,2	+150	157,3

Πίνακας 4



Εικόνα 7

2.5.3 Αισθητήρες μέτρησης των στροφών της Α/Γ

Ένα από τα βασικά στοιχεία της ανεμογεννήτριας είναι οι στροφές της. Χρειάζεται να είναι γνωστές με ακρίβεια σε κάθε κύκλο ελέγχου που κάνει το PLC. Αυτό χρειάζεται ώστε να μπορεί να ελέγχει τις στροφές που χρειάζεται να έχει η Α/Γ και κατά επέκταση η

γεννήτρια ώστε να μπορεί να καθορίσει τη γωνία στρέψης των πτερυγίων, ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου, με σκοπό την απαιτούμενη παραγομένη ισχύ.

Επίσης χρειάζεται να είναι γνωστές οι στροφές για λόγους ασφαλείας της Α/Γ. Αν αναγνωριστεί κάποια υπερστροφή, είτε λόγω κάποιας ξαφνικής υψηλής ριπής ανέμου είτε γιατί δεν λειτουργεί σωστά κάποιο από τα συστήματα που οδηγεί το γωνία στρέψης των πτερυγίων, ώστε άμεσα να μπορέσει να σταματήσει η Α/Γ.

Για να λειτουργήσουν σωστά αυτές οι παράμετροι, χρησιμοποιούνται 3 αισθητήρες:

- 2 αισθητήρες μέτρησης των στροφών του ρότορα
- 1 αισθητήρας μέτρησης των στροφών της γεννήτριας (εικόνα 8, encorder).

Οι 2 δύο αισθητήρες που μετρούν τις στροφές του ρότορα, είναι επαγωγικοί αισθητήρες και οι δύο και έχουν την ίδια λειτουργία και τον ίδιο σκοπό. Μετρούν τις στροφές μέσω του των δακτυλίων που φαίνονται στο σχέδιο 14, είναι εγκαταστημένοι στην ίδια βάση, με ίδια απόσταση(ορισμένοι από τον κατασκευαστή). Αυτοί οι αισθητήρες λειτουργούν ως ένα διακόπτης που κλείνει όταν ένα υλικό σιδήρου υλικό είναι κοντά στην επιφάνεια ανίχνευσης. οι αισθητήρες βρίσκονται απέναντι από ένα δίσκο συνδεδεμένο με τον άξονα περιστροφής. Καθώς ο άξονας περιστρέφεται, οι αισθητήρες αποστέλλουν ένα μεταβλητής συχνότητας σειρά παλμών, η οποία εξαρτάται από την ταχύτητα της περιστροφής και τον αριθμό των αυλακώσεων στο δίσκο.



σχέδιο 14



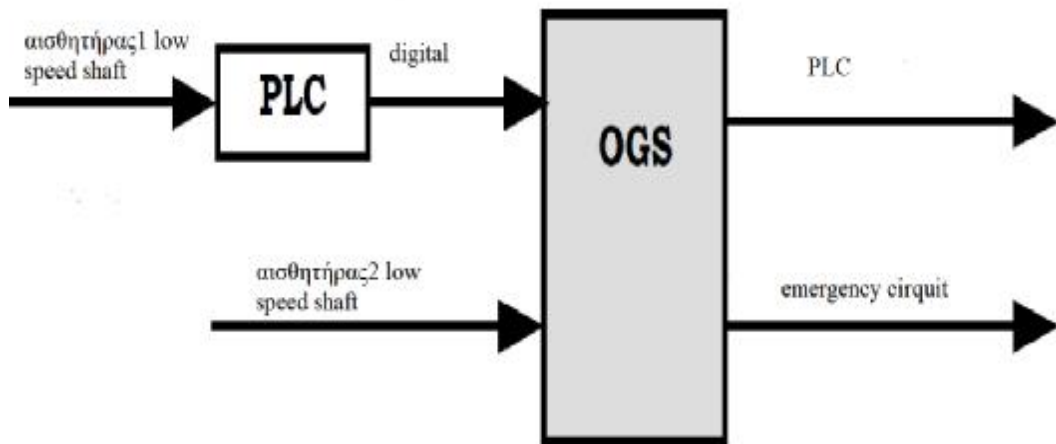
Εικόνα 8

Ο σκοπός των αισθητήρων είναι η προστασία της Α/Γ από υπερστροφή. Υπάρχουν 2 για λόγους ασφάλειας. Όπως βλέπουμε και στο σχέδιο 15, μπορεί να έχουν ίδια λειτουργία αλλά έχουν διαφορετικό τρόπο δράσης. Ο πρώτος αισθητήρας αφού πρώτα μετατραπεί το σήμα του σε ψηφιακό, στέλνεται στο PLC, το οποίο με τη σειρά του αν ελέγχει αν είναι ο αριθμός των στροφών μέσα στα όρια και ανάλογα ενεργεί. Επίσης το PLC χρησιμοποιεί αυτή την μέτρηση για να δώσει την ανάλογη εντολή στο βήμα γωνίας στρέψης των πτερυγίων.

Ο δεύτερος αισθητήρας ενεργεί με ένα ξεχωριστό αυτόνομο κύκλωμα (OGS overspeed guard system), το οποίο ελέγχει αν είναι ο αριθμός των στροφών μέσα στα όρια και ανάλογα ενεργεί.

Οι στροφές του ρότορα, στην ονομαστική ισχύ του της ανεμογεννήτριας, και οι στροφές του που ενεργοποιείται το σφάλμα υπερστροφής είναι οι ακόλουθες:

§ Ονομαστικές στροφές:	26,2 στρ/λπτ
§ Στροφές ενεργοποίησης σφάλματος:	33,1 στρ/λπτ



σχέδιο 15

Οι στροφές της γεννήτριας μετριοούνται από ένα αισθητήρα (εικόνα 9) ο οποίος είναι συνδεδεμένος μέσω ενός μικρού άξονα στο πίσω μέρος της γεννήτριας. Το σήμα του μεταδίδεται άμεσα στον πίνακα ελέγχου και το PLC. Η χρήση της μέτρησης των στροφών, γίνεται για τους ακόλουθους 3 λόγους:

- ο Καθορισμός της παραγόμενης ισχύς
- ο Σύγκριση με τον αριθμό στροφών του ρότορα, με βάση το λόγω σχέση(61,7)
- ο Προστασία της Α/Γ από υπερστροφή (ενεργό σφάλμα στις 1900 rpm ονομαστικές στροφές 1620rpm)



Εικόνα 9

2.5.4 Αισθητήρας Δόνησης

Η ανεμογεννήτρια είναι εφοδιασμένη και με ένα αισθητήρα δόνησης(εικόνα10). Βρίσκεται στο μέτρο της ατράκτου. Αν η κίνησή του περάσει τα επιτρεπτά όρια, ενεργοποιείται και έτσι λαμβάνει σήμα το PLC και αυτό με τη σειρά του απενεργοποιεί την Α/Γ.



Εικόνα 10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ Τακτική συντήρηση Α/Γ G52

3.1 3μηνη-6μηνη-ετήσια συντήρηση

Οι ανεμογεννήτριες από την στιγμή που μπαίνουν σε λειτουργία χρειάζονται τακτική συντήρηση. Κυρίως τα μηχανικά μέρη, οι βίδες και τα μπουλόνια, τσεκάρισμα των λαδιών και κάποια από τα ηλεκτρικά μέρη.

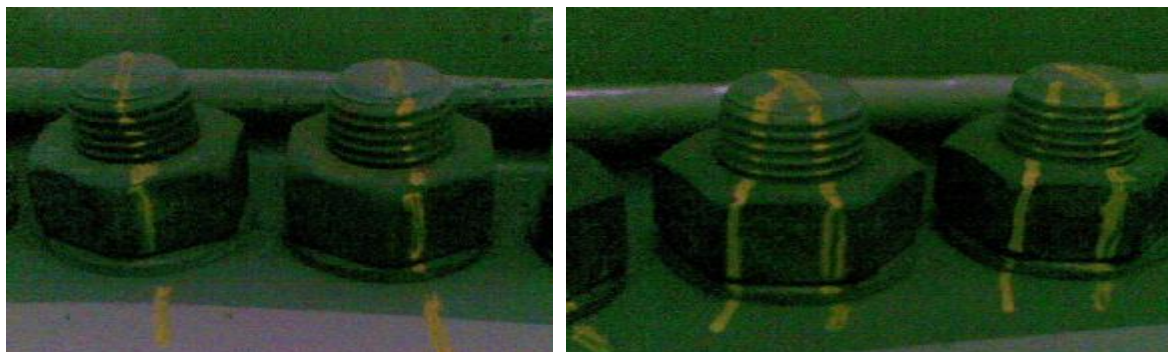
Οι περιγραφή της συντήρηση δεν θα είναι λεπτομερής, καθώς δεν μπορούν να αναπαραχθούν τα εγχειρίδια συντήρησης της GAMESA. Θα αναφερθούμε στα είδη της συντήρησης και ποιες εργασίες περιλαμβάνουν αυτές, αλλά χωρίς να αναφερόμαστε σε λεπτομέρειες.

Τα είδη της συντήρησης που πραγματοποιούνται στην ανεμογεννήτρια από το μόνιμο προσωπικό είναι τα ακόλουθα:

- ο 3μηνη συντήρηση: Πραγματοποιείται 3 μήνες μετά την έναρξη λειτουργίας της Α/Γ. Ελέγχονται όλες οι βίδες και τα μπουλόνια των μηχανικών μερών. όλες με οπτικό έλεγχο και κάποιες από αυτές με δυναμόκλειδο. Το πόσες εξαρτάται από το ποιο μηχανικό μέρος ελέγχουμε και αν αυτό το ποσοστό που ελέγχουμε είναι οκ.

Παράδειγμα: Ο κύριος άξονας με το hub συνδέονται με 30 βίδες οι οποίες συσφίγγονται με 1950 Nm. Κατά την τρίμηνη συντήρηση ελέγχονται τα σημάδια όλων των βιδών οπτικά και 5 από αυτές ελέγχονται με το δυναμόκλειδο για να δούμε αν οι σύσφιξη είναι ακόμη στις τιμές που ορίζονται. Σε περίπτωση που 1 από τις 5 είναι πιο χαλαρές θα πρέπει να τσεκαριστούν η επόμενη και η προηγούμενη. Αν πάνω από δύο είναι χαλαρές θα πρέπει να τσεκαριστούν με δυναμόκλειδο και οι 30 βίδες.

Στην φωτογραφία που ακολουθεί βλέπουμε τι βίδες και τα μπουλόνια με ένα σημάδι, που σημαίνει ότι έχουν ελεγχθεί οπτικά μόνο και με τα δύο σημάδια όπου σημαίνει ότι η σύσφιξη τους έχει ελεγχθεί με δυναμόκλειδο.



- 6μηνη συντήρηση:

Στην εξάμηνη συντήρηση εκτός από τον οπτικό έλεγχο των βιδών και των μπουλονιών, περιλαμβάνει γρασάρισμα μηχανικών μερών, καθώς και ηλεκτρικά και υδραυλικά τεστ στα επιμέρους συστήματα της Α/Γ.

Πλήμνη (Hub)

- Οπτικός έλεγχος στα μπουλόνια που συγκρατεί την πλήμνη πάνω στο hub.
- Οπτικός έλεγχος για χαλαρά μπουλόνια που ενώνει τα κομμάτια της μύτης.
- Οπτικός έλεγχος για ρωγμές

Αντικεραυνική προστασία

- Έλεγχος σε όλα τα καλώδια και τις συνδέσεις της αντικεραυνικής προστασίας.

Φτερά

- Έλεγχος στα φτερά για ρωγμές ή τυχόν χτύπημά από κεραυνό
- Έλεγχος της αντικεραυνικής προστασίας των φτερών

Ρουλεμάν των φτερών με το hub.

- Γρασάρισμα των ρουλεμάν. Το κάθε ρουλεμάν παίρνει 520 γρ. γράσου.
- Έλεγχος διαρροής γράσου από τα λάστιχα των ρουλεμάν
- Έλεγχος τζόγου μεταξύ φτερού και ρουλεμάν.

Τραβέρσα και συνδετική ράβδος.

- Έλεγχος και λάδωμα του άξονα της τραβέρσας.
- Γρασάρισμα των ρουλεμάν του άξονα

Κύριος άξονας

- Γρασάρισμα των ρουλεμάν.
- Ακουστικός έλεγχος των ρουλεμάν.

Έλεγχος στο σασμάν.

- Έλεγχος στη στάθμη λαδιού του σασμάν
- Έλεγχος στο φίλτρο αέρα του σασμάν.
- Παίρνουμε δείγμα λαδιού για ανάλυση.
- Έλεγχος για ρινίσματα μετάλλου στο εσωτερικό του σασμάν.
- Έλεγχος για διαρροή λαδιού.

Σύνδεσμος γεννήτριας - σασμάν

- Οπτικός έλεγχος για ρωγμές

Γεννήτρια

- Έλεγχος στα ρουλεμάν της γεννήτριας (αν ακούγεται κάποιος περίεργος θόρυβος).
- Γρασάρισμα των ρουλεμάν.
- Έλεγχος στις ψύκτρες και στο τύμπανο ολίσθησης και καθαρισμός με οινόπνευμα από την σκόνη που προκαλείται από τις ψύκτρες σε όλο το χώρο.
- Αλλαγή στις ψύκτρες εάν αυτό χρειάζεται

Έλεγχος στο σύστημα της υδραυλικής αντλίας.

- Έλεγχος της στάθμης λαδιού
- Έλεγχος για τυχόν διαρροές
- Έλεγχος του πρεσοστάτη ένδειξης πίεσης.
- Έλεγχος ορίων λειτουργίας της υδραυλικής.
- Έλεγχος πίεσης στους συσσωρευτές και συμπλήρωμα αζώτου εάν χρειαστεί.
- Έλεγχος της βαλβίδας ασφαλείας.
- . Έλεγχος στο σύστημα προσανατολισμού (yaw system)
 - Έλεγχος του yaw system για τζόγους στον άξονα και για περίεργους θορύβους.
 - Έλεγχος για διαρροή λαδιού
 - Έλεγχος και ρύθμιση των ελατηρίων στο σύστημα του yaw.
 - Γρασάρισμα της επιφάνειας τριβής
 - Γρασάρισμα στα γρανάζια.
- . Μηχανικό φρένο.
 - Έλεγχος στο πάχος του δισκόφρενου
 - Έλεγχος στο πάχος των τακακίων



γρανάζι του yaw system

- Ετήσια συντήρηση:

Στην ετήσια συντήρηση επαναλαμβάνονται ό τι γίνεται στην εξάμηνη συντήρηση και γίνονται επιπλέον τα παρακάτω:

- ο Αλλαγή του on-line φίλτρου του σασμάν
- ο Αλλαγή του off-line φίλτρου του σασμάν
- ο Αλλαγή του φίλτρου αέρα του σασμάν
- ο Αλλαγή του φίλτρου λαδιού της υδραυλικής μονάδας
- ο Αλλαγή του φίλτρου αέρα της υδραυλικής μονάδας

Σε όλα τα είδη των συντηρήσεων, κατά την διάρκεια των εργασιών συμπληρώνεται μια επίσημη φόρμα στην οποία καταγράφονται όλες οι εργασίες που έγιναν στην εργασία. Κατόπιν παραδίδεται στον κύριο του έργου.

Οι εργασίες της συντήρησης απαιτούν το ελάχιστο 8 ώρες εργασία από 2 εργαζόμενους.

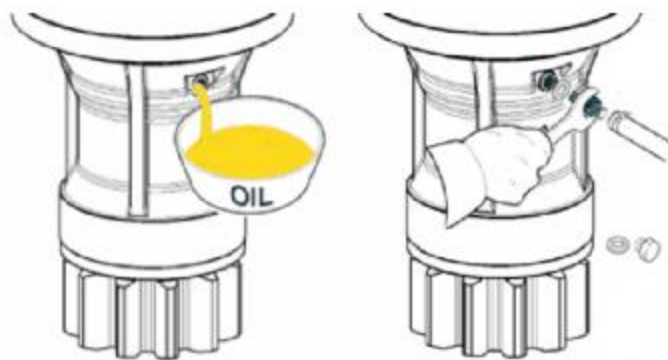
3.2 Αλλαγή λαδιών

Τρία μέρη της Α/Γ λειτουργούν με συνεχή λίπανση. Για την σωστή λειτουργία των μερών αυτών είναι απαραίτητη η τακτική αλλαγή λαδιών. Η αλλαγή αυτή γίνεται ανάλογα το είδος των λαδιών και ανάλογα τον κατασκευαστή. Τα 3 αυτά μέρη είναι:

- ο Yaw gear
- ο Υδραυλική μονάδα
- ο Σασμάν

- Yaw gear:

Η αλλαγή των λαδιών(σχέδιο 16) γίνεται κάθε 7 χρόνια. Η χωρητικότητα και η ποσότητα που χρειάζεται αλλαγή είναι 8,7 lt. Η αλλαγή γίνεται με την τοποθέτηση των παλιών σε άδειο δοχείο και μετά πληρώνουμε με το καινούριο λάδι.



σχέδιο 16

- Υδραυλική μονάδα:

Η αλλαγή λαδιών στην υδραυλική μονάδα γίνεται κάθε 5 χρόνια. Η ποσότητα η οποία κάνουμε την αλλαγή, είναι 60lt. Η αλλαγή γίνεται με την τοποθέτηση των παλιών σε άδειο δοχείο και μετά πληρώνουμε με το καινούριο λάδι.

- Σασμάν:

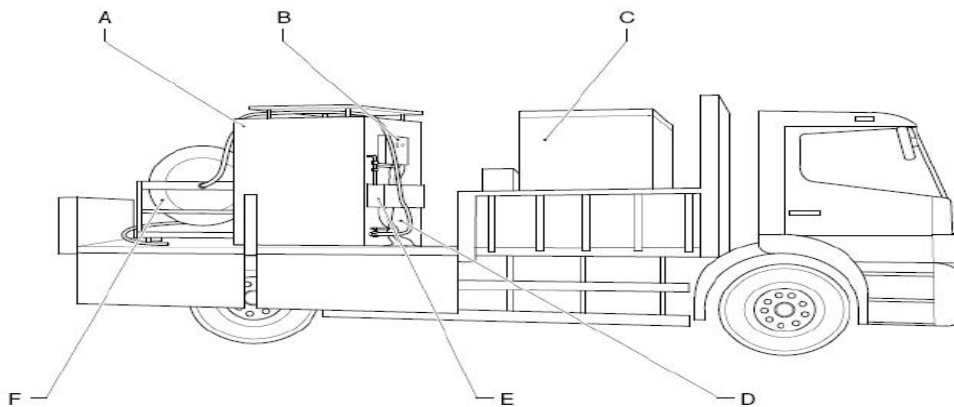
Η χωρητικότητα του σασμάν εξαρτάται από τον κατασκευαστή. Στην προκειμένη περίπτωση έχουμε 2 είδη κιβωτίων: Echesa 110 lt, Rexroth 150 lt.

Η διάρκεια ζωής των λαδιών πάλι εξαρτάται από το είδος των λαδιών.

- Συνθετικά λάδια: αλλαγή κάθε 24 μήνες
- Ορυκτέλαια: αλλαγή κάθε 36 μήνες

Η αλλαγή μπορεί να γίνει με 2 τρόπους: είτε τοποθετώντας τα παλιά λάδια σε άδεια δοχεία εντός της ατράκτου και πληρώνοντας ύστερα με τα καινούρια λάδια.

Ο δεύτερος τρόπος είναι μέσω ειδικού οχήματος (σχέδιο 17). Το οποίο περιέχει 2 δεξαμενές(1 με τα παλιά και μία για τα καινούρια λάδια) , μια αντλία και καθώς ένα σωλήνα ο οποίος επικοινωνεί με το σασμάν. Αφού μεταφέρει τα παλιά λάδια από το σασμάν στη δεξαμενή, κατόπιν μεταφέρει τα καινούρια λάδια εντός αυτού.



Position	Name
A	New oil tank
B	Control cabinet
C	Used oil tank
D	Main pump
E	Oil heat cooler
F	Hose collection system

σχέδιο 17

3.3 Προληπτικό σύστημα συντήρησης (PMS)

Το προληπτικό σύστημα συντήρησης ή αλλιώς PMS (predictive maintenance system), είναι μια καινοτομία της GAMESA στις Α/Γ. Βασίζεται στην ανάλυση των κραδασμών με σκοπό τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας των Α/Γ.

Το PMS ελέγχει τα κύρια μηχανικά μέρη της Α/Γ: την γεννήτρια (ρουλεμάν), το σασμάν και τον κύριο άξονα. Το σύστημα λειτουργεί αυτόνομα από τα ηλεκτρονικά συστήματα της Α/Γ και καταγράφει τυχόν προβλήματα των μερών αυτών.

Τα 2 βασικά μέρη του προληπτικού συστήματος συντήρησης είναι: η μονάδα ελέγχου (εικόνα 11) και επεξεργασίας και τα επιταχυνσιόμετρα (αισθητήρες δόνησης)



Εικόνα 11



PMS gearbox accelerometers

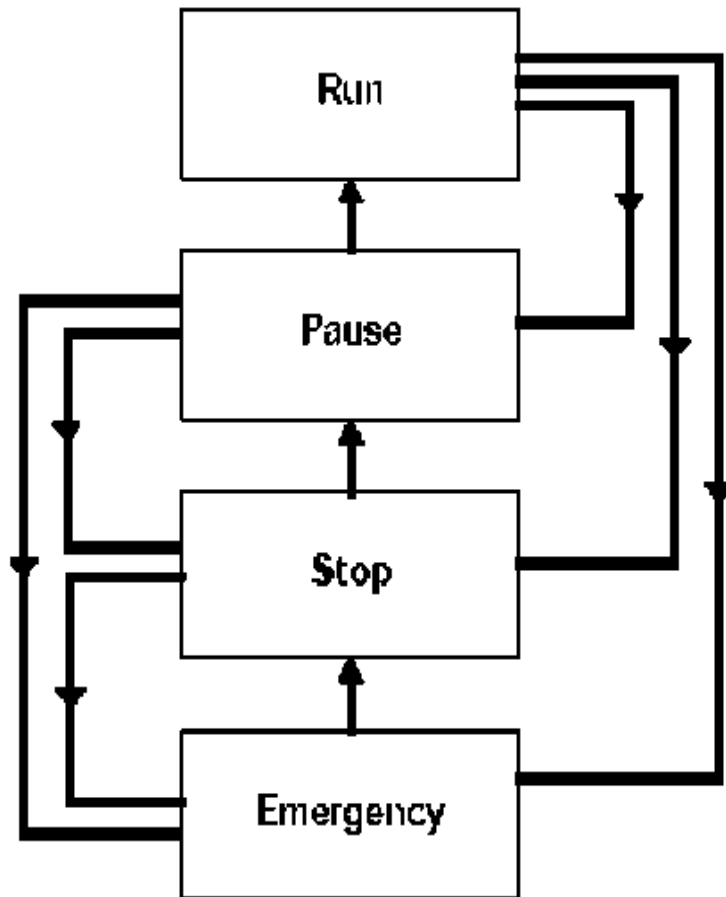
ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV Λειτουργία και σφάλματα

4.1 Λειτουργία

Η Α/Γ μπορεί να λειτουργήσει σε 4 καταστάσεις: RUN, PAUSE, STOP, EMERGENCY

- **RUN:** Αυτή είναι η κατάσταση με την υψηλότερη δραστηριότητα (υπάρχει και η κατάσταση READY, αλλά ουσιαστικά είναι η ίδια κατάσταση με την RUN, αλλά ο άνεμος είναι κάτω από τα 4μ/δευ και η Α/Γ δεν παράγει).
 - Το φρένο είναι ελεύθερο
 - Η Α/Γ λειτουργεί και παράγει
 - Το σύστημα του βήματος λειτουργεί και επιλέγει τον βέλτιστο τρόπο λειτουργίας (από -5° έως 90°)
 - Το σύστημα προσανατολισμού λειτουργεί
 - Τα συστήματα ψύξης/θέρμανσης λειτουργούν
- **PAUSE:**
 - Το φρένο είναι ελεύθερο.
 - Η Α/Γ δεν παράγει.
 - Η υδραυλική μονάδα διατηρεί την πίεση λειτουργίας (180-200 bar).
 - Το σύστημα του βήματος λειτουργεί και ρυθμίζει το βήμα στρέψης των πτερυγίων σταθερά στις 83° .
 - Τα συστήματα ψύξης θέρμανσης λειτουργούν.
 - Το σύστημα προσανατολισμού λειτουργεί.
- **STOP:**
 - Το φρένο είναι ελεύθερο
 - Η Α/Γ δεν παράγει.
 - Η υδραυλική μονάδα διατηρεί την πίεση λειτουργίας (180-200 bar).
 - Το σύστημα του βήματος λειτουργεί και ρυθμίζει τη γωνία στρέψης των πτερυγίων στις 90° .
 - Το σύστημα αυτόματου προσανατολισμού δεν λειτουργεί.
 - Τα συστήματα θέρμανσης λειτουργούν.
- **EMERGENCY:** Αυτή είναι η κατάσταση με την χαμηλότερη δραστηριότητα.
 - Το φρένο είναι ενεργοποιημένο.
 - Η Α/Γ δεν παράγει.
 - Η υδραυλική μονάδα δεν λειτουργεί.
 - Το σύστημα του βήματος δεν λειτουργεί. Η γωνία στρέψης των πτερυγίων είναι σταθερή στις 90° .
 - Το σύστημα αυτόματου προσανατολισμού δεν λειτουργεί.

Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 17 η αύξηση στο σύστημα δραστηριότητας γίνεται βαθμιαία. Αυτή η βαθμιαία άνοδος εξασφαλίζει την ανίχνευση σφαλμάτων στα κυκλώματα της Α/Γ.



Σχέδιο 17.συνέχεια καταστάσεων λειτουργίας της Α/Γ 1

Εκτός από τις καταστάσεις λειτουργίας αυτές της Α/Γ υπάρχει και η κατάσταση **MANUAL**. Δεν πρόκειται για κατάσταση λειτουργίας, αλλά έτσι παρουσιάζεται η κατάστασή της όταν τεχνικοί εργάζονται εντός αυτής. Η αλλαγή σε **MANUAL** γίνεται από τις καταστάσεις **PAUSE**, **STOP**, **EMERGENCY** και όχι από **RUN**. Γίνεται χειροκίνητα από το μενού της οθόνης.

Η κατάσταση **MANUAL** εξασφαλίζει στους εργαζόμενους ότι μπορούν να μπουν στο μενού του ελεγκτή που επιτρέπει σε αυτούς να κάνουν τα απαραίτητα τεστ στην Α/Γ. Αυτό χρειάζεται είτε κατά την περίοδο της συντήρησης είτε κατά διάρκεια επίλυσης κάποιου σφάλματος.

Τέλος εξασφαλίζει στους εργαζόμενους ασφάλεια κατά την εργασία τους, καθώς σε αυτή την κατάσταση δεν μπορεί να γίνει απομακρυσμένος χειρισμός(κεφ. 4.3), όπου θα μπορεί να τους βλάψει.

4.2 Σφάλματα

Κατά την λειτουργία της ανεμογεννήτριας, μπορεί να εμφανιστούν κάποια σφάλματα σε αυτή, με αποτέλεσμα την διακοπή λειτουργίας της. Έτσι έχουμε χαμένη παραγόμενη ενέργεια, σε περίπτωση που το σταμάτημα γίνει κατά την διάρκεια περιόδου με ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη από 4μ/δευ και μικρότερη από 25 μ/δευ.

Για την διευκόλυνση των τεχνικών αυτά τα σφάλματα διαχωρίζονται σε κατηγορίες βάση των σε ποιο μέρος της Α/Γ αναφέρεται το σφάλμα:

- Σύστημα προσανατολισμού
- Υδραυλική μονάδα
- Περιβαλλοντικές συνθήκες
- Σασμάν
- Γεννήτρια
- Επικοινωνίες
- Βήμα στρέψης πτερυγίων
- Καταστάσεις λειτουργίας
- Σύνδεση στο δίκτυο
- Λογισμικό
- Σφάλματα ελεγχόμενα από την CCU

Η επόμενη διάκριση των σφαλμάτων έχει να κάνει με τρόπο τον οποίο των σφάλμα απενεργοποιείται και έτσι η Α/Γ μεταβαίνει πάλι σε κατάσταση λειτουργίας. Αυτή η διάκριση έχει να κάνει με την κρισιμότητα του σφάλματος και αν αυτή επιφέρει την ανάγκη άμεσης διακοπής λειτουργίας της Α/Γ όχι. Αυτός ο διαχωρισμός έχει γίνει από το τεχνικό τμήμα της GAMESA.

- Auto fast: σφάλματα τα οποία απενεργοποιούνται αυτόματα σε 30 δευτερόλεπτα και η Α/Γ επαναλειτουργεί. Αυτό μπορεί να γίνει 3 φορές μέσα σε 2 ώρες, αλλιώς το σφάλμα μετατρέπεται σε local.
- Auto short: σφάλματα τα οποία απενεργοποιούνται αυτόματα μετά από 1 λεπτό και η Α/Γ επαναλειτουργεί.
- Auto long: σφάλματα τα οποία απενεργοποιούνται αυτόματα μετά από 10 λεπτά και η Α/Γ επαναλειτουργεί.
- Local: η απενεργοποίηση του σφάλματος απαιτεί παρουσία προσωπικού εντός της Α/Γ.
- Remote: η απενεργοποίηση του σφάλματος μπορεί να γίνει μέσω απομακρυσμένου ελέγχου (κεφ. 4.3).
- Warning: προειδοποίηση, η οποία επιφέρει σταμάτημα της λειτουργίας της Α/Γ έπειτα από 72 ώρες.

Τα auto short/long καθώς και τα remote σφάλματα έχουν και τους ακόλουθους διαχωρισμούς με βάση πάλι την κρισιμότητα τους:

- Auto short/long:
 - § Σφάλματα που απενεργοποιούνται 3 φορές αυτόματα μέσα σε 6 ώρες. Μετά

μετατρέπονται σε local σφάλμα.

§ Σφάλματα που απενεργοποιούνται 3 φορές αυτόματα μέσα σε 6 ώρες. Έπειτα επιτρέπονται 3 remote απενεργοποιήσεις μέσα σε 6 ώρες και μετά μετατρέπονται σε local σφάλμα.

ο Remote:

§ επιτρέπονται 3 remote απενεργοποιήσεις μέσα σε 6 ώρες και μετά μετατρέπονται σε local σφάλμα.

Όλα τα σφάλματα είναι καταγεγραμμένα σε έγγραφο που δίνεται στους τεχνικούς. Εκεί αναφέρονται για κάθε σφάλμα συμβουλές προς τους τεχνικούς, για τους πιθανούς λόγους του σφάλματος και σε ποιο κύκλωμα βρίσκεται. Έτσι είναι πιο εύκολος και πιο γρήγορος ο τρόπος αντιμετώπισης των σφαλμάτων και κατά συνέπεια μικρότερος ο χρόνος σταματήματος της Α/Γ.

4.3 Απομακρυσμένος έλεγχος

Ο έλεγχος της ανεμογεννήτριας, δηλαδή η αλλαγή καταστάσεων λειτουργίας ιδιαίτερα κατά παρουσία κάποιου σφάλματος γίνεται μόνο από εξουσιοδοτημένο προσωπικό.

Όπως αναφέραμε στην προηγούμενη ενότητα κάποια σφάλματα μπορούν να απενεργοποιηθούν από απομακρυσμένο έλεγχο.

Απομακρυσμένος έλεγχος γίνεται από τα ακόλουθα δύο μέρη:

- ο Κτίριο ελέγχου: αυτό συνήθως βρίσκεται εντός του αιολικού πάρκου ή σε μικρή απόσταση από αυτό. Οι εργαζόμενοι παρακολουθούν τις Α/Γ από τον κεντρικό υπολογιστή που υπάρχει εκεί. Αναφέρεται η κατάσταση λειτουργίας της Α/Γ καθώς και όλες οι άμεσες και έμμεσες πληροφορίες που χρειάζονται (ταχύτητα ανέμου, θερμοκρασία περιβάλλοντος, στροφές της γεννήτριας κτλ). Οπότε κατά την παρουσίαση κάποιου σφάλματος στην Α/Γ, εμφανίζεται και στον κεντρικό υπολογιστή. Έτσι οι τεχνικοί μπορούν να επέμβουν και να το απενεργοποιήσουν άμεσα αν αυτό είναι remote , αλλιώς θα πρέπει να επέμβουν άμεσα στην Α/Γ και να απενεργοποιήσουν το local σφάλμα.
- ο Κέντρο ελέγχου Α/Γ της GAMESA: αυτό βρίσκεται στην Ισπανία. Οι χειριστές εκεί έχουν το ίδιο λογισμικό περιβάλλον που υπάρχει και στο κτίριο ελέγχου. Παρακολουθούν και επεμβαίνουν στα remote σφάλματα όμως μόνο εκτός ωραρίου των τεχνικών του αιολικού πάρκου. Αυτό γίνεται για λόγους ασφαλείας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V Επιδιόρθωση-αλλαγή μεγάλων τμημάτων της Α/Γ

Η αλλαγή κατεστραμμένων ανταλλακτικών της Α/Γ γίνεται από το προσωπικό του αιολικού πάρκου. Αυτό συμβαίνει κατά την τακτική συντήρηση και κατά την επίλυση των σφαλμάτων. Αυτές οι εργασίες ονομάζονται small corrective.

Υπάρχουν όμως και κάποια κύρια μέρη της Α/Γ, που για να αλλαχθούν χρειάζονται να γίνουν εξειδικευμένες εργασίες. Επίσης το χαρακτηριστικό αυτών των εργασιών είναι ότι απαιτείται παρουσία τουλάχιστον ενός γερανού. Αυτές οι εργασίες ονομάζονται Large corrective.

Για να χρειαστεί να γίνει η αλλαγή βέβαια πρέπει να η βλάβη να έχει επηρεάσει όλο το σύστημα και όχι μέρος αυτού. Π.χ. αν η γεννήτρια έχει βλάβη σε κάποιο από τα 2 ρουλεμάν ή στους δακτυλίους ολίσθησης, η αντικατάσταση αυτών γίνεται στη Α/Γ από το μόνιμο προσωπικό του πάρκου. Αντίθετα αν η βλάβη είναι στο στάτη ή στο δρομέα, η επιδιόρθωση πρέπει να γίνει στο εργοστάσιο του κατασκευαστή.

Επειδή οι επιδιόρθωση των μεγάλων τμημάτων της Α/Γ είναι χρονοβόρα, ο κύριος του έργου συνήθως εξοπλίζεται με έξτρα τεμάχια αυτών. Έτσι μπορεί να γίνει η αντικατάσταση αυτών, χωρίς να χρειάζεται να αναμένει την επιδιόρθωσή τους. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η ελαχιστοποίηση του σταματήματος της Α/Γ και κυρίως η ελαχιστοποίηση της χαμένης παραγόμενης ενέργειας.

Τέτοιες εργασίες είναι:

- Αλλαγή των πτερυγίων
- Αλλαγή του κυρίου άξονα
- Αλλαγή του σασμάν
- Αλλαγή του γεννήτριας

Αυτές οι εργασίες δεν είναι τόσο συχνές και συνήθως πραγματοποιούνται από εξειδικευμένο προσωπικό με την συμβολή του μόνιμου προσωπικού του αιολικού πάρκου.

5.1 Ζημιές και αλλαγή πτερυγίων

Τα πτερύγια της ανεμογεννήτριας έχουν αντικεραυνική προστασία που τους παρέχει ασφάλεια. Παρόλο αυτά αν ο κεραυνός είναι αρκετά ισχυρός μπορεί να βλάψει τα πτερύγια.

Οι ζημιές που προκαλούνται στα πτερύγια τις περισσότερες φορές είναι μικρές και επισκευάζονται ενώ ο ρότορας είναι στη θέση του, από εξειδικευμένο προσωπικό. Αυτό καταφέρνεται με τη βοήθεια είτε κάποιου γερανού με ενσωματωμένο καλάθι στην άκρη του

είτε με κινητή πλατφόρμα όπου ανυψώνει το προσωπικό στο ύψος που είναι η ζημιά.

Σε αρκετά μικρές ζημιές(εικόνες 12-13), τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί ένας νέος τρόπος επισκευής αυτών. Ο τρόπος αυτός αναφέρεται ως *gore access works*(εικόνα 14). Αυτή η μέθοδος ήταν ήδη διαδεδομένη σε άλλους τεχνολογικούς χώρους, αλλά όχι στις ανεμογεννήτριες. Οι εργαζόμενοι ουσιαστικά κρεμιούνται από το πάνω μέρος της Α/Γ μέσω ειδικών σχοινιών και κατευθύνονται προς το μέρος του πτερυγίου που έχει την βλάβη μαζί με τον εξοπλισμό που χρειάζονται και την επιδιόρθωση αυτών.

Ακολουθεί φωτογραφία από επισκευή πτερυγίου με αυτή την μέθοδο καθώς και φωτογραφίες με παραδείγματα μικρών ζημιών στα πτερύγια της ανεμογεννήτριας είτε από κεραυνό είτε από άλλο παράγοντα.



Εικόνα 12



Εικόνα 13



Εικόνα 14

Ελάχιστες φορές ο κεραυνός μπορεί να προκαλέσει μεγάλη ζημιά(εικόνα 15) στο πτερύγιο. Τότε η επισκευή πρέπει να γίνει στο έδαφος. Για λόγους πιο γρήγορης επιδιόρθωσης προτιμάται να αλλαχθούν τα πτερύγια με καινούρια και τα κατεστραμμένα να επισκευασθούν στο έδαφος, παρά την αναμονή της επισκευής. Έτσι μειώνονται οι ημέρες που η Α/Γ παραμένει σταματημένη.



Εικόνα 15

Οι αλλαγή των πτερυγίων απαιτεί την παρουσία δύο γερανών(ένας κύριος και ένας βοηθητικός) και 5 ατόμων τεχνικού προσωπικού. Οι δυνατότητα ανύψωσης των γερανών εξαρτάται από το ύψος της ανεμογεννήτριας και του βάρους του ρότορα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση του αιολικού πάρκου Παναχαϊκό ΙΙ, απαιτείται γερανός ανυψωτικής δυνατότητας 200 τόνων.

Στις μεγαλύτερες Α/Γ μπορεί να γίνει αλλαγή ενός πτερυγίου και μόνο από την Α/Γ. Σε αυτές της Α/Γ απαιτείται να γίνει η αλλαγή στο έδαφος. Οπότε απαιτείται όλος ο ρότορας (hub-πτερύγια) να μεταφερθεί στο έδαφος και μετά να γίνει η αλλαγή των πτερυγίων. Αυτές οι εργασίες πρέπει πολύ αυστηρά να ακολουθήσουν τα κατάλληλα μέτρα ασφαλείας (κεφ.6).

Για να επιτευχθεί αυτό, οι εργασίες που ακολουθούν είναι:

- Ελευθέρωση του hub από το σύστημα βήματος στρέψης των πτερυγίων
- Τοποθέτηση ανυψωτικών εργαλείων στο hub(εικόνα 16) και σύνδεση με τον γερανό



Εικόνα 16

- ο Ελευθέρωση των 50 M33 βιδών που ενώνει το hub με τον κύριο άξονα που έχουν ροπή σύσφιξης 1950 Nm.

Έπειτα ο ρότορας τοποθετείται σε οριζόντια θέση πάνω σε μία ειδική βάση(εικόνα 17) που είναι τοποθετημένη και αλφαδιασμένη στο έδαφος.



Εικόνα 17

Αυτό προαπαιτεί η ταχύτητα του ανέμου να είναι μικρότερη από 12μ/δευ(όρια ασφαλείας της GAMESA για αυτήν την εργασία). Για να τοποθετηθεί ο ρότορας σε οριζόντια θέση γίνεται χρήση και του βοηθητικού γερανού, ο οποίος καθώς κατεβάζει ο πρώτος γερανός τον ρότορα, συγκρατεί το κάθετο πτερύγιο ώστε να γίνει η αλλαγή από κάθετη θέση σε οριζόντια(εικόνα 18)



Εικόνα 18

Αφού ο ασφαλιστεί ο ρότορας πάνω στη βάση αυτή, αρχίζει η αποσυναρμολόγηση του ρότορα. Ένα ένα τα πτερύγια ελευθερώνονται από το hub λύνοντας τις 72 M24 βίδες που συνδέουν το ρουλεμάν του πτερυγίου με το hub με ροπή σύσφιξης 800Nm.

Αφού και τα 3 πτερύγια έχουν ελευθερωθεί, συνεχίζει η αντίστροφη εργασία με την συναρμολόγηση των καινούριων πτερυγίων και την ανέγερση του νέου ρότορα.

Συνήθως αυτή εργασία απαιτεί διάρκεια 2 ημερών: μία για το κατέβασμα και την αποσυναρμολόγηση του παλαιού ρότορα και μία την συναρμολόγηση και την ανέγερση του νέου.






















ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI Μέτρα ασφαλείας στην εργασία στις Α/Γ

6.1 Γενικά μέτρα ασφαλείας

Η εργασία στις ανεμογεννήτριες χρήζει αρκετά της προσοχής των εργαζομένων καθότι υπάρχουν κίνδυνοι κατά την διάρκεια των εργασιών από τους ακόλουθους λόγους:

- ο Παρουσία ηλεκτρικής τάσης
- ο Έκθεση σε χημικά (π.χ. λάδια)
- ο Εργασία σε ύψος

Για κάθε εργασία που πραγματοποιείται στην Α/Γ, στο εγχειρίδιο εργασιών περιγράφεται ποιοι κίνδυνοι περιέχονται για αυτούς τους λόγους. Εκεί ο κάθε εργαζόμενος θα πρέπει να αναγνωρίζει τα σήματα ασφαλείας που περιέχονται σε αυτά. Παραδείγματα ακολουθούν:

	Permanent risk of danger		Risk of falling objects		Risk of laser radiation
	Risk of electrical contact		Risk of falling suspended loads		Risk of combustible materials
	Risk of entrapment		Risk of noise		Risk of corrosive materials
	Risk of slippery surface		Risk due to batteries		Risk of explosive materials
	Risk of falling to different levels		Risk of high temperatures		Risk of toxic materials
	Risk of falls on the same level		Risk of hot surfaces		Risk of non-ionizing radiation
	Risk of fixed objects at low heights		Risk of low temperatures		Risk of magnetic field

	General Obligations		Obligatory use of a helmet		Obligatory use of gloves
	Obligation to remain anchored		Mandatory use of head and face protection		Mandatory use of a mask
	Mandatory use of eye protection		Mandatory use of safety boots		Obligatory protection of the body
	Obligatory use of hearing protection				

	Entry is prohibited to unauthorized personnel		Do not touch		Do not smoke
	Do not light fires		Do not touch high tension		

Αντίστοιχα σήματα ασφαλείας υπάρχουν και εντός της Α/Γ όπου αυτά χρειάζονται.

Οι εργαζόμενοι επίσης πρέπει να λαμβάνουν υπόψη και τα μέτρα ασφαλείας κατά την διάρκεια μετακίνηση εντός και εκτός του αιολικού πάρκου. Στο εθνικό δίκτυο ακολουθούνται οι εθνικοί κανόνες οδήγησης. Εντός αιολικού πάρκου, τα όρια οδήγησης είναι:

- Κανονικές καιρικές συνθήκες: 40 km/h
- Επικίνδυνες καιρικές συνθήκες: 20 km/h

Σημαντικός παράγοντας που μπορεί να διακόψει τις εργασίες είναι οι καιρικές συνθήκες.

Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται κατά την διάρκεια καταιγίδων, όπου απαγορεύεται οποιαδήποτε εργασία στο αιολικό πάρκο.

Επίσης την χειμερινή περίοδο, κατά την διάρκεια των χιονοπτώσεων, ο δρόμος πρόσβασης πρέπει να είναι ανοιχτός και τα όρια του να φαίνονται στους οδηγούς για να επιτραπεί η πρόσβαση στο αιολικό πάρκο.

Ένας ακόμη παράγοντας που πρέπει οι εργαζόμενοι να προσέχουν είναι, η ταχύτητα του ανέμου. Για αυτό στο εγχειρίδιο ασφαλείας της κάθε εργασίας, αναφέρεται το μέγιστο επιτρεπτό όριο της ταχύτητας του ανέμου. Ακολουθεί ενδεικτικοί πίνακες.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	
Πρόσβαση στην Α/Γ	25m/sec
Πρόσβαση στην άτρακτο	20m/sec
Εργασία έξω από την άτρακτο	15m/sec
Εργασίας εντός του hub	12m/sec
Εργασίες με καλάθι σε γερανό	12m/sec
Εργασίας σε ανυψωτική πλατφόρμα	10m/sec
Εργασία με σκοινιά σε εξωτερικό χώρο	12m/sec
Χρήση του βοηθητικού γερανού εργαλείων	20m/sec
Χρήση ασανσέρ με οδηγό καλωδίων	18m/sec
Χρήση ασανσέρ με σταθερό οδηγό	20m/sec

ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	
Τακτική συντήρηση εξωτερικά	15m/sec
Τακτική συντήρηση στο hub	15m/sec
Τακτική συντήρηση στη άτρακτο	20m/sec
Τακτική συντήρηση στον πυλώνα	20m/sec
Αποσυναρμολόγηση κυρίου άξονα	15m/sec
Εργασίες στο σύστημα στρέψης των πτερυγίων	15m/sec
Αντικατάσταση στοιχείων του μηχανικού φρένου	15m/sec
Αλλαγή ρότορα	12m/sec
Αλλαγή της ατράκτου	15m/sec
Αλλαγή της γεννήτριας	15m/sec
Αλλαγή του πίνακα ελέγχου της ατράκτου	15m/sec
Αλλαγή του γραναζιού του συστήματος αυτόματου προσανατολισμού	15m/sec
Αλλαγή του σασμάν	15m/sec
Αλλαγή του διακόπτη μέσης τάσης	15m/sec
Αλλαγή του ανεμομέτρου/ανεμοδείκτη	15m/sec

6.2 ΜΑΠ (μέσα ατομικής προστασίας)

Όπως αναφέραμε στην προηγούμενη ενότητα η εργασία στις ανεμογεννήτριες περιέχει κινδύνους καθώς οι εργαζόμενοι βρίσκονται σε ύψος, κοντά σε χημικά και σε ηλεκτρική τάση.

Για το καθένα από αυτούς τους λόγους ο εργαζόμενος πρέπει να έχει τα ατομικά μέτρα προστασίας για να μπορεί να συμμετάσχει στις εργασίες χωρίς κίνδυνο. Στο εγχειρίδιο εργασιών αναφέρεται ποιοι κίνδυνοι υπάρχουν και ποια μέσα προστασίας απαιτούνται για αυτές.

Χωρίς αυτά τα ατομικά μέσα προστασίας απαγορεύεται οι εργασίες στις Α/Γ. Παρέχονται από εργοδότη και είναι καθήκον του εργαζόμενου να τα διατηρεί σε καλή κατάσταση. Σε χρονικά διαστήματα που ο κατασκευαστής ορίζει γίνεται έλεγχος σε αυτά από κάποιον ειδικό. Επίσης ορίζει και διάρκεια ζωής αυτών των μέσων προστασίας. Ενδεικτικά κάποια από αυτά φαίνονται στις παρακάτω φωτογραφίες.



ζώνη ασφαλείας εργασίας



θηλιά στήριξης



γυαλιά για προστασία από χημικά



πλήρους προσώπου μάσκα



συσκευή προστασίας πτώσεως



διηλεκτρικά γάντια

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

www.eletaen.gr	06/01/2013
http://www.gamesacorp.com/en/	21/12/2012
http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_wind_turbine_manufacturers	06/01/2013
International Electrotechnical Commission	31/08/2005
Vestas Wind Technology S.A.manual	
Gamesa S.A. operation and maintenance manual (τα πνευματικά δικαιώματα αυτού του εγγράφου είναι της Gamesa Corporation technology S.A.)	16/06/2009
http://www.enercon.de/en-en/	24/12/2012