الجامعة التقنية الوسطى
المعهد التقني / الكوت
قسم تقنيات ونظم الطاقة المتجددة

مشروع تخرج

تحت عنوان

تصميم وتصنيع توربين رياح ذو محور عمودي

DESIGN AND FABRICATION OF VERTICAL AXIS WIND TURBINE

مقدم من الطلاب

1- زين العابدين علي
2- زهراء كريم
3- زينب رحيم
4- زينب جاسم
5-حسين عودة جاسم

تحت اشراف

م.م. حسنين رياض محمود

2024---2023

ت	العنوان	رقم الصفحة
1	شكر والتقدير	4
2	الاهداء	5
3	الملخص النضري	6
4	الفصل الأول تعريف المشروع	8
5	اهداف المشروع	9
6	الفصل الثاني	10
7	الشكل 2.1 توربينات الرياح ذات المحور الأفقي. والشكل 2.2توربينات الرياح ذات المحور العمودي	12
9	الشكل 2.3 مقارنة بين (HAWT)و(VAWT)	13
10	مبدأ عمل VAWT	15
11	2.3 طاقة الرياح	16
12	الشكل 2.4 ارتباط الارتفاع بسرعة الرياح وقوتها.	18
13	الشكل 2.7 (VAWT)	23
14	2.9 الضوضاء والاهتزازات	26
15	الفصل الثالث	27
16	الشكل 3.1 النموذج (أ)و2.3نموذج (ب)	28
17	المكونات الرئيسية ل VAWTوعملية التصنيع	30
18	الشكل 3.3محرك دون فرش v36	31
19	شكل 3.4 يوضح خراطة الجزء الخارجي من المحرك	32
20	الشكل 3.5 يوضح تثبيت حامل الشفرات على المحرك	33
21	الشكل 3.6 يوضح عمل المحرك	34
22	الشكل 3.7 3ph Bridge Rectifier	35
23	المظهر النهائي لـ VAWT الخاص بنا	37

24	الفصل الرابع (النتائج)	38
25	الجدول 4.1 مقارنة سرعة الرياح مع الفولتية المتولدة.	39
26	الفصل الخامس (الاستنتاجات والتوصيات)	41
27	المراجع	43

شكر وتقدير

نود أن نعرب عن تقديرنا العميق لجميع الذين قدموا لنا إمكانية استكمال هذا المشروع. شكر خاص لمشرفنا الأستاذ حسنين رياض محمود الذي ساعدنا في تحفيز الاقتراحات والتشجيع على تنسيق مشروعنا وخاصة في تصنيع وكتابة هذا التقرير. علاوة على ذلك، نود أيضًا أن نعترف بالدور الحاسم الذي قام به فنيو المختبر، الذين قدموا الإذن باستخدام جميع المعدات المطلوبة والمواد اللازمة لإكمال المهمة المطروحة. شكر خاص لزملائنا الطلاب الذين ساعدونا أثناء التجميع وقدموا اقتراحات حول المهمة. شكر خاص أيضًا للجنة المناقشة التي ساهمت في تحسين مهارات العرض لدينا بفضل تعليقاتهم ونصائحهم. وأخيرًا وليس آخرًا، الشكر لله عز وجل الذي حفظنا وآمننا وصحتنا طوال هذه الفترة.

الاهداء

نهدي هذا العمل إلى الله تعالى الذي أوصلنا إلى هذا الحد، نحن وعائلاتنا ومحاضرينا وأصدقائنا على لطفهم وتفانيهم ودعمهم اللامتناهي وجهودهم في التوجيه والتمويل.

ملخص تنفيذي

تقدم هذا الملخص التنفيذي نظرة عامة على مشـــروع تصـــنيع توربين رياح عمودي، والذي يهدف إلى تطوير توربين يعتمد على تقنية الرياح العمودية لتوليد الطاقة الكهربائية. يتضـمن المشـروع عمليات تصـميم وتطوير وتصنيع الأجزاء الرئيسية للتوربين، مع التركيز على تحسين كفاءة وأداء الجهاز.

تمثل التوربينات الرياح العمودية حلاً مبتكرًا في مجال توليد الطاقة المتجددة، حيث تتيح هذه التقنية فرصًـــا مثيرة للاســـتخدام في البيئات الحضرية والريفية على حد سواء. يهدف المشروع إلى تطوير توربين رياح عمودي قوي وفعّال، يمتاز بتصـــميم مبتكر وأداء ممتاز وتكلفة منخفضة.

يتميز المشـــروع بفريق عمل متخصـــص ومؤهل، يتولى التصـــميم والهندسة والتصنيع بأعلى معايير الجودة والسلامة. كما يتم تبني أحدث التقنيات والمواد في عمليات التصـــنيع، بهدف زيادة كفاءة التوربين وتقليل التكلفة.

من المتوقع أن يكون توربين الرياح العمودي الذي يتم تصـنيعه ضـمن هذا المشـروع، محطة طاقة مسـتدامة وفعّالة، تسـهم في تلبية احتياجات الطاقة المتزايدة وتقليل الانبعاثات الضارة للبيئة.

باختصـــار، يهدف هذا المشـــروع إلى تطوير توربين رياح عمودي متطور، يجمع بين الابتكار التقني والاســـتدامة البيئية، ويعتبر خطوة مهمة نحو تحقيق أهداف الطاقة المتجددة والاستدامة في المستقبل.

في هذا المشروع سوف نقوم بما يلي

- تصميم توربينات الرياح ذات المحور العمودي
- التحقق من كفاءة VAWT
- تقديم اقتراح حول ما إذا كان من الممكن تنفيذه

الفصل الأول

المقدمة

1.1تعريف المشروع

يدور هذا المشروع حول تصميم وتصنيع توربينات الرياح ذات المحور الرأسي (VAWT)التي يمكنها تحويل طاقة الرياح الى طاقة كهربائية مفيدة. الطلب الحالي على الطاقة في العراق مرتفع جداً مقارنة بمتوسط استهلاك الطاقة. وهذا الطلب المرتفع يجب أن يأخذ محور الاهتمام عند التفكير في مصادر الطاقة المختلفة. ومن أفضل مصادر الطاقة التي يمكن أن تطبق مفهوم الاستدامة هي الطاقة المتجددة مثل الشمس والرياح والأنهار. النقطة الإيجابية لطاقة الرياح هي أنه على

عكس الطاقة الشمسية التي تستخدم فقط مع ضوء الشمس، يمكن لتوربينات الرياح أن تكون مفيدة خلال الـ 24 ساعة طوال العام. مفهوم آخر للاستدامة هو الطريقة التي يجب أن نستخدمها في استثمار الطاقة المتجددة بكفاءة وهذا بدوره سيؤدي الى القضاء على المخاطر البيئية وتحسين الصحة ونمط الحياة في العراق عن طريق تقليل انبعاثات غار ثاني اوكسيد الكاربون. تعتبر الشوارع والحدائق العامة والمدارس والمرافق العامة من المستهلكين الرئيسيين للطاقة، ويجب أن يكون هؤلاء المستهلكون عرضة للرياح من وقت لآخر

تقوم فكرة هذا المشروع تصميم وتصنيع توربين رياح عمودي (VAWT) من شانه ان يقوم بتحويل طاقة الرياح الحركية الى طاقة كهربائية ليتم فيما بعد استخدامها في شتى متطلبات الحياة.

1.2اهداف المشروع

1.2.1 الهدف الرئيسي

الهـدف الرئيســي للمشــروع هــو تصــميم وتصــنيع تــوربين ريــاح ذات محور عمودي ب قدرة 300w.

1.2.2 اهداف محددة

1-جمع بيانات الرياح حول المعهد التقني الكوت وتحليلها.

2-مسح وتحديد الموقع الأمثل لتركيبه.

3-التعرف على أفضل المواد المستخدمة في التصنيع.

4-التوصية بما إذا كان استخدامه فعالاً.

الفصل الثاني

المشاريع السابقة

المقدمة

الطاقة هي القاعدة الاقتصـــادية الرئيســـية لأي بلد. ليس من الســـهل الحصـول على مصـادر الطاقة. إن تعدد مصـادر الطاقة أمر في غاية الأهمية لتأمين متطلبات المعيشـــة الأســـاســـية لأي بلد. الاســـتفادة من الطبيعـة يمكن أن تســـاعد في تحويـل بعض الظواهر الطبيعيـة مثـل الشـمس والرياح والماء والنفط إلى طاقة مفيدة. ويسـمى هذا النوع من الطاقة بالطاقة المتجددة. وقد عرفت الصـــحيفة (Science Daily Research)الطاقة المتجددة بأنها شـكل من أشـكال موارد الطاقة التي يتم اسـتثمارها وتحويلها بسـرعة بعملية طبيعية مثل الطاقة المولدة من الشمس أو من الرياح.

في الآونة الأخيرة، لوحظ الطلب المتزايد على الطاقة المتجددة بشـــكل جيد للغاية. وفقاً لتقرير صـادر عن وكالة الطاقة الدولية، ارتفعت نسـبة الزيادة في كمية الكهرباء المنتجة من مصادر الطاقة المتجددة فيما يزيد قليلاً عن 13% في عام 2012 إلى 22% في العام التالي. ويتوقعون أيضًا أن يصل هذا الرقم إلى 26% بحلول عام 2025.

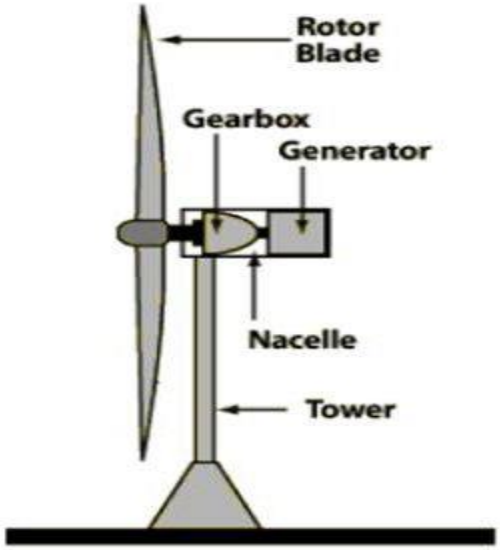
تعمل محطات الطاقة التقليدية في العراق بشـكل أســاســي على الوقود (الغاز أو النفط) الذي يكون غير صديق للبيئة.

اعتبرت منظمة Eco Spark الخيرية البيئية ان محطات توليد الطاقة النفطية واحدة من أكثر المصادر المساهمة في تلوث البيئة.

حيث قامت مؤسـســـة البيئية الخيرية بإدراج التأثيرات البيئية الأكثر أهمية أدناه:

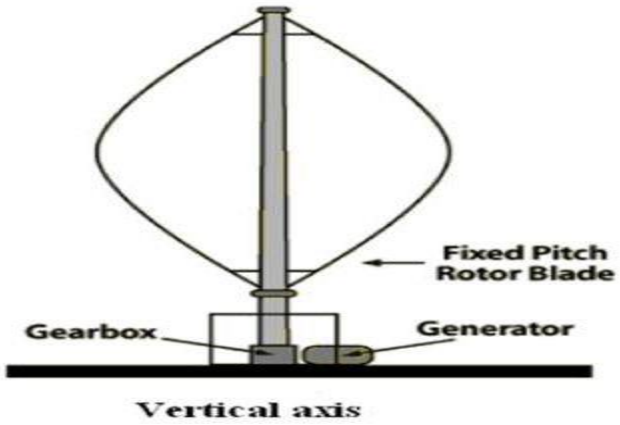
- النفط يسبب تلوث الهواء وانبعاثات الغازات الدفيئة.
- يســـتخدم النفط كميات كبيرة من المياه، ويتســـبب في تلوث المياه والتفريغ الحراري.
- يعتبر استخراج النفط وتكريره مدمراً للبيئة.
- يعد نقل النفط أمرًا محفوفًا بالمخاطر ويمكن أن يضر بالبيئة.
- يعتبر النفط مصدراً غير متجدد للكهرباء.

إن مثل هذه التأثيرات البيئية المذكورة أعلاه تدفعنا إلى التفكير جدياً في مصـادر الطاقة المتجددة والتي من شـأنها القضـاء على المخاطر البيئية وتحســين الصـــحة ونمط الحياة. تعتبر طاقة الرياح من أهم مصـــادر الطاقة. ان مفهوم طاقة الرياح هو تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة ميكانيكية. تعمل هذه الطاقة على تشـــغيل الشـــفرات التي تدير المولدات التي تنتج الكهرباء. ان مشـروعنا يتناسـب مع مصـدر طاقة الرياح. حيث تنص فكرة هذا المشـــروع على عملية تحويل الرياح باســـتخدام توربينات الرياح ذات المحور العمودي (VAWT) إلى طاقة كهربائية. ان توربينات الرياح تكون على نوعين أولا توربينات الرياح ذات المحور الأفقي (HAWT) كما هو موضح في الشكل 2.1 وهي الأكثر استخدامًا في جميع أنحاء العالم ويتم استخدامها كمحطات لتوليد الطاقة الكهربائية. ومع ذلك، فإن نطاق شفرات توربينات الرياح الأفقية كبيرة لذاك فهي لا تناســـب الأماكن الضـــيقة. يجد بعض الأشخاص أيضًا أن مساحة الشفرة الكبيرة لآلات المحور الأفقي غير مقبولة.



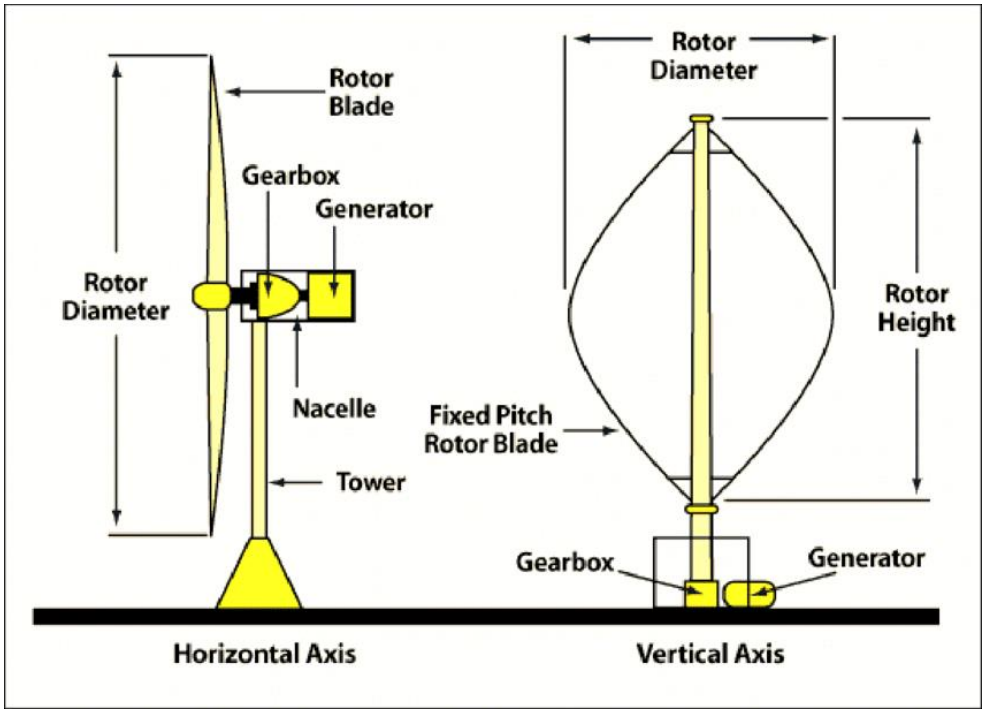
الشكل 2.1 توربينات الرياح ذات المحور الأفقي.

النوع الآخر من توربينات الرياح هو توربينات الرياح ذات المحور الرأسي (VAWT)كما موضح في الشكل(2. 2). VAWT هي التوربينات الأكثر شيوعًا التي يستخدمها الناس لجعل منازلهم مصدراً للطاقة المتجددة.



الشكل2.2 توربينات الرياح ذات المحور العمودي

لا يتم اســـتخدام VAWT بشـــكل شـــائع مثل توربينات الرياح ذات المحور الأفقي. الســـبب وراء ذلك هو أن VAWT أقل كفاءة من HAWT عندما يتم اعتباره مولدًا لمحطة توليد الطاقة. ومع ذلك، بالنسبة للمقاييس الصغيرة مثل المنازل أو الحدائق أو المكاتب، يكون VAWT أكثر كفاءة. يتم تشغيل توربينات المحور الرأسي بواسطة الرياح القادمة من جميع درجات 360 درجة، وحتى التوربينات يتم تشغيلها عندما تهب الرياح من الأعلى إلى الأسفل. بسبب هذا التنوع، يُعتقد أن توربينات الرياح ذات المحور العمودي مثالية للمنشآت التي لا تكون فيها ظروف الرياح منتظمة، أو بسبب الظروف الطبيعية العامة لا يمكن وضع التوربين على ارتفاع كافٍ للاستفادة من الرياح الثابتة. يوضح الشكل 2.3تكوين (HAWT) مقابل (VAWT).



الشكل 2.3 مقارنة بين (HAWT)و(VAWT)

2.2 العمل السابق

هناك نوعان مختلفان من توربينات الرياح العمودية. أحدهما هو نموذج ســـافونيوس الذي يقوم عليه مشـــروعنا، والنوع الآخر هو نموذج داريوس. النموذج الأول يشبه أسطوانة جالون تم قطعها إلى نصفين مع وضـــع النصـــفين على عمود دوار. النموذج الثاني أصـــغر حجمًا ويشبه إلى حد كبير مضرب البيض. معظم توربينات الرياح المستخدمة اليوم هي من طراز سافونيوس. قابل للتجديد

قدم موقع المملكة المتحدة بعض المعلومات حول هذين النموذجين. "ســـافونيوس هو نوع من مولدات توربينات الرياح ذات المحور العمودي (VAWT) التي اخترعها سيجورد يوهانس سافونيوس من فنلندا في عام 1922، على الرغم من أنه تمت تجربة تصميمات مماثلة لتوربينات الرياح في القرون السابقة.

"داريوس هو نوع من مولدات توربينات الرياح ذات المحور العمودي (VAWT). على عكس توربينات الرياح Savonius، فإن Darrius عبارة عن نوع رفع VAWT. فبدلاً من تجميع الرياح في أكواب تسحب التوربينات، يستخدم داريوس قوى الرفع الناتجة عن اصطدام الرياح بالأجنحة الهوائية لإحداث الدوران. في 2.15 يونيو، نشـــرت مجلة البحوث الدولية للهندســـة والتكنولوجيا (IRJET) بحثًا بعنوان "تصميم وتحليل وتصنيع توربينات الرياح ذات المحور الرأسي.

2.2 مبدأ عمل VWRT

أ) توربينات الرياح سافونيوس (عداء المقاومة)

تحتوي توربينات الرياح سافونيوس على شفرات مبنية حول العمود الرأسي في شكل حلزوني، والذي يشبه بشكل أساسي الحمض النووي أو معكرونة فوسيلي. تعد منطقة استقبال الرياح الصلبة والواسعة للشفرات واحدة من أهم ميزات توربينات الرياح سافونيوس.

أثناء التشغيل، تعتمد توربينات الرياح سافونيوس على آلية مقاومة التدفق لتشغيل دواراتها. بكلمات بسيطة، الضغط الديناميكي للرياح على الشفرات يدفع الدوار إلى الدوران. وفي الوقت نفسه، يواجه الجانب الآخر من الشفرات قوة من المقاومة الديناميكية الهوائية أو "السحب "وهذا يشبه تمامًا ما نختبره عند ركوب الدراجات أو الجري هناك دائمًا تدفق هواء ضدنا. ولهذا السبب، لا يمكن لتوربينات الرياح سافونيوس أن تدور إلا بنفس سرعة الرياح.

ب) داريوس (العداء الصاعد)

قوة شفط على الجانب الأمامي من التوربين، مما يدفع الأجنحة إلى الدوران. بسبب شكل الأجنحة، فإنها لا تواجه نفس القدر من السحب الذي تتعرض له توربينات سافونيوس. بمجرد بدء الدوران، تصبح توربينات الرياح داريوس قادرة على التسارع للدوران بشكل تدريجي الى ان نصل الى سرعة محددة.

2.3 طاقة الرياح

تعتبر الطاقة الشمسية هي أحد مصادر الطاقة المتجددة والتي من خلالها يتم تسخين الأرض بشكل غير متساو. يؤدي هذا التسخين غير المتساوي إلى حدوث تغيرات في الضغط الجوي، مما يؤدي إلى توليد الرياح. ويمكن بعد ذلك الاستفادة من هذه الرياح بواسطة توربينات الرياح. عندما تدفع الرياح شفرات التوربينات، يقوم مولد متصل بمحور العمود وعندما يتم تدويره يؤدي الى توليد كهرباء يمكن إرسالها إلى الشبكة واستخدامها في المنازل لتشغيل الاجهزة.

تعتبر توربينات الرياح وسيلة نظيفة لتوليد الطاقة، إلا أن هناك العديد من المشاكل الهامة المتعلقة بها أيضًا. تتمثل إحدى المشكلات في أن تصميمها وتركيبها مكلف للغاية، ومن أجل توليد طاقة كافية للمجتمعات والمدن تحتاج إلى مساحة لمزارع الرياح. هناك مشكلة أخرى وهي أنه يجب إنشاؤها في مواقع تتوفر فيها طاقة رياح كافية لتوليد ما يكفي من الكهرباء لتبرير تكلفة الآلة.

2.3.1 كثافة الطاقة

يمكن للجغرافيا أن تؤثر بشكل كبير على سرعة الرياح، وفي الواقع على قوة الرياح. إن معرفة هذه المعلومات قبل تركيب توربينات الرياح أمر ضروري. المعادلة ادناه تمثل حساب متوسط الطاقة من الرياح

$$P = \frac{1}{2} PV^3 A \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

تشير المعادلة 1 إلى أهمية سرعة الرياح في توليد الطاقة لأن توليد الطاقة يزداد بشكل متناسب مع زيادة الرياح إلى القوة الثالثة. إن معرفة كثافة الطاقة ستسمح بوضع توربينات الرياح في مواقع فعالة للتوليد

2.3.2 سرعة الرياح

عامل مهم آخر هو ارتفاع دوار التوربين. حيث يعد أحد الأســـباب الرئيســية لارتفاع تكاليف توربينات الرياح فكلما زاد ارتفاع التوربين، زادت ســـرعة الرياح، مما يؤدي بدوره إلى زيادة إنتاج الطاقة من المولد. المعادلة 2 هي نموذج الطاقة الذي يقدر تأثير ارتفاع الدوار على الرياح.

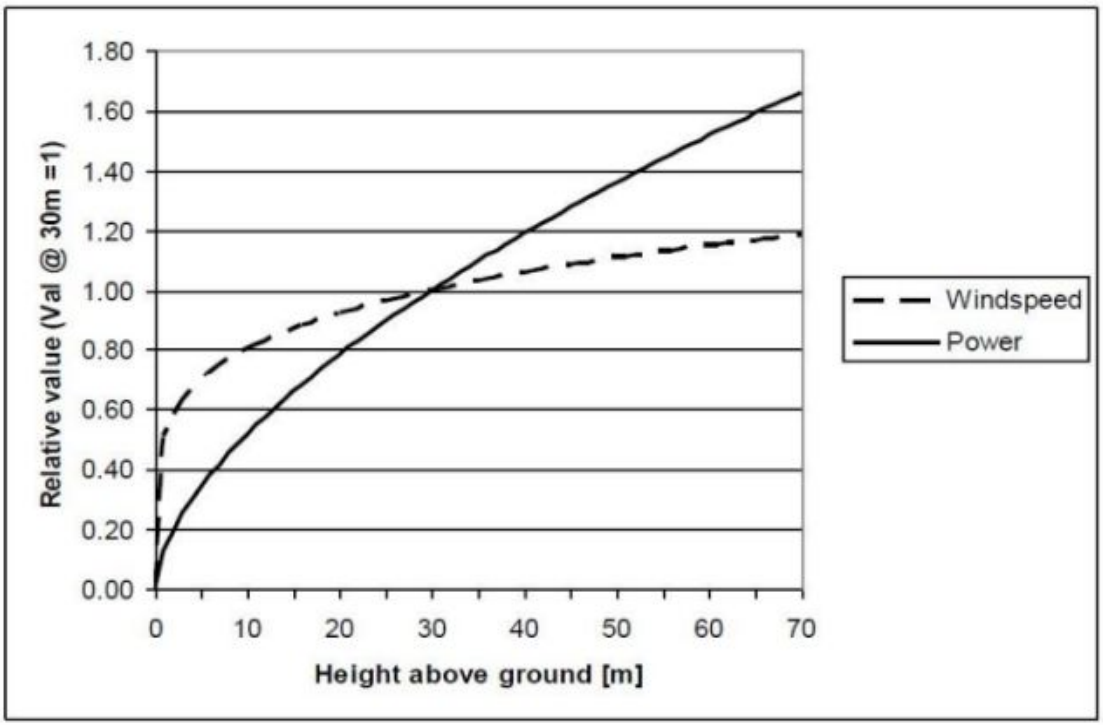
$$V_{(z)} = V_{(zerf)} \left[\frac{Z}{Z_{ref}}\right]^{\alpha} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

V (zref) هي النقطة المرجعية التي يمكن البحث عنها في الرســـم البياني،

(Z) هو الارتفاع فوق سطح الأرض

Alphaهو اس قانون القوة الذي يتأثر بهندسة سطح الأرض ويحتاج الى بحث.

يحتوي الشكل (2. 4)على المعادلة 2 مقابل الارتفاع لإظهار كيف تؤثر سرعات الرياح بشكل كبير على إنتاج الطاقة.



الشكل 2.4 ارتباط الارتفاع بسرعة الرياح وقوتها.

وكما يشير الشكل 4، فإن سرعة الرياح أقل من 30 مترًا في الهواء تزداد بمعدل أسرع من كثافة الطاقة المقابلة. ومع ذلك بمجرد الوصول إلى ارتفاع 30 مترًا تزداد كثافة الطاقة بمعدل أسرع من زيادة سرعات الرياح. وهذا يدل على أنه كلما ازداد ارتفاع توربين الرياح كلما أمكن الحصول على المزيد من الطاقة من التوربين.

2.2.3 معامل الطاقة

معامـل القـدرة هـو النسـبة المئويـة للطاقـة التـي تتلقاهـا توربينـات الريـاح مـن خـلال المنطقـة المعرضـة لشـفرات التوربينـات. المعادلة ادناه توضح كيفية حساب معامل القدرة.

$$C_P = 4\frac{V_t^2}{V_U^2}\left[1 - \frac{V_t}{V_u}\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

فـي المعادلـة 3، Vu هـي سـرعة الـريح عنـد اقترابهـا مـن توربينـات الريـاح وVT هـي سـرعة الـريح أثنـاء مرورهـا عبـر المنطقـة المعرضـة لشـفرات توربينـات الريـاح. يُطلـق علـى الحـد الأقصـى لمعامـل القـدرة الممكـن نظريًـا حـد بيتـز وهـو 0.593. تتمتـع معظـم توربينـات الريـاح الحاليـة اليـوم بمعامـل طاقـة يتـراوح بين 0.3 و0.4.

2.3.4 نسبة سرعة الطرف

تحـدد المعادلـة 4 نسـبة سـرعة الطـرف هـي نسـبة مـا بـين سـرعة طـرف الريشـة والسـرعة الفعليـة للهـواء. تـم توضـيح معادلة نسبة سرعة الطرف أدناه.

$$\boldsymbol{\lambda = \frac{\omega R}{v}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

في المعادلة 4. نفرض سرعة طرف الريشة تساوي حاصل ضرب ω في حيث ان ω هي سرعة دوران الجزء الدوار ب رديان /ثانية.

R هي نصف القطر الجزء الدوار.

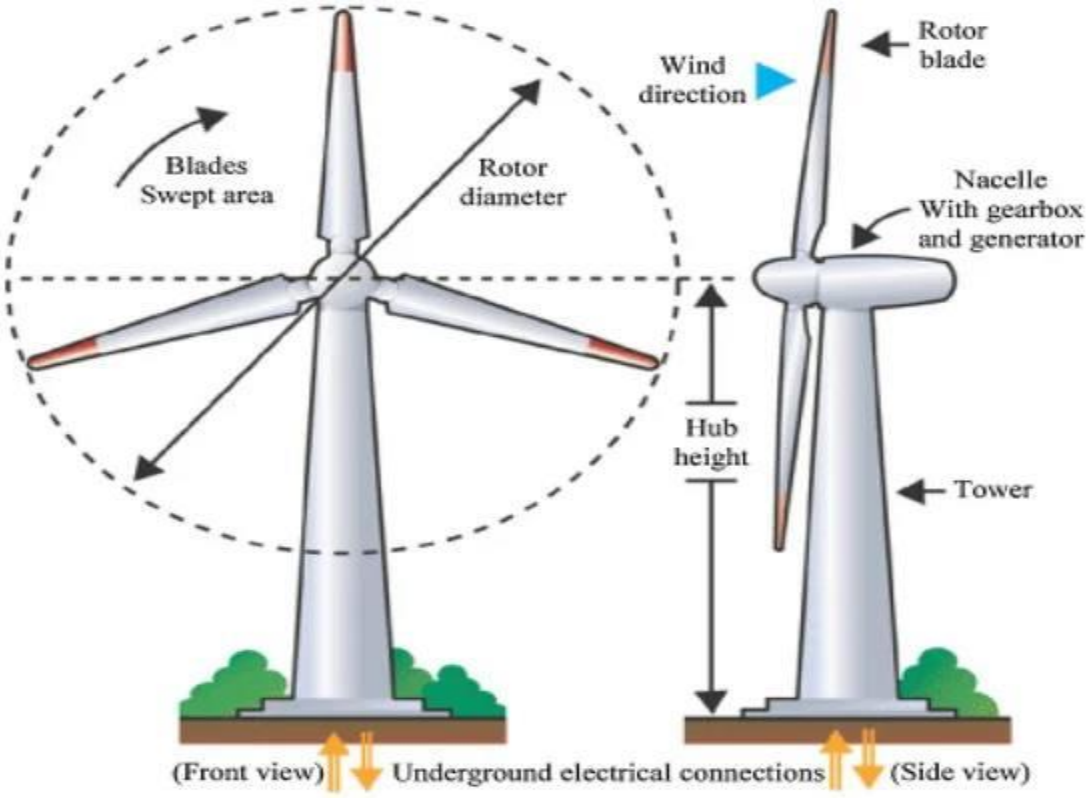
حيث ان v هي سرعة الرياح متر / ثانية.

2.4 تصنيف توربينات الرياح

التصـــنيفان الرئيســـيان لتوربينات الرياح هما توربينات الرياح ذات المحور الأفقي والعمودي (HAWT وVAWT). توربينـات الريـاح ذات المحور الأفقي هي الأكثر شـيوعًا ولها شـفرات تدور على محور موازٍ للأرض.

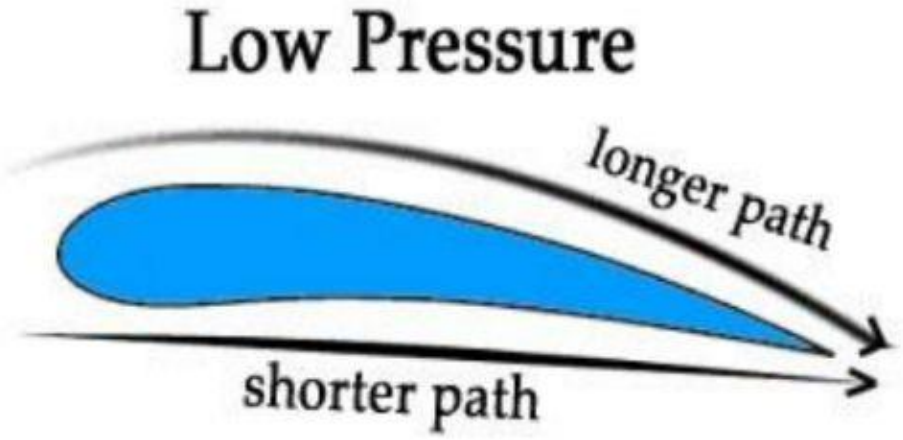
HAWT 2.4.1

ويبــين الشــكل (2.5) توربينــات الريــاح النموذجيــة ذات المحــور الافقـي. يـتم ربـط محـور الـدوار الافقـي بواسـطة حامـل فـي اعلـى البرج حيث تكون الشفرات متصلة أيضا بالمحور.



الشكل2.5 (HAWT)

إن مفهوم رقاقة الرياح لشـــفرة HAWT هو أن الرياح تنتقل فوق الجزء العلوي من الشـــفرة وليس تحتها، مما يخلق ضـــغطًا أقل على الجزء العلوي من الشـــفرة ويولد الرفع ويخلق حركة دورانية. الشـــكل 2.6يصور هذه المعلومات.



الشكل 2.6 جناح الطائرة الهوائية

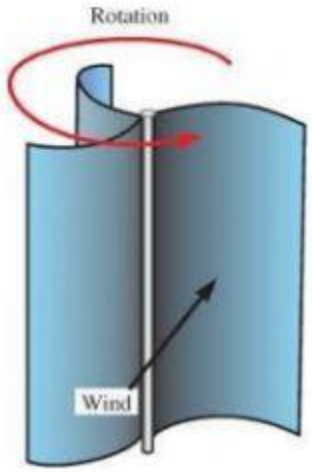
(VAWT) 2.4.2

التصـنيف الرئيسـي الآخر لتوربينات الرياح هو توربينات الرياح ذات المحور العمودي. تدور هذه التوربينات على محور عمودي. والشـكل 2.7هو مثـال لتوربينـات الريـاح ذات المحور العمودي لـداريوس. يعد هذا التوربين مثالاً لتوربينات المحور العمودي المسـتخدمة تجاريًا. إحدى المشـاكل الرئيسـية في توربينات الرياح ذات المحور العمودي هي الحاجة إلى قوة أولية لبدء دوران التوربين. هناك مشـكلة أخرى وهي صـعوبة تصـميمها للارتفاعات العالية. يمكن للشـفرات الموجودة في توربينات الرياح ذات المحور العمودي أن تسـتخدم تصـميم الجنيح مثل(VAWT) . ومع ذلك، يمكن لـ VAWT أيضًا استخدام الشفرات التي تواجه الريح مباشرة، كما هو موضح في الشكل2.7.

الشكل 2.7 (VAWT).

2.5 سافونيوس

يستخدم التصميم تصميمين مفتوحين ومتداخلين بنصف كوب وهو مفيد جدًا لتصـــميم توربينات الرياح. بعض المزايا الأكثر جاذبية لتصـــميم Savonius هي أنه بسيط ورخيص في البناء، وله ضوضاء منخفضة وســـرعة زاوية عند الاســـتخدام، ويمكنه قبول الرياح من أي اتجاه ويمكنه تحمل الظروف الجوية القاسـية دون أضـرار كبيرة. بالإضـافة إلى ذلك، هناك اختلافات متعددة في التصـــميم تعمل على تغيير أداء التوربين اعتمادًا على تكوين الشفرة.



الشكل 2.8: (VAWT)

2.6 برنامج WASP

WASP هو برنامج كمبيوتر الغاية منه حســـاب الاحصـــائيات للمناخ والرياح بصـــورة خاصـــة. ويحتوي على نماذج مختلفة لوصـــف تدفق الرياح على مناطق وتضاريس مختلفة.

يهدف هذا البرنامج بشـكل أسـاسـي إلى التنبؤ بسـرعة وموارد الرياح وإنتاج الطاقة من توربينات الرياح. وتستند التوقعات إلى بيانات الرياح المقاســـة في محطات الأرصـــاد الجوية في نفس المنطقة. ويتضـــمن

البرنامج نموذج تدفق التضـــاريس المعقدة، ونموذج حماية العوائق، ونموذج اليقظة

2.8 نظام التركيب

الطريقة الأكثر شـــيوعًا لتركيب هيكل توربينات الرياح هي التصـــميم أحـادي القطـب. يتكون هـذا من نوع مـا من القـاعـدة، عـادة مـا تكون خرســـانية، مع عمود فولاذي يمتد إلى الارتفاع المطلوب للمالك. مع نمو تطور التوربينـات، كـانـت هنـاك رغبـة في الأنظمـة المثبتـة على السقف. لم تحظى هذه الأنظمة المثبتة على السقف بقدر كبير من البحث مثل التصـــميم التقليدي أحادي القطب. مع ارتفاع نمو التوربينات في العالم ازدادت الرغبة في اعادة تصـميم التوربينات وتقليل العيوب التي كانت تحجب الانظمة المثبتة على السقف.

2.9 الضوضاء والاهتزازات

يمكن لتوربينات الرياح أن تخلق ضـــجيجًا مســـتمرًا وبالتالي يعتبر مصـــدر إزعاج، بالإضـــافة إلى إنتاج اهتزازات يمكن أن تدمر بمرور الوقت ســـلامة الســـقف. وقد أدى ذلك إلى إعاقة شـــعبية المســـتهلكين الراغبين في تركيب توربينات الرياح على أسطح منازلهم. عندما تدور توربينه الرياح وتنتج الكهرباء، فإنها تخلق اهتزازًا مســـتمرًا. يمكن أن يؤدي هذا الاهتزاز المســـتمر إلى إتلاف الألواح الخشـــبية حول القاعدة بالإضافة إلى إتلاف المسقوفات حول المنطقة التي تم تركيبها فيها. من الصـــعب جدًا منع هذه الاهتزازات، لذلك من المهم أن يكون لديك نظام تركيب يعمل على تشـتيت الاهتزازات قبل الوصـول إلى الهيكل الفعلي للمنزل. ســـيؤدي ذلك إلى ثني المســـتهلك عن تركيب توربينات الرياح على السطح.

هناك مشكلة أخرى تثني المستهلك عن استخدام توربينات الرياح وهي ضـجيج الطنين المسـتمر الناتج عندما تقوم التوربينات بتوليد الكهرباء. لا ينتج توربين VAWT، على عكس توربين المحور الأفقي، قـدرًا كبيرًا من الضـوضـاء مثل التوربينات التقليدية بسـبب اختلافات تصـميم التوربينات بالإضافة إلى مسار حركة الشفرة. السبب الآخر الذي يجعل VAWT أكثر اســـتخدامًا للمناطق الســـكنية هو قدرتها على العمل بأقصـــى كفاءة مع الاضـــطرابات التي تنتج عن محيط الســـقف. عندما تنتقل الرياح فوق قمم الأســـطح ومنحدرات مختلفة من الأســـطح، فإنها تنتج نمط رياح مضـــطرب يعطل في الواقع توربينات المحور الأفقي من إنتاج الكهرباء. نمط الرياح المضطرب هذا الناتج عن قمم الأسطح لا يعطل عمل VAWT، كما أنه ينتج ضـوضـاء عالية مقارنة بأنظمة HAWT.

الفصل الثالث

المنهجية

3.1 المقدمة

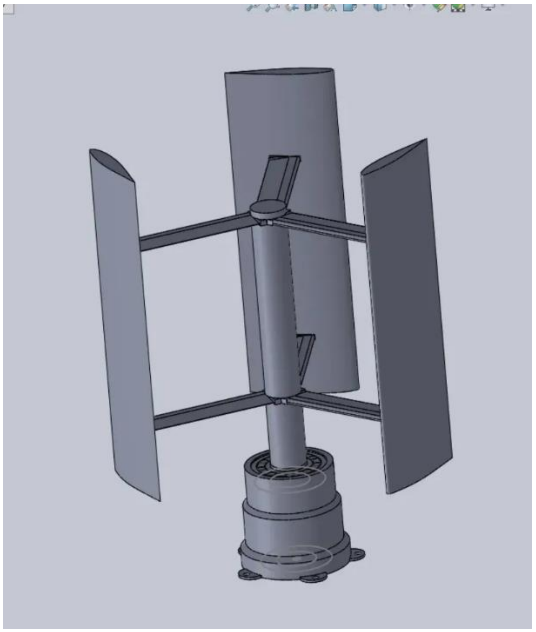
تعتبر تقنية توليد الطاقة من الرياح أحد أهم وسائل توليد الطاقة المتجددة في العالم اليوم، وتشكل توربينات الرياح جزءاً أساسياً من هذه التقنية المبتكرة. يتمحور الفصل الثالث من هذا الكتاب حول تصميم توربين رياح، ويهدف إلى توفير فهم عميق وشامل لعملية تصميم وتطوير هذه الأجهزة الهامة.

تمثل عملية تصميم توربين رياح تحدياً هندسياً معقداً يتطلب فهماً شاملاً للعديد من العوامل والمتغيرات التي تؤثر على أداء التوربين وكفاءته. يشتمل هذا الفصل على دراسة تفصيلية لعناصر التصميم، بما في ذلك الشفرات، والدعامات، والمحركات، ونظام التحكم، وغيرها من العوامل الحيوية التي تؤثر على أداء التوربين.

سيتم تقديم المعرفة والمفاهيم اللازمة لفهم كيفية تصميم وتحسين أداء التوربينات الرياحية، بما في ذلك الاستراتيجيات المتقدمة لتحسين كفاءة تحويل الطاقة وتقليل التكلفة. كما سيتم التركيز على الجوانب العملية للتصميم، مما يتيح للطلاب اكتساب المهارات والمعرفة اللازمة للمشاركة في مجال تصميم وتطوير توربينات الرياح في المستقبل.

ستوفر هذه الدروس فرصة للطلاب لاكتساب فهم عميق لعملية تصميم توربينات الرياح والعوامل التي تؤثر على أدائها، مما يمكنهم من المساهمة في تطوير تقنيات جديدة ومبتكرة في مجال الطاقة المتجددة.

لقد قمنا بتصميم نموذجين كما هو موضح بالشكل (3.1—3.2)



الشكل 3.1 النموذج (أ)

الشكل 3.2 النموذج (ب)

حيـث تـم تصـميم النمـوذج الاول باسـتخدام برنـامج fushion36 والـذي يعتبـر مـن أشـهر البرنـامج المسـتخدمة فـي التصـاميم ثلاثيـة الابعـاد. بسـبب عـدم تـوافر المـواد المسـتخدمة فـي التغليـف للنمـوذج الأول تقرر تغير التصميم الى النموذج الثاني.

3.2 المكونات الرئيسية لـ VAWT

1-شفرة التوربين
2-المحرك
3-عمود حامل
4-قاعدة تثبيت
5-موحد التيار
6-اسلاك توصيل
7-مقياس فولتية
8-معدات ربط

عملية التصنيع

3.3 تصنيع شفرات التوربين

تعتبر شـفرات Savonius جزءًا أسـاسـيًا وحيويًا من توربين الرياح حيث تصـــنع عادة من الألومنيوم أو الألياف الزجاجية أو الألياف الكربونية. تم اختيار أنبوب بلاســـتيكي قوي لأنه يوفر نســـبة قوة إلى وزن ممتازة.

تؤثر تصـميمات الشـفرات الفردية أيضًـا على التصـميم العام للمروحة. تقوم شـــفرات المروحة بأخذ الطاقة من الرياح؛ حيث تلتقط الرياح وتحول طاقتها الحركية إلى دوران للهبوب.

لقد اسـتخدمنا أنبوبًا بطولCM120 وقطر6inch حيث قمنا بتقسـيمه إلى نصفين، ثم قمنا بعمل ثقوب لتثبيته في مكانه.

3.4 توصيل المولد الكهربائي (Brushless Motor)

المولد الكهربائي هو جهاز يحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية في شكل تيار متردد. لأسباب تتعلق بالتكلفة والبساطة، يستخدم معظم المولدات مجالًا مغناطيسيًا دوارًا مع عناصر ثابتة. في بعض الأحيان، يُســتخدم مولد كهربائي خطي أو مولد كهربائي بذراع دوارة مع مجال مغناطيسي ثابت.

المواصفات الفنية:

- القدرة: 300 واط
- الجهد: 36 فولت
- نوع المحرك: كهربائي (Brushless Motor)
- السرعة القصوى: تصل إلى 25 كيلومتر في الساعة

الشكل 3.3 يوضح المحرك المستخدم، في البداية قمنا بإزالة الجزء المطاط من المحرك بعد ذلك قمنا بخراطة الجزء الخارجي من المحرك لكي يكون بشكل مسطح وبدون أي بروزات كما في الشكل 3.4.

الشكل 3.3محرك دون فرش v36

شكل 3.4 يوضح خراطة الجزء الخارجي من المحرك

تم تثبيت حامل الشفرات على المحرك باستخدام مادة لاصقة ايبوكسي كما في الشكل 3.5.

الشكل 3.5 يوضح تثبيت حامل الشفرات على المحرك

3.5 كيف يعمل المحرك الكهربائي (Brushless Motor)

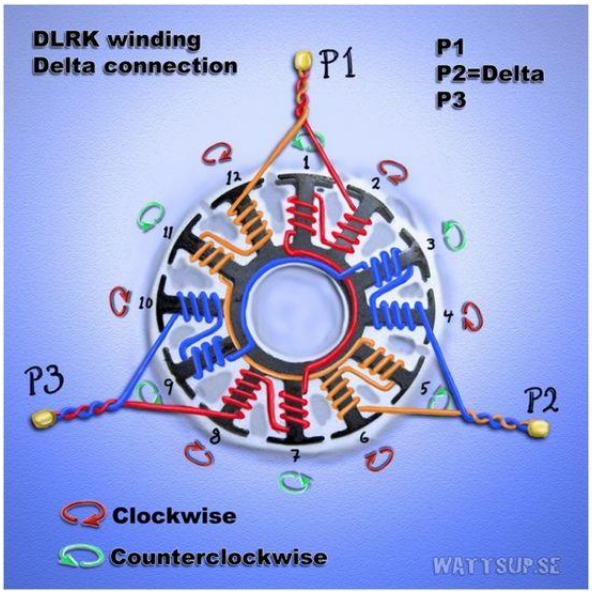
محرك برشلس هو نوع من المحركات الكهربائية يستخدم عادة لتوليد الطاقة الكهربائية. يتألف محرك برشلس من عدة أجزاء رئيسية تشمل الدوار (المولد)، والمُنظم (الجهاز الذي يضبط توزيع التيار الكهربائي)، والملفات الكهربائية.

عندما يتم توصيل محرك برشلس بمصدر طاقة كهربائية مترددة، يتم إنشاء مجال مغناطيسي في الملفات الملفوفة حول الدوار (المولد). يؤدي تفاعل هذا المجال المغناطيسي مع المجال المغناطيسي الثابت للدوار إلى دوران الدوار. هذا الدوران يولد تيارًا كهربائيًا في الملفات الملفوفة حول الدوار.

التيار الكهربائي الذي يتم توليده في الملفات يمر عبر المنظم، الذي يضبط توزيع التيار الكهربائي ويحوله إلى تيار مستمر، إذا كان المحرك مصممًا لتوليد التيار المستمر.

بمجرد توليد التيار الكهربائي، يمكن استخدامه لتشغيل أجهزة كهربائية مختلفة أو لشحن بطاريات تخزين الطاقة الكهربائية، مثل البطاريات الليثيوم أو الرصاص الحمضية، لاستخدامها في وقت لاحق.

محرك برشلس يعتبر من الأنواع البسيطة والموثوقة من المحركات الكهربائية، وعادة ما يستخدم في تطبيقات توليد الطاقة الصغيرة أو المناطق النائية حيث يكون الوصول إلى شبكة الكهرباء صعبًا أو غير متوفرًا بشكل كافي .الشكل 3.6 يوضح عمل المحرك.



الشكل 3.6 يوضح عمل المحرك.

3.6 توحيد التيار (Rectifier)

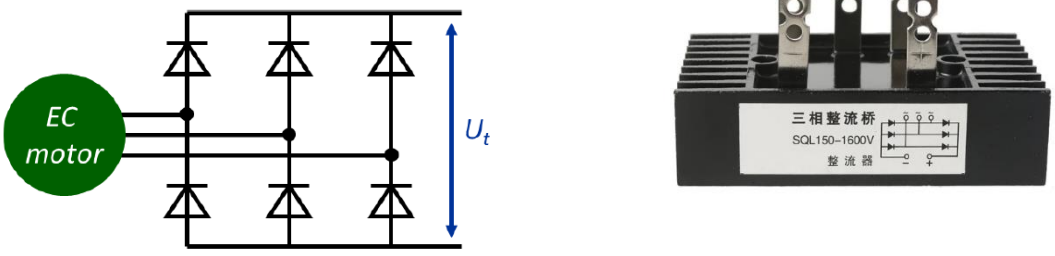
استخدام جسر تقويم ثلاثي الأطوار (3-phase bridge rectifier) لتحويل التيار من مولد برشلس إلى تيار مستمر يتم عادة في تطبيقات توليد الطاقة الكهربائية. الهدف من ذلك هو تحويل التيار المتردد الذي يتم توليده بواسطة مولد برشلس (والذي يكون عادةً في شكل ثلاث

موجات مترددة متفاوتة الأطوار) إلى تيار مستمر لاستخدامه في تشغيل أجهزة كهربائية أو لشحن بطاريات.

عملية التحويل تتم عن طريق استخدام جسر تقويم ثلاثي الأطوار، والذي يتكون عادة من ستة دايودات كما في الشكل 3.7. يتم توصيل المولد البرشلس بجسر التقويم بحيث تتمكن الموجة المترددة المولدة من التغذية إلى جسر التقويم. عند تشغيل الجسر، يقوم بتقويم الموجة المترددة لتحويلها إلى تيار مستمر بواسطة فصل النصفين السالبين من الموجة المترددة.

بمجرد تحويل التيار إلى تيار مستمر، يمكن استخدام الخرج لتشغيل الأجهزة الكهربائية المختلفة، أو يمكن توصيله بدائرة تخزين للطاقة مثل بطارية ليثيوم أو بطارية رصاصية لشحنها واستخدامها في وقت لاحق.

تكون دائرة جسر التقويم ثلاثية الأطوار فعالة جداً لتحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر، مما يجعلها مناسبة للاستخدام في تطبيقات توليد الطاقة الصغيرة أو البيئات حيث يكون الوصول إلى الطاقة المتواصلة هو الهدف.



الشكل 3.7 3ph Bridge Rectifier

هنا ملخص للأنشطة

1. ربط الشـــرائح بمحور العجلـة: تثبيـت الشـــرائح على المحور المركزي للعجلة.
2. ربط الشـــرائح بالحافة: تثبيت أطراف الشـــرائح الخارجية بحافة العجلة.
3. محاذاة الشـرائح مع العجلات: التأكد من توجيه الشـرائح بشـكل صحيح وتشددها لدعم الحافة.
4. تحويـل 20 مم على كـل جـانـب من جـانبي عمودين فولاذيـة صـلبة:تشـكيل عمودين فولاذية صـلبة من خلال إزالة 20 مم من المواد من كل جانب.
5. لحام العمودين الصـــلبين على عمودنا الرئيســـي المجوف: لحام العمودين الصلبين المشكلين على العمود الرئيسي المجوف.
6. تصـنيع حلقات الغسـيل الخاصـة بنا: تصـنيع حلقات الغسـيل على الأرجح لتكون حواجز مسافة أو دعم للمحامل.
7. إدخال حلقات الغســيل على الجانبين المقابلين لعمودنا الصــلب: وضـــع حلقات الغســـيل المصـــنوعة على الطرفين المقابلين من العمود الصلب.
8. إدخال الحلقتين: تركيب الحلقتين على تجميعه العمود.
9. إدخال محامل على كل جانب: وضـــع محامل على كلا الطرفين من العمود لدعم الدوران.

المظهر النهائي لـ VAWT الخاص بنا

الفصل الرابع

النتائج

4.1 النظرية

تعمل أجهزة توليد الطاقة من الرياح عن طريق تحويل الطاقة الحركية الناتجة من الرياح أولاً إلى طاقة حركية دورانية في التوربين ومن ثم إلى طاقة كهربائية يمكن توفيرها عبر الشبكة الكهربائية الوطنية. الطاقة المتاحة للتحويل تعتمد بشكل رئيسي على:

1. سرعة الرياح
2. مساحة العمود الشمسي للتوربين.
3. كثافة الهواء

4.2 قيم الفعلية/الملاحظة

تم استخدام جهاز مقياس الفولتية لقياس الفولتية المتولدة من التوربين بعد ذلك تم كتابة قيم الفولتية ومقارنتها مع سرعة الرياح المقاسة عن طريق موقع (WINDY) حسب الجدول 4.1 المبين ادناه. يعتبر من اهم المواقع التي يتم من خلالها مراقبة حالة الطقس من حيث سرعة الرياح والاشعاع.

سرعة الرياح (كم/ساعة)	الفولتية المتولدة (فولت)
15	22
8	4
12	18
19	28
5	2
21	30
10	12
17	24
14	20
7	6

الجدول 4.1 مقارنة سرعة الرياح مع الفولتية المتولدة.

التفاوت في النتائج بناءً على سرعة الرياح والفولتية المتولدة يعكس التحديات والتباينات الطبيعية التي قد تواجه عملية تصميم وتشغيل أنظمة توليد الطاقة من الرياح اليك بعض التعليقات حول هذا التفاوت

1. **التأثيرات البيئية** :يمكن أن تختلف سرعة الرياح بشكل كبير على مدار اليوم أو السنة، وهذا يمكن أن يؤدي إلى تقلبات في الفولتية المتولدة. فعلى سبيل المثال، يمكن أن تكون الفولتية أقل في الأيام الهادئة حيث تكون سرعة الرياح منخفضة، بينما تزداد الفولتية في الأيام العاصفة.

2. **التصميم والتوجيه** :قد تختلف تصاميم التوربينات وتوجيهها بناءً على مواصفات الموقع واحتياجات التطبيق، وهذا يمكن أن يؤدي إلى اختلاف في الفولتية المتولدة حتى في نفس السرعة الرياح.

3. **الكفاءة والأداء** :تكون كفاءة المحول الكهربائي والتوليد بشكل عام تلعب دورًا حاسمًا في التأثير على الفولتية المتولدة عند سرعات الرياح المختلفة. كلما كانت التقنيات أكثر كفاءة، كلما كان من المرجح الحصول على فولتية أكبر لنفس سرعة الرياح.

4. **التغيرات الجوية والمناخية** :يمكن أن تتغير طبيعة الرياح وسرعتها بشكل مفاجئ بسبب الظروف الجوية والمناخية المتغيرة، وهذا يمكن أن يؤدي إلى تغيرات مفاجئة في الفولتية المتولدة.

بشكل عام يُظهر التفاوت في النتائج الهامة بين عوامل عديدة، وهو يبرز الحاجة إلى تصميم وتشغيل أنظمة توليد الطاقة من الرياح بعناية، مع مراعاة العوامل المحلية والبيئية وتطورات التقنيات.

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات

وقد وجد أن كفاءة توربينات الرياح المصنعة تبلغ حوالي 30% مع اختلاف عند اختلافها سرعات الرياح. هذه كفاءة جيدة جدًا مقارنة بتوربينات الرياح ذات المحور الأفقي التي تحتوي على كفاءة 35%. تتمتع أجهزة VAWT الحالية الموجودة بالفعل في السوق بتصميمات مختلفة بكفاءة تبلغ 17%.

1. أظهرت عملية تصنيع توربين الرياح العمودي بقدرة 300 واط نتائج إيجابية في تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة كهربائية.
2. تباينت النتائج بناءً على سرعة الرياح، وهو ما يشير إلى أهمية مراقبة وتقييم شروط الرياح المحلية لتحسين الأداء.
3. رغم وجود بعض العوامل التي تؤثر سلبًا على كفاءة التوربين، مثل الوزن الزائد، إلا أن النتائج الإيجابية تبرز إمكانية استخدام التوربين في توليد الطاقة الكهربائية بشكل فعّال.

التوصيات:

1. يُوصى بإجراء مزيد من الأبحاث والاختبارات لتحسين كفاءة التوربين وتحديد العوامل التي تؤثر على أدائه بشكل أفضل.
2. يُنصح بتطوير تقنيات تصنيع متطورة لتقليل الوزن الزائد وتحسين كفاءة التحويل.
3. يُوصى بتحسين التصميم لتحسين أداء التوربين في ظروف الرياح المختلفة.

4. يجب مراعاة اســتخدام مواد خفيفة الوزن وقابلة للتحلل الحراري في تصنيع التوربين لتحسين كفاءته وتقليل الوزن الإضافي.
5. يُنصـــح بتوجيه الاهتمام إلى تقنيات التخزين الكفؤة للاســـتفادة القصـــوى من الطاقة المتولدة من التوربين وتحقيق اســـتدامة الطاقة.

باختصـــار، يمكن لتحســـين التصـــميم والتكنولوجيا لتوربين الرياح العمودي أن يزيد من كفاءته ويجعله خيارًا مستدامًا وفعّالًا لتوليد الطاقة الكهربائية.

المراجع

1. Hau, E. Wind Turbines, Fundamentals, Technologies, Application, Economics, 2nd ed.; Springer: Berlin, Germany, 2006.

2. Dominy, R.; Lunt, P.; Bickerdyke, A.; Dominy, J. Self-starting capability of a darrieus turbine. Proc. Inst. Mech. Eng. Part A J. Power Energy 2007, 221, 111–120.

3. Holdsworth, B. Green Light for Unique NOVA Offshore Wind Turbine, 2009. Available online: http://www.reinforcedplastics.com (accessed on 8 May 2012).

4. Gasch, R.; Twele, J. Wind Power Plants; Solar praxis: Berlin, Germany, 2002.

5. Gorban, A.N.; Gorlov, A.M.; Silantyev, V.M. Limits of the turbine efficiency for free fluid flow. J. Energy Resour. Technol. Trans. ASME 2001, 123, 311–317.

6. Burton, T. Wind Energy Handbook; John Wiley & Sons Ltd.: Chichester, UK, 2011.

7. Hull, D.G. Fundamentals of Airplane Flight Mechanics; Springer: Berlin, Germany, 2007.