جامعة الزيتونة الدولية
كلية الهندسة الكهربائية والمعلوماتية
قسم الطاقات البديلة والمتجددة

# طاقة الرياح 1

إعداد المهندس: خيرو جمال زيباري
أخصائي دراسات عليا في الهندسة الكهربائية والإلكترونية

# طاقة الرياح

**تنتج من رياح العالم واستطاعتها 25*10 kW وهي تعادل ثلاثة اضعاف الطاقات المستخدمة ولكن لا يستخدم منها الا 5% بشكل مفيد**

**الرياح: هي انتقال افقي للهواء بالنسبة لسطح الأرض وانتقاله هو الذي يعطي تقلبات الطقس**

**إ ن لم يكن هنالك تغيرات افقية للهواء ف لا يوجد انتقال للهواء ولا يوجد الفصول الأربعة**

## نبذة تاريخية:

**استخدم الأنسان طاقة الرياح في تحريك السفن قديما فعندما اكتشف كولومبس أمريكيا استخدم السفن الشراعية معتمدا باكتشافه على :**

**-طاقة الرياح**

**-التيارات الثابتة للهواء من الشمال والجنوب الأرض باتجاه خط الاستواء**

**-نظرية تيارات الهواء:**

**تعتمد هذه النظرية على انه عند تسخين الهواء في خط الاستواء بمعدل عال ودرجات حرارة مرتفعة ترتفع ذرات الهواء الى الأعلى لتعطي مجالا لتيارات الهواء الباردة كي تندفع من المناطق الشمالية والجنوبية للكرة الأرضية وبالإضافة أيضا إن دوران الأرض له تأثير كبير على تشكل الرياح**

**-نظرية جادلي:**

**تعتمد هذه النظرية على التقلبات الجوية نتيجة لدوران الرض ينتج قوة داخلية مركزية تدفع الهواء الإستوائي الى الجو وبتالي الفراغ الحاصل نتيجة دفع الهواء الإستوائي الى الجو يمتلئ بتيارات هوائية قادمة من الشمال والجنوب الأرض**

**النسيم: هي حركة منتظمة لطبقات الهواء بشكل دوري يتحرك من البحر الى اليابسة ثم تغير اتجاهها في اليوم مرة واحدة**

**رياح موسمية : هي حركة منتظمة لطبقات الهواء بشكل دوري يتحرك من البحر الى اليابسة ثم تغير اتجاهها امرة في العام**

**الرياح المتغيرة: هي تغير اتجاه الرياح خلال دقيقتين اكثر من رومب**

**الرياح المتقطعة:** هي تغير اتجاه الرياح خلال دقيقتين اكثر من 4 متر/ثانية

ان التدرج الحراري بين مياه البحار والأرض يؤدي الى اختلاف بسبب اختلاف السعة الحرارية لذلك فإن النسيم والرياح الموسمية يتناسبان مع التدرج الحراري

## العوامل التي تتعلق بها الرياح:

إن الرياح تتعلق بعدة عوامل أهمها:

**- سرعة الرياح:**

**- اتجاه الرياح:** هو منطقة الأفق التي تهب منها الرياح وتقاس بالرومب او الدرجة

يمكن عدها من الاتجاه الشمالي الجغرافي وباتجاه عقارب الساعة

اما في المطارات نضيف لها مقدار الانزياح المغناطيسي 10 درجة او اكثر حسب اتجاه الريا ح

ان خلخلات التيارات الهوائية يؤدي الى تغيرات في سرعة الرياح واتجاهها

## القوى المؤثرة في الجو:

**-قوة منحدر الضغط الأفقي:**

هذه القوة نتيجة عدم تساوي توزيع الضغط على طول وجه الأرض والذي سببه عدم تساوي تجانس توزيع درجات الحرارة في الفضاء.

ان الرياح جزء من الطاقة الشمسية حيث تتحول من طاقة حرارية الى طاقة حركية هوائية نتيجة الحرارة حيث عند ارتفاعها تنتقل من ضغط الى اخر

**-قوة كاريواليس:**

هي قوة ناتجة عن عزم عطالة دوران الأرض حول محورها حيث ينتج تيارات تنحرف عن محورها وتكون دائما هذه القوة مؤثرة بزاوية 90 درجة على حركة تدفق الهواء يمينا او يسارا حسب الاتجاه

**-قوة الأحتكاك:**

هي قوة تنشأ من احتكاك الرياح مع سطح الأرض غير مستوية "التضاريس الجبال الهضاب ..."

وتكون دائما بعكس اتجاه حركة الهواء

**-قوة الطرد المركزية :**

هي قوة ناتجة من الحركة المنحنية لتدفق الهواء وهي متجه نحو مركز دوران القوس

مشاكلتها الأساسية ان طاقة الرياح تعتمد بشكل أساسي على سرعة الرياح واتجاهها وبتالي عدم انتظام الأستطاعة المولدة. ولحل هذه المشكلة يجب علينا ربط الطاقة مع مولدات استطاعة لتستقر عناصر الطاقة

ان طاقة الرياح هي مصدر من مصادر الطاقة الشمسية ويمكن ان تصل سرعتها الى معدل 10kw*67.1 سنويا وان جزء صغير منها يمكن الاستفادة منه واستخدامه

كثافة الأستطاعة في حركة الهواء

$$pw = k * v * v * v$$

V:سرعة الرياح K:ثابت حمولة يعتمد على الوحدات

المستخدمة

## خواص الرياح وقياسها:

تتغير الرياح مع تغير الفصول ودرجات الحرارة ولذلك فنحن بحاجة ماسة ل لالمام والعناية بخواص الرياح والعوامل فكلما زادت سرعة الرياح ازدادت الاستطاعة المولدة في الخرج وبتالي فإن العزم المدير يتناسب مع مكعب سرعة الريح الذي يعطي طاقة الخرج السنوية لطاقة الرياح و نستطيع أيضا من معلومات الرياح تحديد

-سرعة الرياح المتوسط ة

-منحني استمرار الريا ح

-ترددات الريح الناتجة عن قياسات لفترات طويلة

عامل نموذج الطاقة: هو النسبة بين الطاقة الحقيقية في الرياح المتغيرة الى الطاقة المحسوبة من مكعب سرعة الرياح المتوسطة. وانه دائما يجب ان يكون هذا المعامل اكبر من الواحد وهو مهم أيضا لدراسة خواص الرياح

استخداماتها:

-نظام خدمات مناطق معزولة من اجل تخزين الطاقة

-نظام مكمل مع وقود او الارتباط مع نظام اخر مثل دارات توليد معزولة

-نظام صغير يمكن استخدامه في أماكن غير حرجة حيث توجد طاقات الرياح

ان تحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة ميكانيكية دورانية وتحويلها الى طاقة كهربائية عبر ربطها مع مولدات امر سهل.. وذلك لضخ المياه

## نبذة تاريخية عن منشأها و تطورها:

**-عام 1929 : صمم بورجيه في فرنسا مولد هوائي قطره 20م وذلك على ارتفاع 20م لتوليد استطاعة 20kwمستمر عند سرعة رياح 6 متر/ثانية**

**-عام 1931 : صممت وحدة استطاعة 100kwعلى برج ارتفاعه 23م وقطر الريش التوربين 5.30م عند سرعة رياح1.1 متر/ثانية**

**-عام 1945 : بدأت توليد الكهرباء ولكن بعد نحو 1100ساعة توقفت عن العمل لأن التوربين توقف عن العمل وخرج عن الخدمة واوقف المشروع**

**-عام 1950: في بريطانيا وضعت محطة تعطي استطاعة 100kwعلى ريشتين توربين هوائيتين قطرها 24م وعلى ارتفاع 30م عند سرعة رياح 4.13متر/ثانية**

**-عام 1952: في الدنمارك قامت بتوليد محطة تعطي استطاعة 20kwعلى ثلاثة توربينات قطرها 5.13 م**

**-عام 1970: في المانيا قامت جامعة شتورت جارت بقيادة العالم هوتر من تصميم وحدة باستطاعتها 100kwبريش فيبر زجاجي**

**-عام 1987 : صممت اكبر مجموعة توليد رياح من قبل سيمث مؤلفة من :ريشتا ن قطرهما 53م على عمود 33م وتعطي استطاعة 1250kwعند سرعة رياح 4.13 متر/ثانية**

**ومن بعدها توالت المؤتمرات التعريفية عن طاقة الرياح وسماتها وميزاتها واستخداماتها وخواصها وتأثيرها على البيئة ومكان اختيارها الأمثل ودراسة الأداء الا يرو ديناميكي وكيفية تصميم العنفات الريحية**

## أنواع المحطات:

**-محطات ريحية كبيرة :**

**تتألف من عدة أبراج ريحية استطاعتها 1000mwوتستخدم كجزء مولد للشبكة توصل معها على التفرع ويختار مكانها في البحار والمحيطات نتيجة سرعة الرياح**

**-محطات ريحية صغيرة:**

**وتتال ف من أبراج متوسطة وصغيرة تستخدم للعمل في المزارع للأستخراج المياه واستجرار الطاقة الكهربائية وذلك لبعد الشبكة الكهربائية عنها**

**أصناف المناطق حسب سرعة الرياح:**

**-مناطق عالية السرعة: هي المناطق التي تزيد سرعة الرياح عن 9 متر/ثانية**

**-مناطق متوسطة السرعة: هي المناطق التي تكون سرعة الرياح بين 6-9 متر/ثانية**

**-مناطق قليلة السرعة: هي المناطق التي تكون سرعة الرياح بين 3-6 متر/ثانية**

**ان سرعة الرياح غير كافية وحدها لمعرفة الطاقة الكامنة الريحية في المنطقة المدروسة ولكن يجب معرفة الفعالية والتغيرية خلال فترة ثابتة " عمل البرج الريحي خلأل اليوم وتوزيع ساعات السكون المطلق دون سرعة"**

## البرج الريحي ذو استطاعة 100kw يتألف من:

**-عنفة ريحية**

**- علبة سرعة**

**- مولد كهربائي**

**-هيكل البرج وعموده**

**-مدخرات البطاريات للتخزين**

## العنفـــات الريحيـــــة :

**-أنوا ع العنفات الريحية:**

**-عنفة تعمل على قوة تدفق الرياح الخطية:**

**في هذا النوع يكون السطح العامل الريش يتحرك باتجاه الرياح والسطح الغير عامل في اتجاه معاكس وهي بطيئة السرعة ومعامل التحويل صغير لأ يتجاوز13%**

**-عنفة تعمل على سرعة تدفق الرياح:**

**في هذا النوع تكون سرعة الدوران عالية وكبيرة وتؤدي الى قوى رفع الشفرات وبتالي العزم اكبر**

**-عنفة المركبة:**

**هذا النوع معتمد على سرعة وقوة تدفق الرياح وهو افضل الأنواع وأكثرها استخداما وانتشارا**

## التوربينات الهوائية:

### أنواع التوربينات الهوائية:

**-التوربينات ذات محور الرياح:**

**ان التوربين هو العنصر الأساسي في تكوين وتحويل طاقة الرياح فهو تكوين محور هوائي متعامد مع محور عمودي. ان أغلب هذا النوع يقوم بتوليد استطاعة خرج مقدارها 100kwوهو يحتوي على ريشتين قطرها 18م . وللريش او التوربين مردود ديناميكي عال يدور بسرعة دورانية عالية وكذلك سرعة محيطية أيضا إن التوربين يعمل على نظام تغير خطوة سرعة آلي من اجل إبقاء سرعة دوران التوربين ثابتة اثناء العمل وذلك لحمايتها من سرع عالية للرياح فهو يحوي على علبة سرعة و نظام مولد يدوران حول محور افقي وذلك لجعل التوربين مع حركة الرياح**

**-التوربينات ذات المحور المتعامد:**

**يستخدم هذا النوع للحد من المتطلبات الازمة لإدارة محور التوربين وهي عبارة عن دوار مكون من كوبين يدوران حول محور عمودي يسمى توربين داريوس .حيث ان الأداء عال ومتناظر بالنسبة للهواء ويتألف من توربينين له ريشتان او ثلاثة يكون مردودها عالي جدا عند سرعات عالية**

**-توربينات سيكلو جيفو:**

**هذا النوع نفس نوع توربين داريوس ولكن باختلافين هما انه الرقائق الهوائية تكون مستقيمة و خطوة الصفائح تتغير بشكل مستمر خلال فترة الدوران وذلك لاعطاء عزم اعظمي وبتالي استطاعة مولدة اعظمية ويعد هذا النوع من اكبر أنواع التوربينات**

## تحـــويل الطـــاقة الريحيـــة الى طـــاقة كهربائيـــة:

**ويتم ذلك التحويل عن طريق التوربينات الهوائية حسب نوع المستخدم حيث يتم تحويل الهواء المتحرك الى طاقة ميكانيكية دوارة بشكل سهل ومنه الى كهرباء عبر مولد حيث ان هذا المولد يحتوي على:**

**-مسننات رفع مناسبة**

**-أنظمة حساسات لسرعة الرياح واتجاهها**

**-حساسات لسرعة العمود والعزوم عند نقطة او عدة نقاط**

-حساسات الأستطاعة الخارجية

-حساسات لدرجة حرارة المولد المطلوب ة

-إشارات ضبط جودة الخطوة

-ونحتاج أيضا الى نظام حماية من حالات الرياح القوية

- نظام حماية من الأعطال الكهربائية نتيجة زيادة الحمل

**طاقة الرياح←←طاقة ميكانيكية ←←علبة سرعة←←مولد←←طاقة كهربائية**

ان مردود التحويل لهكذا نوع من المحطات يكون بحدود 25 -30 % فاذا كانت سرعة الرياح المتوسطة V فإن الأستطاعة الكهربائية Pعند سرعة أخرى فإن معامل الحمل هو النسبة بين القدرة السنوية المنتجة /8760*Pوهي تقريبا تعادل 1.0-5.0

## أصناف طاقة الرياح الكهربائية :

-تصنف تبعا للعوامل التالية:

-نوع الخرج: -تيار مستمر DC

- تيار متناوب AC تردد متغير عند جهد ثابت او متغير

- تيار متناوب AC تردد ثابت عند جهد ثابت او متغير

-سرعة دوران التوربينات الهوائية : -سرعة ثابتة عند ريش خطوة متغي ر

-سرعة ثابتة تقريبا عند ريش خطوة متغير بسيط

-سرعة متغيرة عند ريش خطوة ثابتة

-استخدام الطاقة الكهربائية الخارجة: - تخزين البطا ريات والمدخرات

-أنواع أخرى للتخزين

-الارتباط مع نظم تستخدم الوقو د

## مخططات التوليد:

**إن مخططات التوليد تعتمد على:**

**- نوع الاستطاعة:**

**-طبيعة عمل التوربينات الهوائية حسب عملية سرعة الرياح واستطاعة الخرج ومنها سنقوم بربطها مع مولدات أخرى حسب نوعها وسيتم ذكر بعض منها ومناقشتها ودراسة محاسنها ومساؤها**

**مولد ذو مغناطيس دائم:**

**يعتبر هذا المولد أبسط أنواع المولدات وأسهلها لتوليد الكهرباء حيث يكون مؤلف من:**

**-الثابت: يكون ملفوف بشكل متعدد الأطوا ر**

**- الدوار: يكون مغانط دائمة بقطبية متناوبة متوضعة بشكل ميكانيكي حول الدوا ر**

**وبتالي يكون تردد الخر ج**= نصف عددالأقطاب * سرعةدورانية

**عند الحمل: يكو ن الجهد المتولد يساوي سرعة الدورانية**

**عند اللاحمل: يتناقص هذا التناسب حسب عمل التوربينات الهوائية**

**فإذا كانت التوربينات الهوائية تعمل عند سرعة ثابته فإن الخرج عند الحمل سيكون عند تردد ثابت ولكن بجهد متغير.**

**اما عندما تعمل التوربينات الهوائية عند سرعة متغيرة فإن الخرج سيكون تردد متغير عند جهد متغير**

**وللحصول على جهد ثابت مع تردد ثابت نقوم بتركيب قالبة AC-DC-AC يسمى تحكم مقابل وذلك لحل مشكلة الجهد المتغير**

**-محرك ذو قفص سنجابي:**

**وهو محرك يعمل عند سرعة متغيرة وذلك عند جهد و تردد متغير على الثابت فلذلك يجب ان تكون الشفرة الهوائية ثابتة تقريبا.**

**فكلما قمنا بتغير التردد يتغير معه الجهد وذلك لتجنب حالة الأشباع المغناطيسي وبتالي فإن طاقة الخرج الناتجة من سرعة الرياح متغيرة والناتجة عن مولد مغناطيس دائم تكون مناسبة للوصول الى محرك تحريضي يستخدم هذا المحرك لمضخة مياه للوصول الى أكبر استطاعة ممكنة من الريا ح**

**-المولدات التواقتية:**

**إن هذا النوع من المولدات تعمل عند سرعة ثابتة لإنتاج تردد ثابتة لذلك يجب العمل عند سرع ثابتة لا تتغير إلا بمجال صغير جدا 1-2 % ولفترة وجيزة لا تتعدى أجزاء من الثانية وهذا الأمر صعب في طاقة الرياح**

**ويعود لعدة أسباب:**

**-تأرجح الثابت داخل الرياح**

**- حساسية الإستطاعة الخارجية الكهربائية**

**-إمكانية سحب او استخدام آلة الاستطاعة الخارجية من الشبكة خارجية للعمل كمحرك**

**ولحل هذه المشكلة يجب استخدام خواص انزلاق العزم مع السرعة**

**ان تواقت المولد المدار بالرياح مع شبكة الخارجية هو مسألة غير عادية وخاصة في حالات العواصف لذلك لابد لنا من حل المشكلة عن طريق متحكم آلي تكون مهمته ضبط علبة السرعة لذلك يجب استخدامه في**

**دارة التحكم بالريش ذات الخطوة:**

**- لمنع زيادة الحمل بسبب رياح العواصف العاتيه من اجل تحديد خرج مولد عند القيمة الأسمية**

**-تحسين الإستقرار الكهربائي للمولدات**

**المولدات التحريضية:**

**في هذا النوع من المولدات يربط الجزء الثابت مع الشبكة العامة بينما يربط الدوار ويدور بسرعة اعلى من سرعة التواقتية فإنها تصبح مولد وتعطي استطاعة ذات تردد ثابت الى الشبك ة**

**عند العمل كمحرك: تكون سرعة الحمل اقل من سرعة التواقت ويكون الآنزلاق موجب من 0←←5.0**

**عند العمل كمولد : تكون سرعة الحمل اكبر من سرعة التواقت ويكون الانزلاق سالب 0←←5.0**

**ولذلك فإن النظام الذي يعمل على مولدات تحريضية يجب العمل عند سرعة ثابتة وهو يتميز**

**اقل كلفة اقتصادية**

**ولا يوجد سرعة تواقتية**

**وتكون صيانته وتحكم به سهلة**

**ويكون مردود المولدات التحريضية اقل من المولدات التواقتية بقليل اثناء التشغيل**

ان خرج المولدات التحريضية مرتبطة بسرعة التشغيل فكلما زادت سرعة الخرج عند قيمته الاسمية فإن قوة ضاغط خطوة للريش يجب ان يحدد الخرج بشكل آلي وربما تنشأ اضطرابات فجائية ناتجة عن هبوب رياح العاصفة لضبط هذه الأضطرابات نستخدم طريقة تغير الحمل فعند الحصول على عزم اعظمي فإن الخرج الكهربائي يتناقص وسرعة تزداد ويمكن ان تقوم حاميات زيادة السرعة بالعمل

أما اذا كانت العنفات الريحية غير ذاتية الإقلاع يمكن استخدام هنا الألآت التحريضية كمحرك اقلاع ومن ثم تربط كمولدات بعد الوصول الى سرعة معينة ولكن هذا الكلام ممكن فقط في الوحدات صغيرة

واذا اردنا الحصول على خرج ثابت التردد من عنفات ريحية تعمل عند سرعات متغيرة يجب استخدام مخطط توليد ثابت التردد متغير السرعة وفق ما يلي:

-نظام مولد معدل التهييج -دارات

AC-DC-AC

-مولد تحريضي مضاعف الجهد

-موحد تيار متناوب

## التحكم:

-المولدات المتواقته:

ان المولدات المتواقتة تحتاج الى سرعة دوران ثابتة بغض النظر عن سرعة الرياح وبتالي نحتاج الى الحاكمات .

وتكون مهمة هذه الحاكمات:

-التحسس للعمل كمولد او محرك من اجل التحكم بالخطوة الضرورية للعمل

- التحسس بأي تغيرات أخرى من اجل العمل

اننا نلاحظ من خلال العمل ان العزم يتحكم بالإستطاعة المعطاة وأيضا العزم يتغير بتغير سرعة الرياح ولهذا فنحن بحاجة الى تغير زاوية خطوة الريش

وان متحكم تيار التهييج يضبط عامل الآستطاعة

-المولدات التحريضية:

ان الخرج الكهربائي في المولدات التحريضية يحدد بسرعة التشغيل ولضبط خطوة لكي لا تزيد عن الخرج الكهربائي عن القيمة الأسمية في سرع عالية والمتغيرة يجب إعطاء استطاعة كهربائية للحفاظ على سرعة ثابتة

## أجهزة قياس الرياح:

**-دوارة الرياح :**

**و تتالف من مروحة دوارة حول محور عمودي مثبتة على تصالب مشيرا الى الاتجاهات الأربعة وتحتوي على لوح معدني بزاوية منحرفة عن العمود لتحديد سرعة الرياح**

**-المرياح:**

**وهو عبارة عن مروحة بشفرات نصف كروية حيث عدد دورات المروحة خلال واحدة الزمن تحدد سرعة الرياح**

**-اينمو متر:**

**وهو جهاز يقيس السرعات اللحظية والمتوسطة والعظمى واتجاه الرياح عن طريق مجس وهو عبارة عن مروحة رباعية او ثمانية الشفرات لتحديد السرعة ولتحديد الاتجاه نستخدم دوارة الريح**

**-راسم الرياح :**

**وهو جهاز كهروميكانيكي راسم ذاتي لتسجيل سرعة واتجاه الرياح على الورق بشكل خطوط وأرقام يتم برمجته والتحكم به ولها أماكن للرصد وتكون مجساتها لها ارتفاع معين عن سطح الأرض ولايوجد عوائق**