

Filière Systèmes industriels

Orientation Power & Control

Travail de bachelor Diplôme 2016

Vincent Perrin

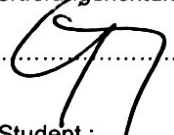

Eolienne 2.0 du Gridlab

- *Professeur*
Gilbert Morand
- *Expert*
Christophe Barnédes
- *Date de la remise du rapport*
29.07.2016

Ce rapport est l'original remis par l'étudiant.
Il n'a pas été corrigé et peut donc contenir des inexactitudes ou des erreurs.

Filière / Studiengang SYND	Année académique / Studienjahr 2015/16	No TD / Nr. DA pc/2016/65
Mandant / Auftraggeber <input checked="" type="checkbox"/> HES—SO Valais <input type="checkbox"/> Industrie <input type="checkbox"/> Etablissement partenaire <i>Partnerinstitution</i>	Etudiant / Student Vincent Perrin Professeur / Dozent Gilbert Morand	Lieu d'exécution / Ausführungsort <input checked="" type="checkbox"/> HES—SO Valais <input type="checkbox"/> Industrie <input type="checkbox"/> Etablissement partenaire <i>Partnerinstitution</i>
Travail confidentiel / vertrauliche Arbeit <input type="checkbox"/> oui / ja ¹ <input checked="" type="checkbox"/> non / nein	Expert / Experte Christophe Barnédes Hydro-Exploitation SA Rue des Creusets 41 1950 Sion	

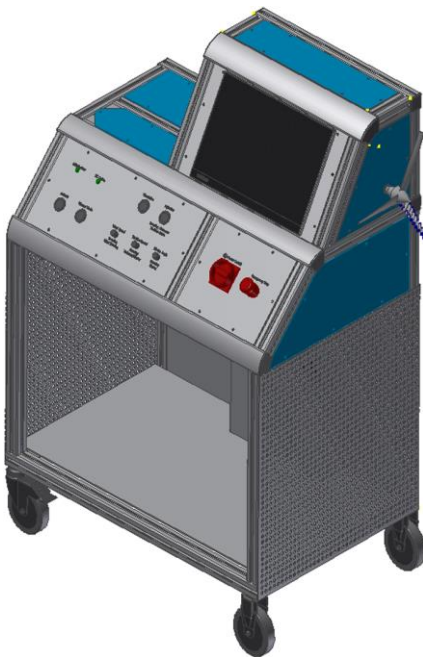
Titre / Titel Eolienne 2.0 du Gridlab
Description / Beschreibung L'école dispose d'un modèle d'éolienne qui simule le fonctionnement d'une grande éolienne. L'objectif du travail de diplôme est de mettre en place le modèle développé durant le travail de semestre, qui tient compte des paramètres suivants : <ul style="list-style-type: none"> - le couple de l'éolienne - la vitesse de rotation - la vitesse du vent - l'angle des pales - le type d'éolienne. <p>Une infrastructure de contrôle, programmée sous Labview, (gestion des alarmes, accès aux informations techniques de plus bas niveau, monitoring des performances) sera réalisée pour rendre le contrôle de ce modèle en tous points pareils à celui d'une grande éolienne.</p> <p>Le système développé doit être capable de rejouer des « scénarios éoliens » précédemment enregistrés et de modéliser, à partir de données météorologiques, le comportement de l'éolienne.</p> <p>Les développements doivent s'intégrer harmonieusement avec les démonstrateurs et les instruments du GridLab.</p> <p>Objectifs / Ziele</p> <ul style="list-style-type: none"> — Mettre en place le modèle physique de l'éolienne développé durant le travail de semestre — Développer une infrastructure de contrôle de l'éolienne — Piloter le modèle de l'éolienne à partir de données météorologiques enregistrées — Monitorer les performances de la machine.

Signature ou visa / Unterschrift oder Visum Responsable de l'orientation / filière <i>Leiter der Vertiefungsrichtung / Studiengang:</i>  ¹ Etudiant / Student : 	Délais / Termine Attribution du thème / Ausgabe des Auftrags: 01.06.2016 Remise du rapport / Abgabe des Schlussberichts: 29.07.2016, 12:00 Expositions / Ausstellungen der Diplomarbeiten: 31.08 – 01.09 – 02.09.2016 Défense orale / Mündliche Verfechtung: Semaine / Woche 36
--	---

¹ Par sa signature, l'étudiant-e s'engage à respecter strictement la directive DI.1.2.02.07 liée au travail de diplôme.
Durch seine Unterschrift verpflichtet sich der/die Student/in, sich an die Richtlinie DI.1.2.02.07 der Diplomarbeit zu halten.

Eolienne 2.0 du Gridlab

Diplômant Vincent Perrin



Objectif du projet

Mettre en place un modèle simulant le fonctionnement d'une grande éolienne en tenant compte de plusieurs paramètres tels que la vitesse du vent, la vitesse de rotation et le couple de la turbine, l'angle des pâles et le type d'éolienne.

Méthodes | Expériences | Résultats

Ce projet est la continuité de deux travaux de diplôme réalisés en 2013 et 2014 basés sur le simulateur éolien disposé au Gridlab, les fonctionnalités suivantes ont été développées :

- Un modèle de turbine reprenant les caractéristiques d'une éolienne à axe horizontale à trois pâles et permettant la modélisation du couple agissant sur l'arbre de la génératrice synchrone.
- Une régulation en couple du moteur synchrone entraînant la génératrice.
- Afin de maintenir la génératrice à sa puissance nominale une régulation de l'angle de calage des pâles a été implémentée.
- Une régulation en vitesse de la génératrice afin de rechercher le point de puissance maximale (MPPT) afin d'optimiser le rendement de l'éolienne.
- L'acquisition et le traitement de données météorologiques pour pouvoir effectuer différentes simulations.
- L'intégration d'un écran tactile et la mise en place d'une interface homme machine permettant le monitoring des performances.

Travail de diplôme
 | édition 2016 |

Filière
 Systèmes industriels

Domaine d'application
 Power and Control

Professeur responsable
 Gilbert Morand
 Gilbert.Morand@hevs.ch

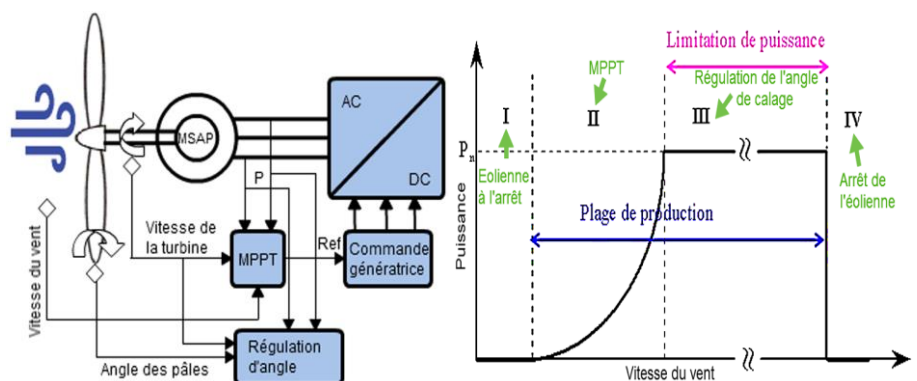


Schéma bloc de la recherche de puissance maximale, de la commande de la génératrice et du contrôle de l'angle des pâles.

Représentation de la plage de production d'une éolienne en fonction de la vitesse du vent.

Table des matières

1. Introduction.....	3
1.1 Situation actuelle	3
Eolien en suisse.....	3
Comparatifs avec solaire.....	3
1.2 L'éolien.....	5
Type d'éolienne	5
Principe d'étude.....	6
Plage de travail d'une éolienne	6
1.3 Le projet Gridlab	7
Smart Grid.....	7
But.....	7
1.4 Evolution et état actuel de l'éolienne 2.0.....	8
2013	8
2014	8
2015	8
Etat actuel.....	9
1.5 Description rapide et objectifs du travail de diplôme	9
2. Eolienne 2.0.....	9
2.1 Principe de fonctionnement	9
Topologie	10
2.2 Modélisation de la turbine	11
Coefficient de puissance (Cp)	12
Couple de la turbine	14
Commande du moteur d'entraînement et de la génératrice synchrone	15
Commande de l'angle de calage des pâles	16
2.3 Recherche du point de puissance maximum.....	17
Stratégie MPPT sans connaissance de la courbe caractéristique	20
Stratégie MPPT avec connaissance de la courbe caractéristique.....	20
Commande en vitesse.....	20
Algorithme MPPT.....	22
2.4 Données météorologiques.....	24
Profil et fluctuations du vent dans le temps.....	24
Importation des données météo	25
Interpolation des valeurs de vitesses de vent	26

Données météo sur la direction du vent	27
2.5 Infrastructure de contrôle et interface IHM	28
Interface de commande.....	28
Monitoring des paramètres	29
Monitoring des défauts	30
Monitoring des convertisseurs	30
Panneau de contrôle.....	31
2.6 Modification mécanique du banc.....	31
Micro PC.....	31
Ecran tactile	32
Châssis de l'émulateur	33
2.7 Coût du projet	34
2.8 Améliorations.....	34
3 Conclusion	35
4 Date et signature	35
5 Sources et références.....	36
6 Annexes	37

1. Introduction

1.1 Situation actuelle

Eolien en suisse

En juin 2015, la Suisse comptait 34 éoliennes installées, totalisant 60 MW. La production annuelle des installations suisses est estimée à 108 GWh, soit la consommation annuelle d'environ 30 000 ménages ou d'environ 0.2% de la consommation totale de notre pays.

La Suisse possède un réel potentiel et la volonté d'augmenter la production annuelle éolienne afin de passer à 4000 GWh d'ici à 2050. Soit environ 40 fois plus qu'à ce jour.

Le graphe suivant démontre bien la tendance pour le développement de telles installations bien que pour le moment l'énergie éolienne Suisse reste relativement discrète en comparaison aux autres pays européens.

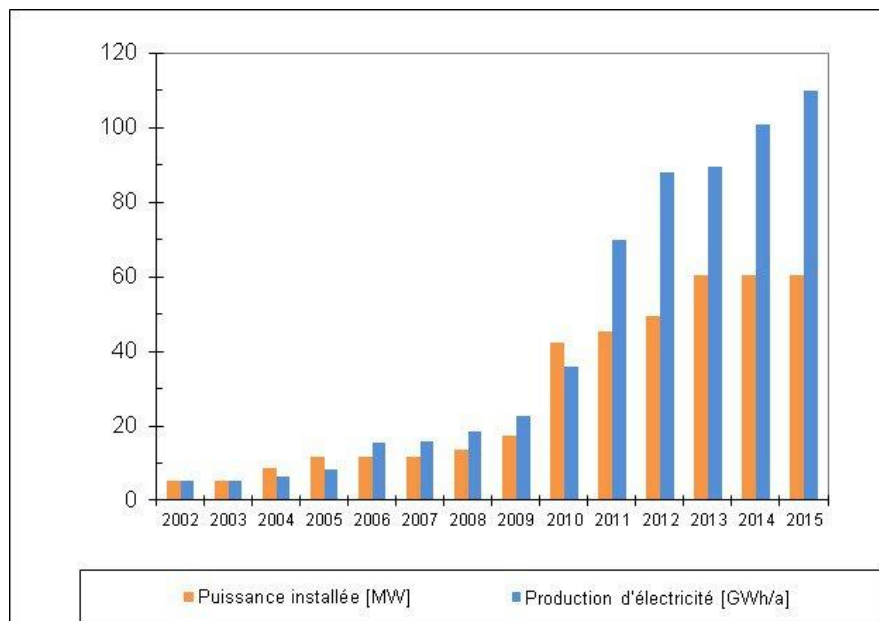


Figure 1: Evolution de la puissance et production éolienne en suisse de 2002 à 2015

Comparatifs avec solaire

Pour comparaison voici quelques chiffres concernant l'énergie solaire en Suisse à fin 2015 :

- Nombre d'installations photovoltaïques env. 60000
- Puissance totale installée 1350 MW
- Production totale installée 1280 GWh
- Part du photovoltaïque 2.1%

Le développement de l'énergie éolienne permettra de disposer d'une plus grande quantité d'énergie en hiver. Un manque d'électricité en ruban se fera sentir à moyen terme avec l'arrêt des centrales nucléaires. Une des solutions est la combinaison intelligente de l'éolien, du solaire et de l'hydraulique.

Les énergies éolienne et solaire sont complémentaires, l'éolien produit principalement en soirée et le solaire en journée. Ce mix énergétique, permet de conserver l'énergie hydraulique stockée afin de garantir une sécurité d'approvisionnement.

Sur les deux graphiques suivants, on peut remarquer la grande complémentarité de l'éolien et du solaire sur l'ensemble de l'année ainsi que pour une journée et de l'importance d'optimiser leur pilotage afin d'en tirer le maximum de rendement.

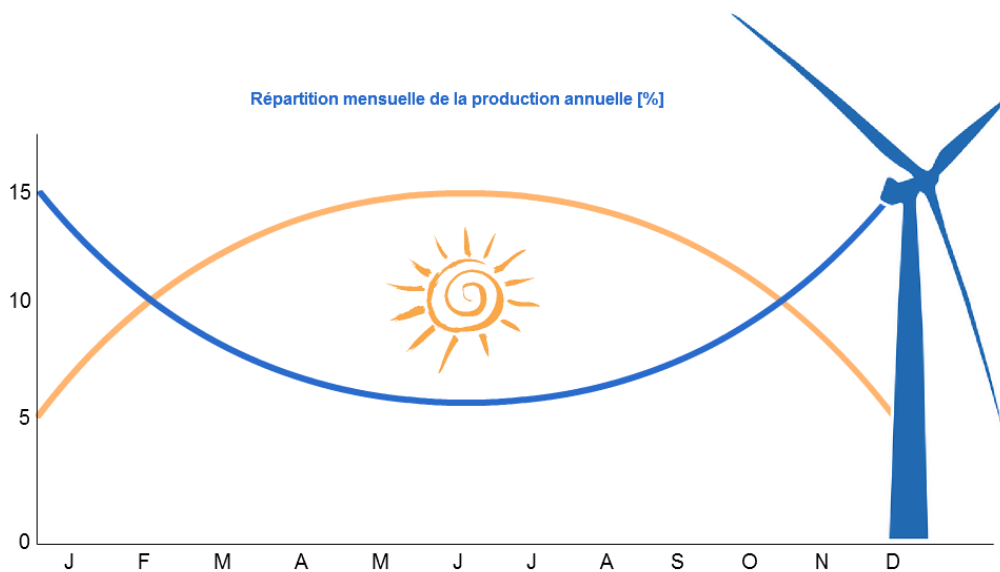


Figure 2: Répartition mensuelle de la production annuelle

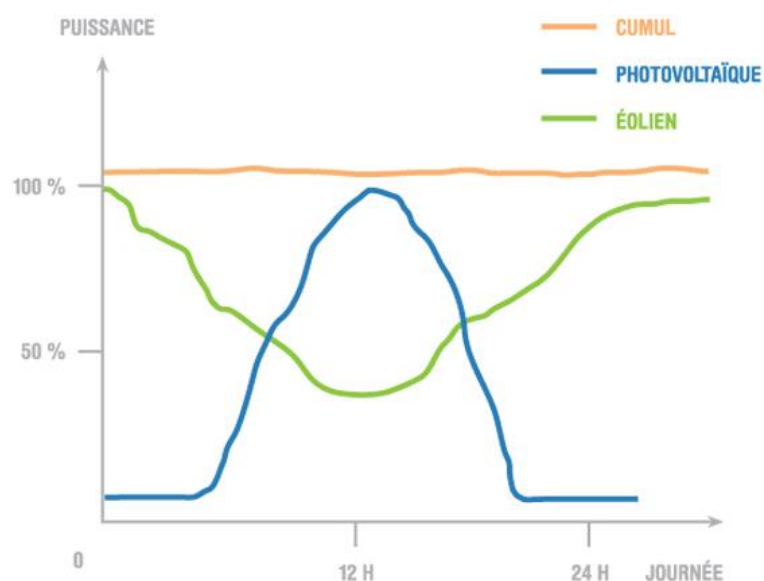


Figure 3: Répartition journalière de production solaire et éolienne (www.eolien-valais.ch)

Avec la stratégie énergétique 2050 du conseil fédéral, l'augmentation des énergies renouvelables basées sur la force du vent en prenant en compte les progrès techniques faits sur les éoliennes et les réseaux électriques tels que Smart Grid, pourrait dépasser les 10% d'ici à 2035.

1.2 L'éolien

Type d'éolienne

On distingue plusieurs types et tailles d'éoliennes :

- à axe horizontale avec des modèles à 1, 2 ou 3 pâles
- à axe verticale avec les modèles de type Darieus et Savonius

Allant du kilowatt à plusieurs dizaines de kilowatts pour les plus petites et de quelques centaines de kilowatts jusqu'à plusieurs mégawatts pour les plus grandes. Sur la figure suivante, on peut voir une représentation de la puissance de certaines turbines en fonction du rayon de leur rotor.



Figure 4 : Puissance en fonction du rayon du rotor pour éolienne à 3 pâles (www.iscience.ca)

Principe d'étude

Cette étude traite principalement des éoliennes de grande puissance les plus courantes, à savoir celles à axe horizontal avec trois pâles, et qui ont la particularité d'être directement raccordées aux réseaux électrique comme représenté dans le schéma suivant.

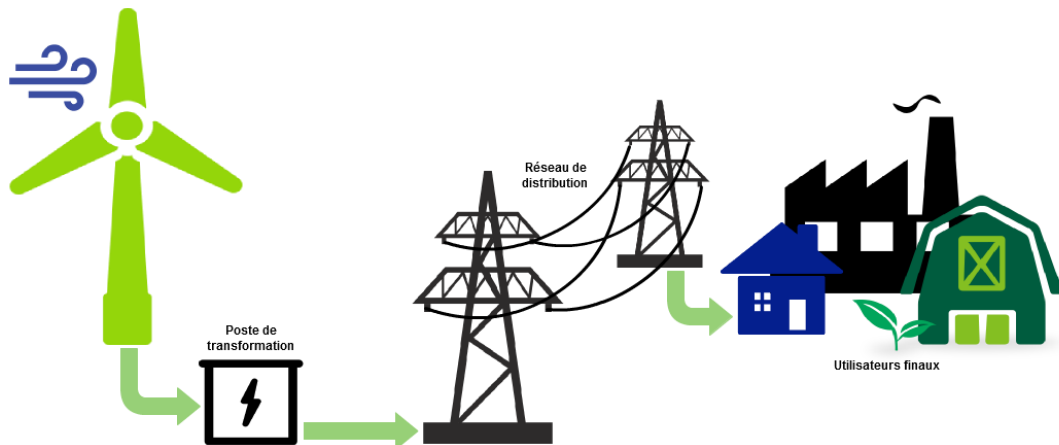


Figure 5: Principe éolien de grande puissance

Les éoliennes convertissent l'énergie aérodynamique du vent en énergie électrique. La puissance aérodynamique due au passage du vent à travers les pales de l'éolienne est convertie en puissance mécanique, cette puissance mécanique est ensuite convertie en énergie électrique par un générateur. Enfin cette énergie électrique est soit stockée en partie puis injectée dans un réseau ou directement injectée dans un réseau local, national selon la puissance de l'éolienne.

Plage de travail d'une éolienne

Dans le mode de fonctionnement d'une éolienne, on peut distinguer 4 phases directement liées à la vitesse du vent. Chaque plage peut avoir une taille différente selon le type de turbine. Sur la figure suivante, on peut voir la courbe de fonctionnement générale d'une éolienne.

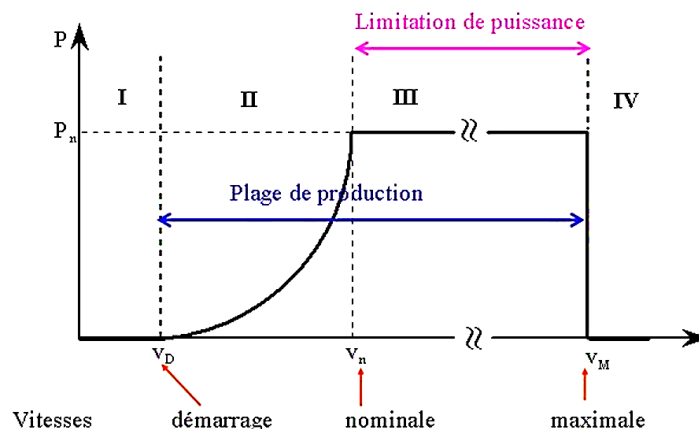


Figure 6 : Plages d'exploitation en puissance d'une turbine en fonction de la vitesse du vent

(www.encyclopedie-energie.org)

Cette courbe comporte quatre parties :

- 1) La première où la vitesse du vent ne permet pas encore la rotation de la turbine.
- 2) La seconde où le système doit être régulé afin d'en tirer le maximum de puissance en gardant l'angle de calage des pâles au minimum et en variant la vitesse de rotation de la génératrice. Ceci se fait avec des stratégies de commande MPPT (Maximum Power Point Tracking). Ces stratégies de commande seront présentées plus en détail au paragraphe sur le MPPT dans la suite du document.
- 3) Une troisième où la vitesse du vent est supérieure à la vitesse nominale de l'éolienne et inférieure à la vitesse de déclenchement. Dans cette zone, il est important de limiter la puissance électrique à la puissance nominale de la génératrice en agissant sur l'angle de calage des pâles afin de maintenir une vitesse de rotation constante.
- 4) La quatrième partie où l'éolienne doit être arrêtée afin d'éviter des dommages.

1.3 Le projet Gridlab

Smart Grid

A l'avenir, nous devons faire face à davantage d'injection décentralisée issue de nouvelles énergies renouvelables dans les niveaux inférieurs des réseaux. Pour ce faire, il est important de rendre les réseaux électriques intelligents en les instrumentant afin qu'ils soient communicants ainsi que d'y intégrer des solutions de stockage en complément au pompage-turbinage actuel.

But

Le Gridlab a été développé afin d'étudier les nouvelles technologies des réseaux électriques de demain, il est constitué de deux unités, une dédiée aux réseaux à basse tension et l'autre aux réseaux haute tension.

La partie haute tension du Gridlab est constituée d'un centre de conduite et de plusieurs installations de production électrique, tels qu'une centrale hydroélectrique de 100 MW, d'un parc photovoltaïque de 15 MW et d'une éolienne de 2 MW. C'est cette dernière qui est le sujet traité dans ce travail de semestre.



Figure 7: GridLab HEVS

1.4 Evolution et état actuel de l'éolienne 2.0

L'éolienne 2.0 a déjà été l'objet de deux travaux de diplôme, suivi d'un développement par les collaborateurs du Gridlab.

2013

- 1^{er} travail de diplôme, où l'objectif était de mettre en place un modèle de l'entraînement électrique d'une éolienne moderne, comprenant la génératrice, un convertisseur et son unité de contrôle.

2014

- 2^{ème} travail de diplôme, avec l'amélioration du banc pour l'intégrer au mieux au laboratoire afin de faire interagir des éoliennes existantes avec les différents modèles mis en place dans le Gridlab.

2015

- Développement des collaborateurs avec la réalisation d'une interface homme-machine basic et l'ajout du transformateur pour l'injection dans le réseau.

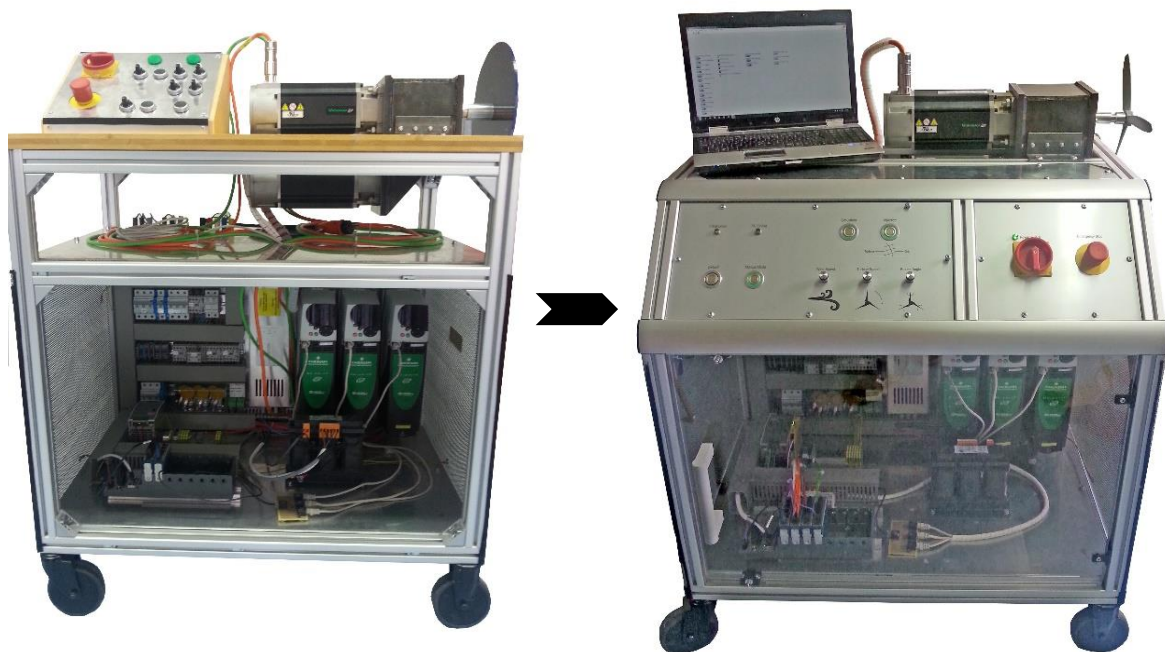


Figure 8: Travaux de diplôme 2013 et 2014

Etat actuel

Les dernières modifications en date apportées à l'éolienne avant les améliorations effectuées durant ce travail sont l'ajout du transformateur, une vue monitoring basique pour la présentation au public ainsi qu'une implémentation simple sur labview permettant à un utilisateur de modifier la vitesse du vent.

Pour permettre une réalisation plus complète de simulations avec des scénarios provenant d'installations existantes ou dans des lieux potentiellement intéressant à la mise en place d'éoliennes, une recherche automatique de la puissance maximale ainsi qu'un visuel des performances techniques, un développement supplémentaire du programme est nécessaire et c'est ce dernier point qui est traité dans la suite de ce rapport et décrit de manière plus précise dans les objectifs du projet.

1.5 Description rapide et objectifs du travail de diplôme

L'objectif de ce travail est de prendre la suite sur ce qui a été fait lors des précédents travaux expliqués ci-dessus et de développer un modèle fin d'éolienne en tenant compte des paramètres suivants :

- le couple de l'éolienne
- la vitesse de rotation
- la vitesse du vent
- l'angle des pâles
- le type d'éolienne

Mettre en place un modèle qui tient compte de l'ensemble des paramètres cités.

Une infrastructure de contrôle, programmée sous Labview (gestion des alarmes, accès aux informations techniques de plus bas niveau, monitoring de performances) doit être prévue puis réalisée afin de rendre le contrôle de ce modèle en tous points pareil à celui d'une grande éolienne.

Le système mis en place doit être capable de rejouer des << scénarios éoliens >> précédemment enregistrés et de modéliser, à partir de données météorologiques, le comportement d'une éolienne.

Les développements doivent s'intégrer harmonieusement avec les démonstrateurs et les instruments du Gridlab.

2. Eolienne 2.0

2.1 Principe de fonctionnement

Le banc de simulation éolien du Gridlab est construit selon le schéma de principe de la figure suivante. Un moteur est accouplé à une génératrice synchrone à aimant permanent et permet de simuler l'effet du vent au travers des pâles. Un convertisseur AC/AC permet de contrôler la vitesse de

rotation du moteur pour simuler les changements de vitesse de vent. Deux convertisseurs sont connectés à la génératrice synchrone et au transformateur, afin de gérer l'injection dans le réseau. Tous les signaux de commandes passent à travers un automate. Un utilisateur peut agir sur les paramètres du banc par un panneau de contrôle ou par un PC.

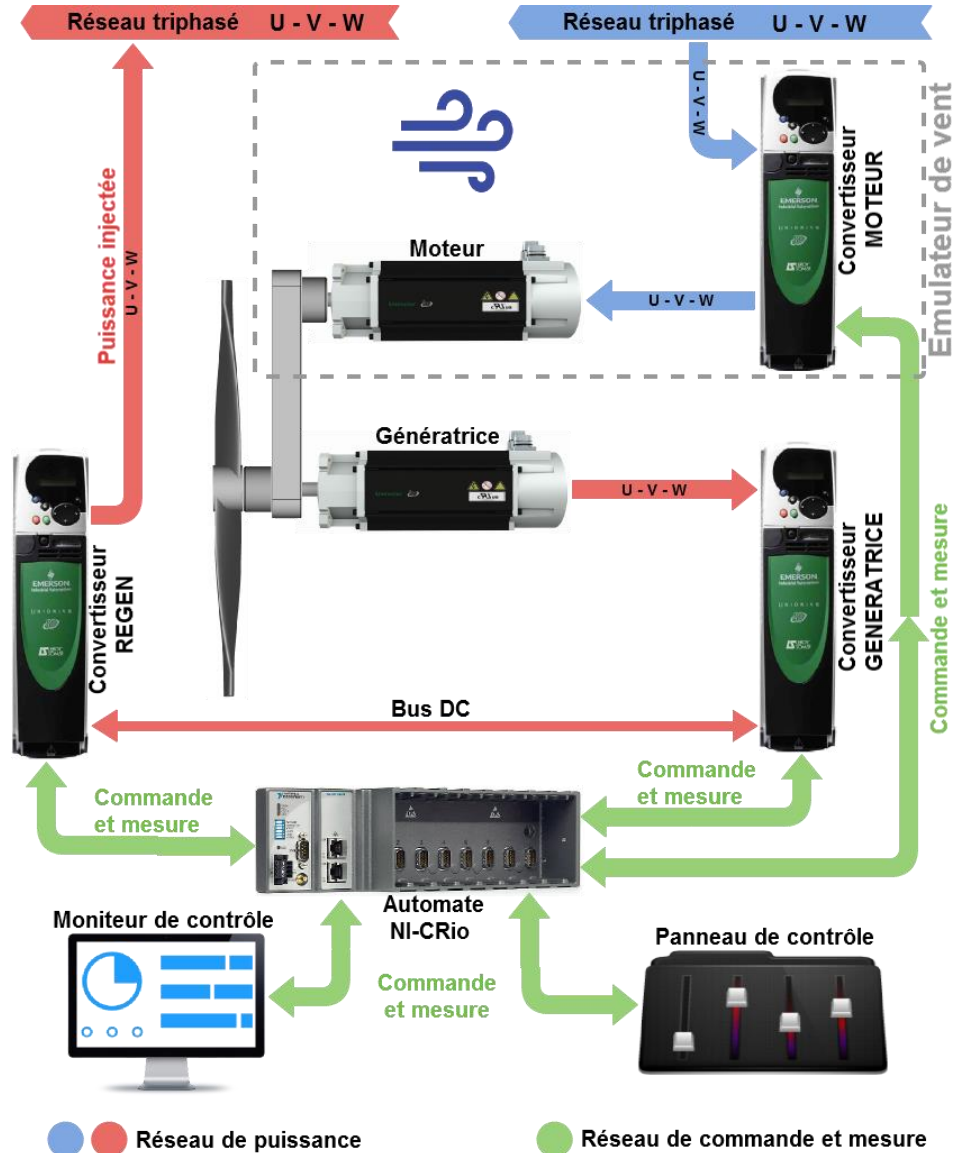


Figure 9: Schéma de principe du banc

Topologie

Le modèle est conçu sur la topologie à vitesse variable de type machine synchrone à aimants permanents (MSAP). La génératrice synchrone à aimant permanent présente de nombreux avantages qui sont entre autre, l'absence de circuit d'excitation qu'on peut retrouver sur d'autres types de génératrice et qui facilite grandement son pilotage, la machine synchrone peut également se passer de multiplicateur de vitesse dans le cas d'éolienne de grande puissance, ce qui implique une diminution des coûts et de l'entretien sur les parties mécaniques.

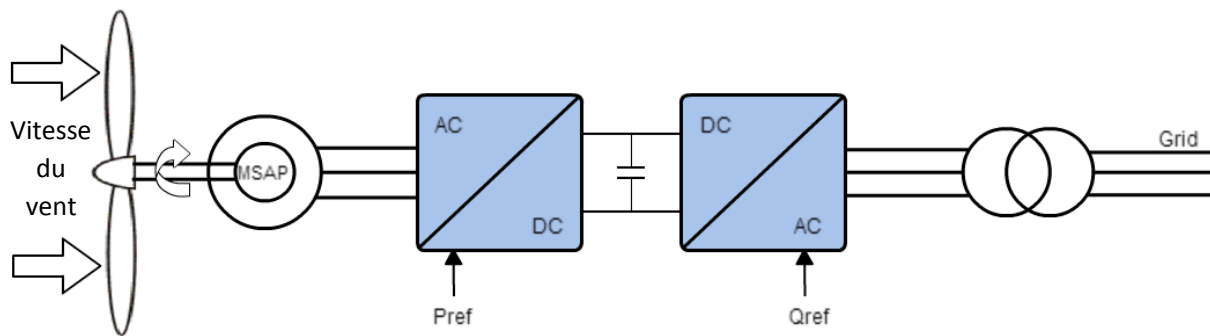


Figure 10: Schéma machine synchrone à aimant permanent

Dans le cas des machines synchrones à aimants permanents le champ créé par la rotation du rotor doit tourner à la même vitesse que le champ statorique. Ce qui veut dire que la fréquence du courant et de la tension produite par l'éolienne est proportionnelle à la vitesse de rotation de la machine et donc de la vitesse du vent. Ceci a pour conséquence de poser des problèmes lorsque l'on veut synchroniser la génératrice au réseau, c'est pourquoi, on place une interface d'électronique de puissance entre la machine et le réseau qui a pour but de séparer la fréquence de rotation de la machine de celle du réseau.

La liaison entre le réseau et la génératrice se fait par un convertisseur raccordé au stator de la machine et par un onduleur connecté au transformateur qui lui est raccordé au réseau. Le convertisseur est constitué d'un redresseur et d'un élévateur permettant de délivrer une tension suffisante à l'onduleur pour de faibles vitesses de rotation. L'onduleur permet quant à lui de contrôler le facteur de puissance du côté réseau.

Ce type de génératrice est de plus en plus utilisé par les constructeurs d'éoliennes par le fait qu'elle peut fonctionner de manière autonome et a l'avantage d'être bien plus légère que les autres machines en raison de l'absence de grosses parties mécaniques tel que le multiplicateur de vitesse.

2.2 Modélisation de la turbine

Dans une éolienne, la puissance mécanique extraite est inférieure à la puissance aérodynamique disponible dans le vent. La modélisation de la turbine permet donc d'exprimer la puissance qu'il est possible d'extraire en fonction de plusieurs paramètres, tels que la vitesse du vent, la vitesse de rotation de la génératrice ainsi que de certaines conditions de fonctionnement.

Comme indiqué plus haut, c'est un modèle basé sur une turbine à trois pâles à axe horizontale, chaque éolienne a des données très spécifiques propres à chaque constructeur qui influent sur sa modélisation. La puissance extraite est directement liée au coefficient de puissance (C_p) de la turbine, ce coefficient donne le rapport d'énergie cinétique qui est convertie en énergie mécanique, son utilité et sa modélisation seront détaillés plus loin dans ce document.

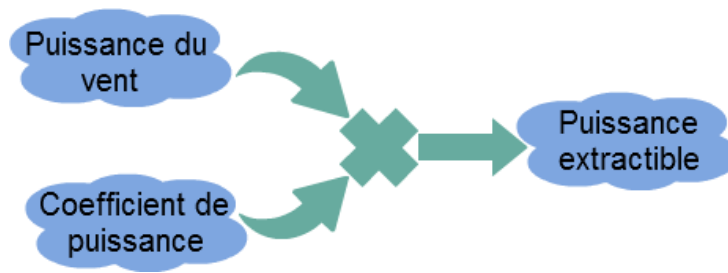


Figure 11: Puissance extractible

La puissance extraite avec le passage du vent dans les pâles de l'éolienne peut s'écrire de la manière suivante :

$$P_{mec} = \frac{1}{2} * \rho * S * v^3 * C_p$$

Où :

- C_p = coefficient de puissance
- V = vitesse du vent
- S = surface du rotor
- ρ = densité de l'air

Coefficient de puissance (C_p)

Le coefficient de puissance C_p est dépendant du ratio entre la vitesse du vent et celle de la turbine (λ) ainsi que de l'angle des pales (β) et ne peut dépasser la limite théorique de Betz de 0.59. Sa valeur se situe donc entre 0 et 0.59 selon le type d'éolienne.

$$C_p = f(\lambda, \beta) \quad \rightarrow \quad \lambda = \frac{\Omega_{turbine} * R}{V_{vent}}$$

- β : angle des pales [°]
- R : rayon du rotor [m]
- Ω_t : vitesse de rotation de la turbine [rad/s]
- V_{vent} : vitesse du vent [m/s]

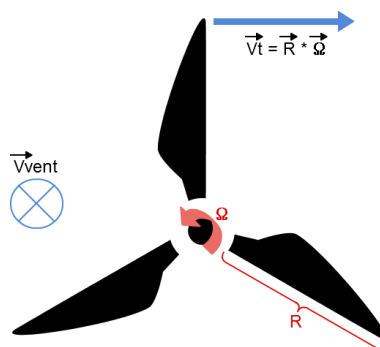


Figure 12: ratio de vitesse

Il existe plusieurs façons de modéliser le coefficient de puissance, et elles sont toutes limitées par les données provenant des constructeurs. Chaque turbine possède ses spécificités et son propre comportement, il est donc assez difficile de les modéliser de manière parfaite.

La modélisation choisie pour ce travail est l'une des plus répandue et se retrouve dans de nombreux ouvrages traitant de ce sujet et donne de bons résultats avec les éoliennes à trois pâles à axe horizontale. Elle possède le grand avantage de se présenter sur une seule équation et prenant en compte l'angle de calage et le rapport de vitesse.

$$C_p(\lambda, \beta) = c_1 * \left(c_2 * \frac{1}{\Lambda} - c_3 * \beta - c_4 * \beta^x - c_5 \right) * e^{-c_6 * \frac{1}{\Lambda}}$$

Où le paramètre Λ est également dépendant de l'angle de calage et du ratio de vitesse et est défini par la formule suivante.

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{1}{\lambda + 0.08 * \beta} - \frac{0.035}{1 + \beta^3}$$

Les coefficients c_1 , c_2 , c_3 , c_4 , c_5 et c_6 , sont des valeurs propres à la turbine et au constructeur les données utilisées pour ce travail proviennent d'une éolienne de 2MW à savoir.

- $c_1 = 0.5179$
- $c_2 = 116$
- $c_3 = 0.4$
- $c_4 = 5$
- $c_5 = 21$
- $c_6 = 0.0068$

La simulation effectuée sur Matlab/Simulink suivante nous montre les courbes du coefficient C_p en fonction du ratio de vitesse pour différents angles de calage des pâles.

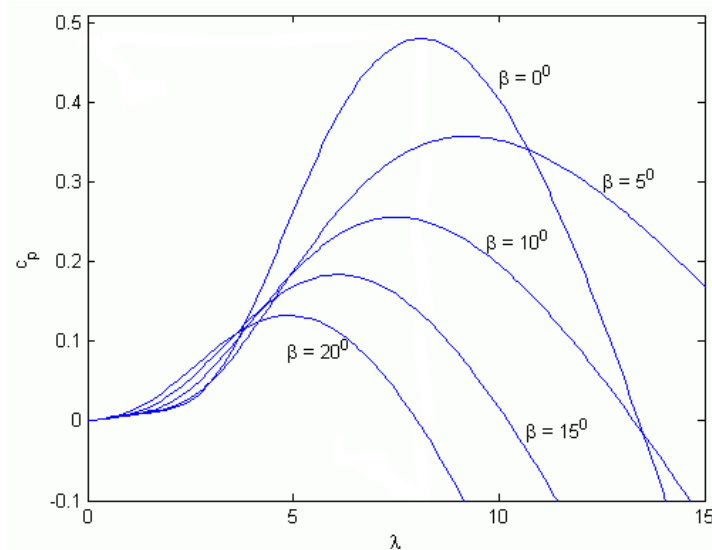


Figure 13: Coefficient C_p en fonction de lambda

Sur la figure 14, on peut voir le schéma Labview pour le calcul du coefficient de puissance et sur la figure 15 le résultat obtenu pour un angle $\beta = 0$.

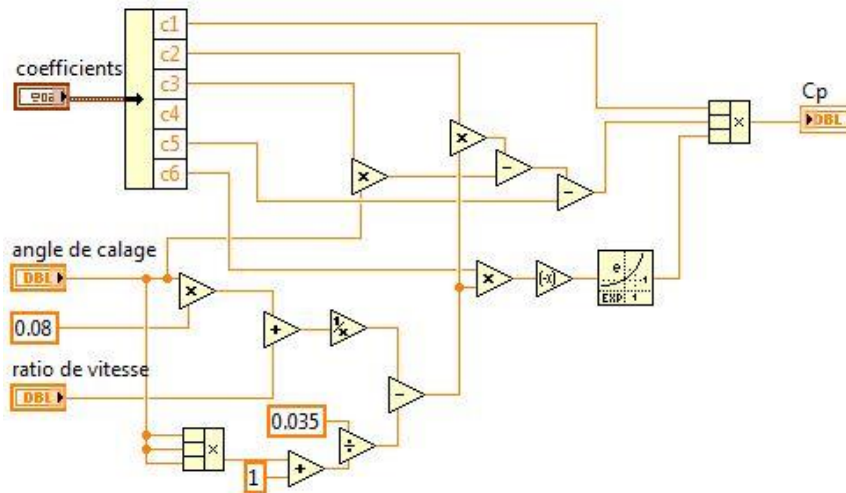


Figure 14: Schéma coefficient de puissance Labview

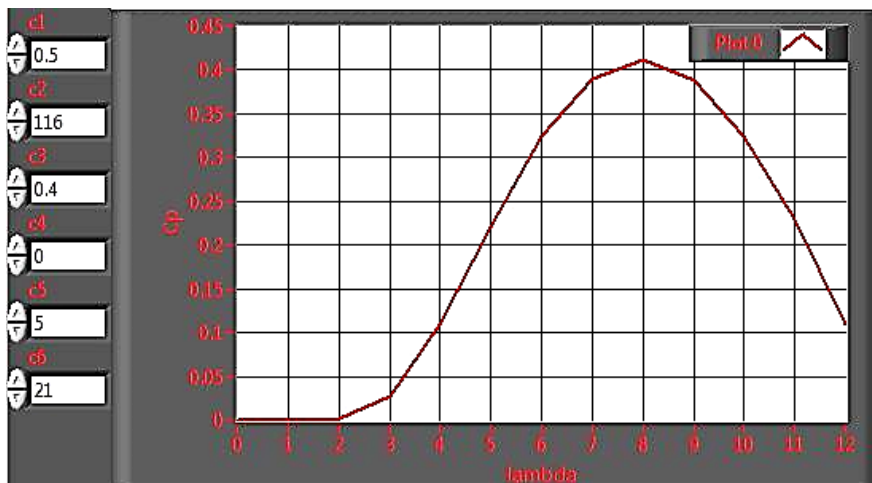


Figure 15: Courbe Cp angle beta 0 Labview

Couple de la turbine

D'une fois que les caractéristiques de l'éolienne et le coefficient de puissance sont modélisés, avec la puissance mécanique à l'arbre, on peut facilement en déduire l'équation du couple suivante.

$$T_{turbine} = \frac{1}{2} * \rho * S * \frac{v^3}{\Omega t} * C_p$$

La figure ci-dessous montre la logique globale du modèle de l'éolienne. La modélisation de la rotation des pâles est souvent représenté dans les ouvrages avec un modèles du premier ordre, avec J_t l'inertie et f_t le coefficient de frottement.

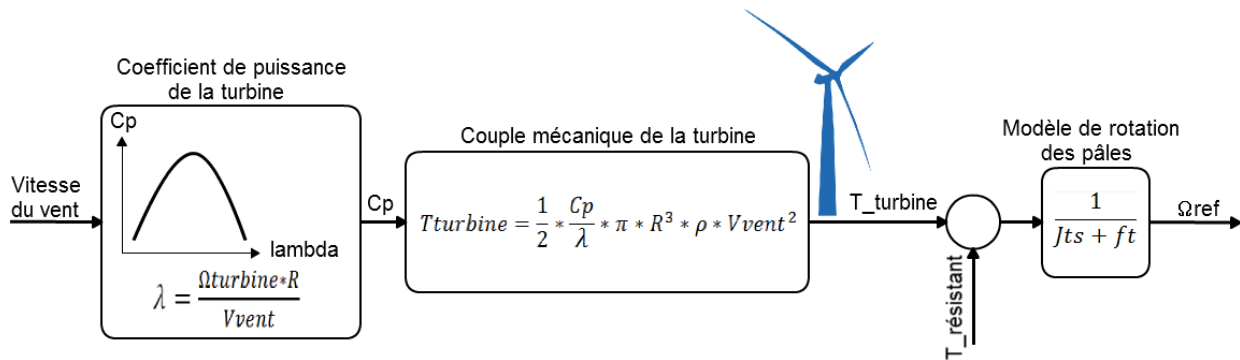


Figure 16: Génération d'une vitesse de référence à partir du modèle de l'éolienne

Sur la figure ci-dessus $T_{résistant}$ représente le couple résistant imposé par la génératrice entraînée. La variable Ω_{ref} représente la vitesse de référence et $T_{turbine}$ la référence de couple avec lesquelles on désire asservir la machine synchrone qui émule le vent au travers des pâles.

La suite consiste à commander le moteur synchrone avec le convertisseur UNIDRIVE SP interfacé avec Labview et par l'intermédiaire de l'automate CompactRio, afin d'atteindre la vitesse de référence ou de couple généré par le modèle de la turbine. Puis de faire des essais de commande du moteur libre, ce qui veut dire que les deux machines synchrones ne sont pas accouplées et donc que le couple résistant ne vient pas perturber son fonctionnement.

Commande du moteur d'entraînement et de la génératrice synchrone

Elle consiste à mettre en place une commande vectorielle permettant le pilotage en couple ou en vitesse du moteur d'entraînement ou de la génératrice. Sur la figure suivante, on peut voir les caractéristiques des deux moteurs synchrones qui composent le banc. Ces caractéristiques sont à passer en paramètre aux deux convertisseurs en charge de leur commande.







				AMBTEMP (ΔT): 0-40°C	
MODEL: 116U2B300VACAA115190		STALL: 6.6Nm(58.46lbin)@4.2A		IP RATING: IP65	
MFG DATE: Jun 2013		SPEED: 3000rpm		RATED TORQUE: 5.5Nm (48.72lbin)	
MNF NG: 3615333		K_e: 98V/Krpm		MAX SPEED: 4800rpm	
SERIAL: 132400323		K_t: 1.6Nm/A (14.17lbin/A)		t _{cw} : 185 s	
		BRAKE: N/A		RATED POWER: 1.73kW	
EMERSON		F/B: 4096ppr		DRIVE VPWM: 380 /480VAC	
		INSUL: F		STALL CURR. @140°C: 4.7A	
		POLE: 6		KT @ 140°C: 1.4 Nm/A (12.40 lbin/A)	
				3 Ø PM AC SERVOMOTOR	

Figure 17 : Données moteur synchrone

La combinaison convertisseurs UNIDRIVE SP d'Emerson avec des Unimotor Emerson constitue un avantage, car on facilite grandement le pilotage des deux moteurs de par leur compatibilité totale. Les convertisseurs peuvent recevoir soit une référence de vitesse, soit une référence de couple au travers d'un fichier [.VI] propre à Labview et qui a été élaboré dans le cadre du projet de laboratoire Gridlab.

Sur la figure 18, on peut voir leur schéma de régulation ainsi que la possibilité de passer en paramètre les caractéristiques du moteur.

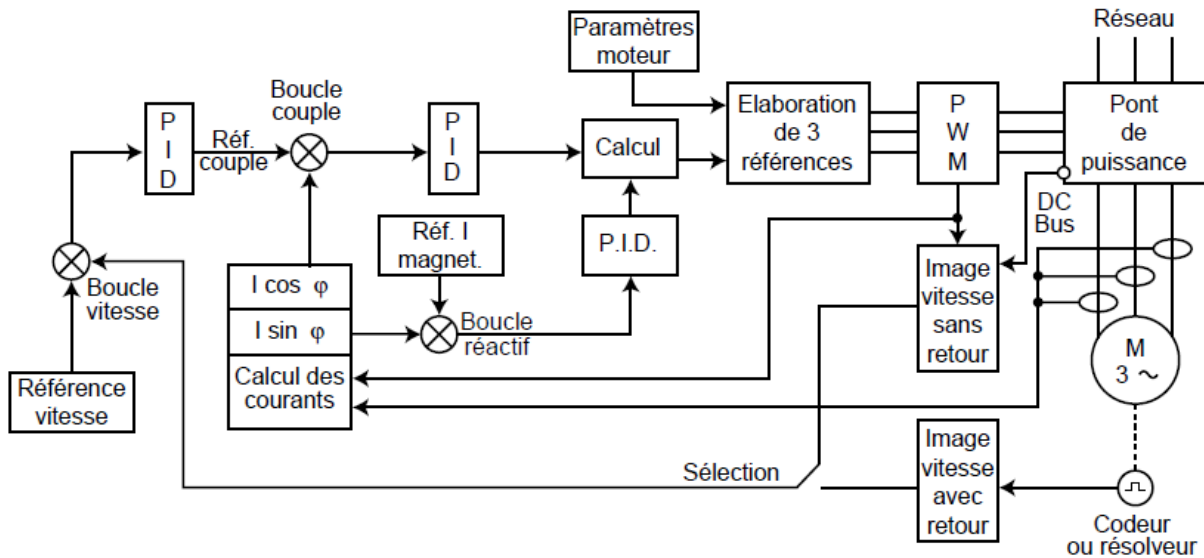


Figure 18 : Schéma fonctionnel de l'UNIDRIVE SP

Commande de l'angle de calage des pâles

Dans les grandes éoliennes, les pâles de la turbine peuvent être commandées par le biais d'un système électrique ou encore hydraulique, ce qui correspond à la zone 3 vu sur la figure 6. Le but de cette manœuvre est de diminuer la vitesse de rotation de la turbine et ainsi la puissance produite par l'éolienne lorsque la force du vent augmente et que la génératrice atteint sa puissance nominale. En principe sur les grandes éoliennes l'angle commence à varier à partir d'une vitesse de vent de 13 m/s, pour des vitesses inférieures l'angle vaut 0 afin d'obtenir le coefficient de puissance le plus grand possible.

Pour ce type de turbine, une boucle de régulation de l'angle de calage doit être réalisée. Dans notre cas cette régulation agit sur la valeur du coefficient C_p de la figure 14 et permet ainsi de varier la commande du moteur d'entraînement.

Elle comporte deux boucles imbriquées, une contrôlant la position des pâles et l'autre permettant un contrôle de la vitesse de variation de l'angle ainsi que la modélisation de rotation des pâles.

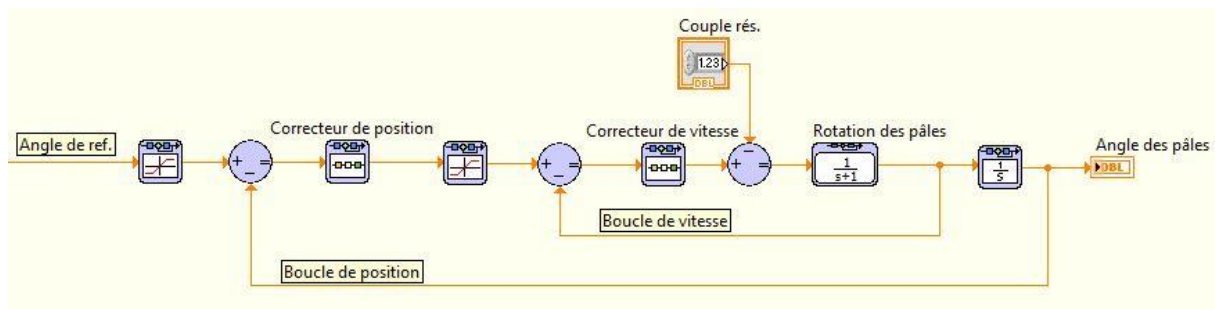


Figure 19 : Schéma bloc de la régulation de l'angle

- Boucle de vitesse

Le correcteur de vitesse est composé d'un régulateur PI (proportionnel et intégral) :

$$F(s) = Kp * \frac{1 + sTv}{sTv}$$

La boucle de vitesse est plus rapide que la boucle de position, sa valeur est de l'ordre de la milliseconde.

- Boucle de position

Le correcteur de position est composé simplement d'un régulateur P (proportionnel) :

$$F(s) = Kp$$

- Angle de référence

Sur la figure ci-dessus, on retrouve un angle de référence en entrée de la boucle de régulation. Cette valeur provient de la régulation de puissance de la turbine afin qu'elle ne dépasse pas la valeur de la puissance nominale de la génératrice.

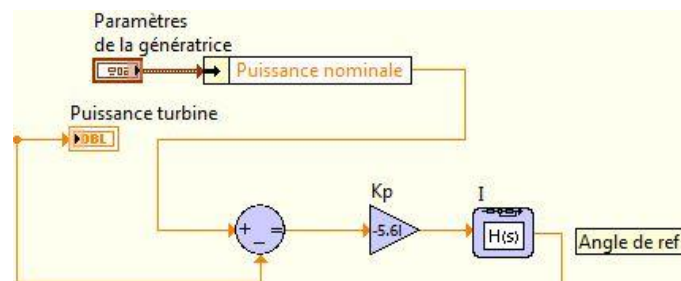


Figure 20 : régulation de la puissance

Le correcteur est composé comme pour celui de la vitesse, d'un régulateur PI (proportionnel et intégral) :

$$G(s) = Kp * \frac{1 + sTp}{sTp}$$

2.3 Recherche du point de puissance maximum

Un MPPT, en anglais Maximum Power Point Tracking est un principe permettant de suivre le point de puissance maximale d'un générateur électrique non linéaire lorsqu'il se trouve dans la plage 2 de la

figure 6. Comme expliqué précédemment, on ne peut pas récupérer la totalité de la puissance présente dans le vent du fait du coefficient de puissance propre à la turbine.

$$P_{mec} = P_{aéro} * C_p$$

Pour optimiser la conversion de la puissance du vent en puissance mécanique, il faut maintenir ce rapport à son maximum. Comme la vitesse du vent change, on doit adapter la vitesse de rotation de l'éolienne pour maintenir ce C_p constant. On distingue donc, les éoliennes à vitesse fixe et les éoliennes à vitesse variable, ces dernières permettent d'obtenir un meilleur rendement en adaptant la vitesse de rotation de l'éolienne.

De plus comme la vitesse du vent est fluctuante et change souvent et rapidement d'intensité. Si l'éolienne a une vitesse de rotation fixe, il y aura de grandes variations de couple sur l'arbre de la machine en rapport avec la vitesse du vent qui se traduisent par la présence de contraintes mécaniques importantes et favorisent l'usure des parties mécaniques de l'éolienne.

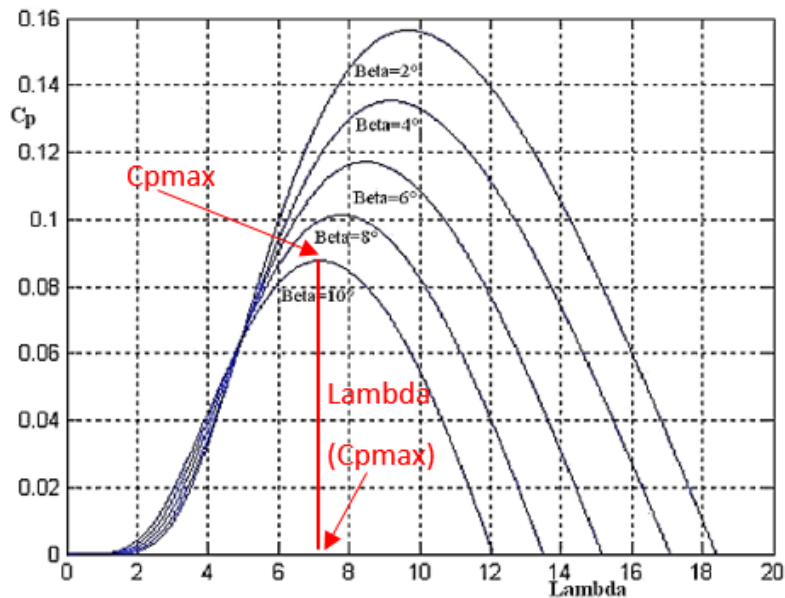


Figure 21: Coefficient de puissance en fonction de lambda et béta

De l'une de ces courbes ci-dessus en prenant les valeurs optimales de C_p et λ , on peut en déduire le graphe des puissances mécaniques en fonction de la vitesse de rotation de la turbine pour toutes les vitesses de vent.

$$P_{mec} = \frac{1}{2} * C_{popt}(\lambda_{opt}, \beta) * \pi * R^2 * \rho * V_{vent}^3$$

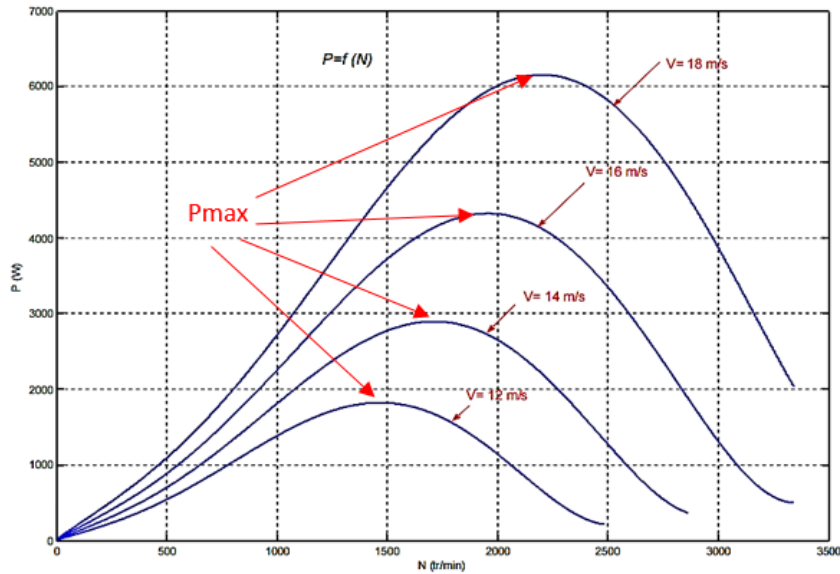


Figure 22: Puissance mécanique en fonction de la vitesse de rotation de la turbine et de la vitesse du vent

Dans le cas de l'utilisation d'une éolienne à vitesse variable, il est possible de maximiser cette puissance. On peut à l'aide de stratégies de commande obtenir la puissance max en ajustant la vitesse de rotation de la turbine à une valeur de référence où se trouve chaque sommet de courbe et ce quel que soit la vitesse du vent. Il est donc nécessaire de connaître la vitesse du vent, la vitesse de rotation de la turbine et la puissance afin de pouvoir déterminer la position du système sur la courbe caractéristique de l'éolienne. Après avoir défini la position du système sur la courbe, le MPPT donne la référence du point au dispositif de commande qui peut ainsi agir via l'électronique de puissance pour positionner le point de fonctionnement sur le sommet de la courbe.

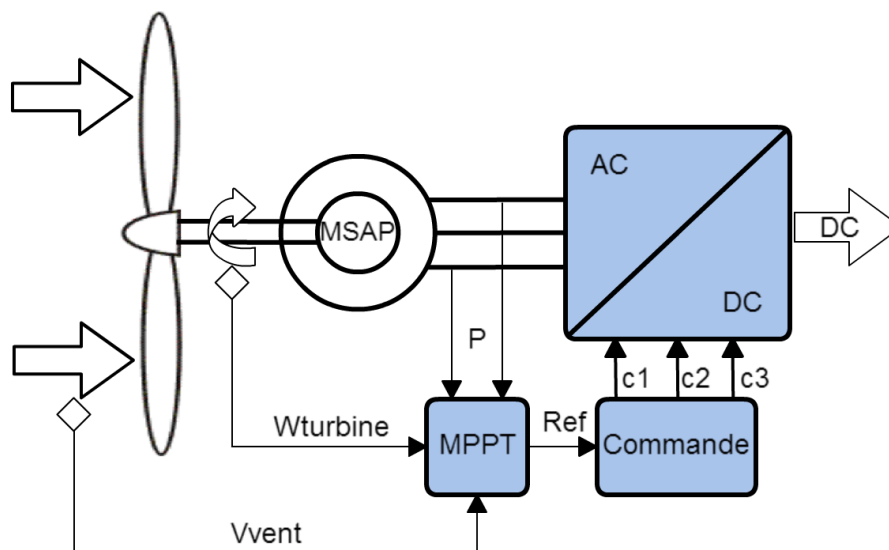


Figure 23: Schéma dispositif MPPT et commande

Pour cela, il existe deux approches possibles :

- 1) Des stratégies de commande où la connaissance de ces courbes caractéristiques n'est pas connue.
- 2) Des stratégies de commande plus répandue, où la caractéristique $C_p(\lambda)$ de l'éolienne est connue au préalable.

Stratégie MPPT sans connaissance de la courbe caractéristique

Les stratégies de commande sans connaissance de la courbe caractéristique se basent sur des algorithmes permettant de traquer à chaque instant le point de puissance maximale sans connaître au préalable aucune composante de la chaîne de conversion d'énergie éolienne.

Il existe plusieurs algorithmes basés sur ce principe mais le plus répandue est celui présenté ci-dessous :

- La stratégie P&O basique (perturbation et observation)

Il représente un des algorithmes les plus simples, à savoir donner une légère perturbation du rapport cyclique du convertisseur et observer les effets sur la puissance en sortie de la génératrice. Selon l'augmentation ou la diminution de la puissance, on agit à nouveau sur le rapport cyclique avec un pas fixe jusqu'à obtenir une valeur de puissance maximum.

Stratégie MPPT avec connaissance de la courbe caractéristique

Ces stratégies de commande utilisent la caractéristique de l'éolienne $C_p(\lambda, \beta)$ afin de dresser la relation optimale entre puissance maximale et vitesse de rotation du rotor. Ces stratégies sont en général plus rapides, plus précises et ont un meilleur rendement que les stratégies de commande sans connaissance de la courbe caractéristique. C'est ce type de stratégies qui a été retenue dans le cadre de ce projet.

Comme une régulation en couple a été faite pour la commande du moteur d'entraînement, il est important de mettre en place une commande de la génératrice avec une régulation de vitesse.

Commande en vitesse

Grâce à la courbe du coefficient de puissance, il est possible avec une simple mesure de vent ou de puissance de calculer la vitesse de référence. Avec cette consigne de vitesse, on peut ensuite mettre en place la régulation en vitesse du système permettant de contrôler la puissance de l'éolienne.

Comme vu précédemment, la vitesse spécifique qui correspond au ratio de vitesse λ est définie de la manière suivante :

$$\lambda = \frac{\Omega t * R}{V_{vent}}$$

- R : rayon du rotor [m]
- Ωt : vitesse de rotation de la turbine [rad/s]
- V_{vent} : vitesse du vent [m/s]

De cette équation, on peut en déduire la vitesse du vent et l'introduire dans l'équation de la puissance mécanique :

$$V_{vent} = \frac{\Omega t * R}{\lambda}$$

↓

$$P_{mec} = \frac{1}{2} * C_p(\lambda) * \pi * R^2 * \rho * V_{vent}^3$$

↓

$$P_{mec} = \frac{1}{2} * \frac{C_p(\lambda) * S * \rho * R^3}{\lambda^3} * \Omega t^3$$

- $\pi * R^2 = S$: Aire du rotor [m²]
- ρ : densité de l'air [kg/m³]
- C_p : coefficient de puissance [-]

Dans cette expression, on peut voir la relation entre la puissance et la vitesse de rotation de la turbine et ainsi reproduire les courbes de la figure 18 expliquée auparavant. A partir de là, on peut effectuer une régulation de la vitesse pour agir directement sur la puissance mécanique de l'éolienne.

Dans le cas où nous nous trouvons sur le sommet de la courbe avec un λ optimal (λ_{opt}) et un coefficient de puissance optimal (C_{popt}), on peut en déduire à l'aide de l'équation ci-dessus une valeur de vitesse de rotation optimale. A savoir :

$$\Omega_{opt} = \sqrt[3]{\frac{P_{mec \ max}}{K_{opt}}}$$

- Avec
$$K_{opt} = \frac{1}{2} * \frac{C_p(\lambda_{opt}) * S * \rho * R^3}{\lambda_{opt}^3}$$

Avec les deux expressions ci-dessus, on peut rechercher le point de puissance maximale en ne faisant qu'une seule mesure de puissance.

$$\sqrt[3]{\frac{P_{mec} [x]}{K_{opt}}}$$

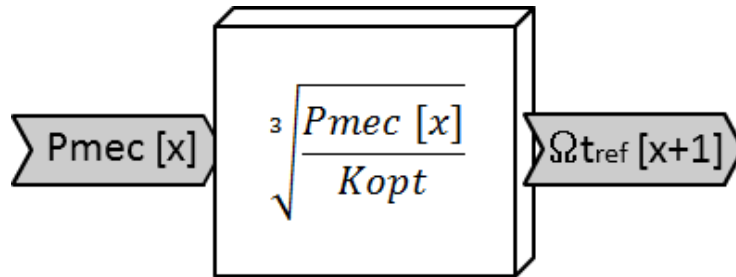


Figure 24 : Vitesse de référence avec mesure de puissance

Algorithme MPPT

L'algorithme de recherche du point optimum de puissance peut être représenté comme sur la figure suivante :

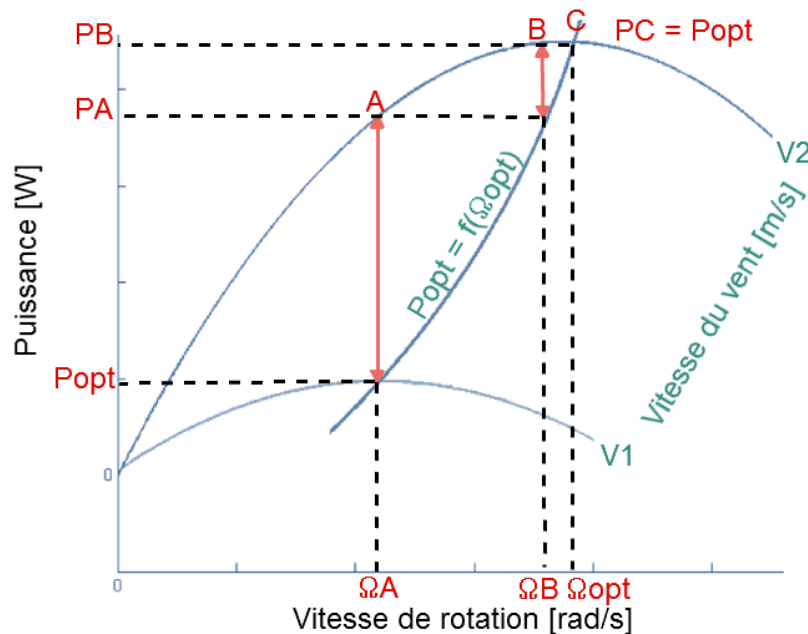


Figure 25 : algorithme MPPT

- Au départ, on se trouve à la puissance maximale sur la courbe de vent V1 et à vitesse de rotation Ω_A .
- Ensuite, la vitesse de vent change et on se retrouve sur la courbe de vent V2 avec la même vitesse de rotation Ω_A . On calcule la vitesse de référence qui correspond à la vitesse de rotation Ω_B .
- On mesure ainsi la nouvelle puissance qui est représentée par PB, puis la nouvelle référence de vitesse est calculée et on trouve finalement la vitesse optimale ainsi que le nouveau point de puissance maximale.

C'est avec cette valeur de référence de vitesse de rotation que nous pouvons agir directement sur la boucle de régulation du convertisseur UNIDRIVE SP qui commande la génératrice synchrone comme indiqué sur la figure 18.

A l'heure de la rédaction de ce rapport, un problème avec la commande de vitesse de la génératrice entre Labview et le convertisseur ne permet pas de tester et d'afficher un résultat des performances de l'algorithme.

2.4 Données météorologiques

Comme expliqué dans les objectifs, le simulateur doit pouvoir rejouer des scénarios de vent récupérer depuis une station météo. C'est pourquoi une acquisition et un traitement de ces données a été mise en place.

Les données sur le comportement du vent, telles que les profils de vitesse et l'intensité des turbulences, sont des facteurs déterminants sur la rentabilité d'une éolienne.

Profil et fluctuations du vent dans le temps

Le vent fluctue énormément dans le temps, sur la figure suivante on peut voir une représentation d'un profil de vent au cours d'une journée ainsi que pour quelques minutes.

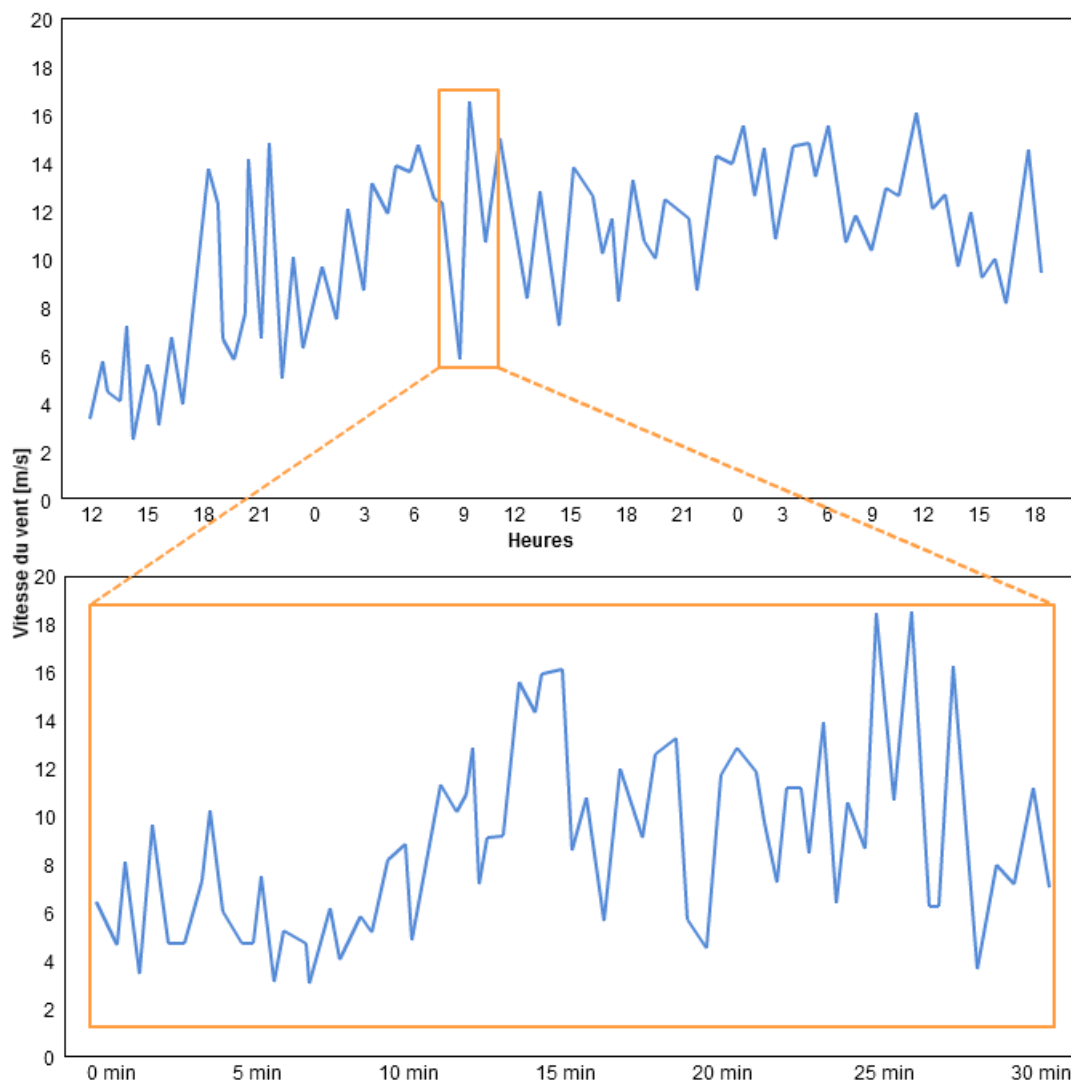


Figure 26: Fluctuation de la vitesse du vent en jour et minute

Importation des données météo

Dans le cadre du projet Gridlab, un accès à des prévisions météo a été conclu avec la HES-SO. Ces données météorologiques provenant de différents sites sont récupérées sur le serveur de Météotest.ch et sont ensuite envoyées sur une base de données de l'école.

Seules les mesures de vitesse et de direction du vent sont nécessaires pour le déroulement des différents scénarios que peut reproduire le banc. Comme ce travail est implémenté avec Labview, un fichier [.VI] propre à ce logiciel a été créé et permet par l'envoi de requête URL d'avoir accès à cette base de donnée.

Ces valeurs nous parviennent avec un écart d'une heure entre chaque mesure et comme le vent peut changer rapidement d'intensité, on se retrouve avec un profil de vent qui ne reflète pas réellement son comportement dans le terrain. Sur la figure ci-dessous, on peut voir la courbe de vitesse et de direction du vent sur une semaine reçu pour le site de Sion.

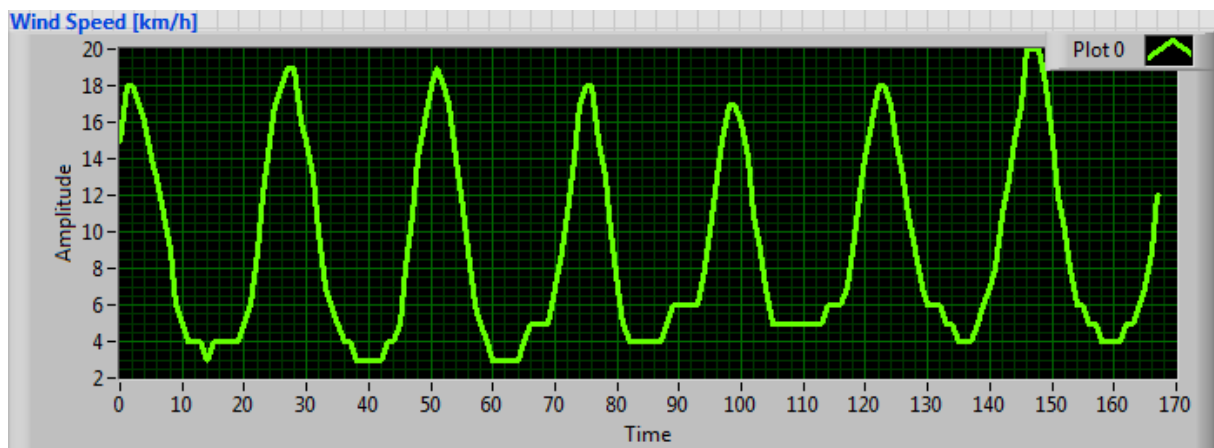


Figure 27: Profil de la vitesse du vent en [km/h] sur une semaine

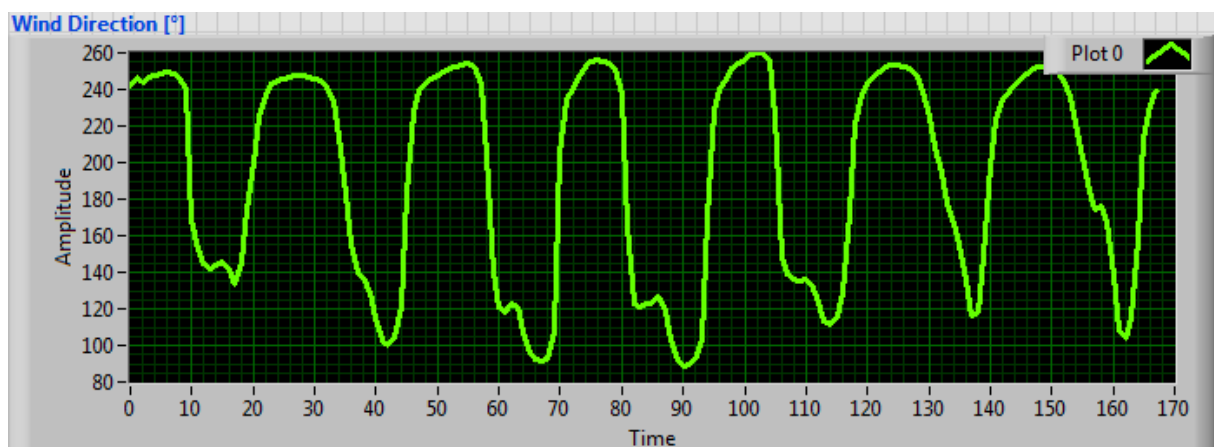


Figure 28: Direction du vent en degré sur une semaine

Interpolation des valeurs de vitesses de vent

Comme expliqué plus haut, le vent varie beaucoup et dans une durée relativement courte. Comme nous recevons qu'une valeur par heure, il est donc important de procéder à une reconstruction de la courbe entre deux données de vitesse afin de rendre la simulation plus réaliste. Cette interpolation consiste à estimer les valeurs prises par une fonction entre deux points déterminés.

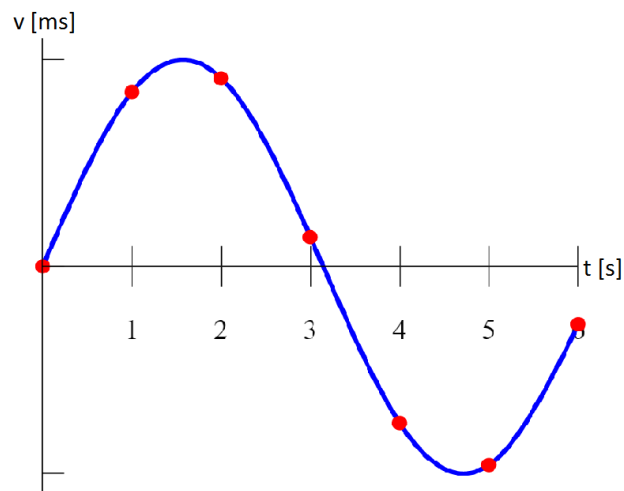


Figure 29: Interpolation entre plusieurs points

Pour ce travail, le choix s'est posé sur une interpolation de type cubique d'Hermite. Un bloc de diagramme est déjà existant sur Labview, plusieurs essais ont été fait avec des valeurs de <<Data>> différentes.

On peut constater sur les figures suivantes que les courbes passent par tous les points.

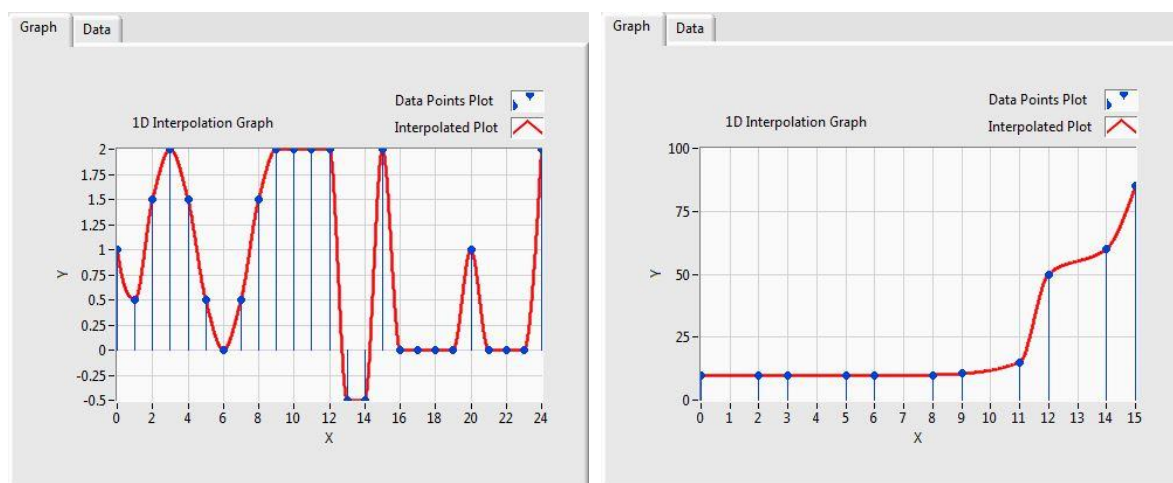


Figure 30: Interpolation d'Hermite

Afin de représenter au mieux le profil du vent, un effet aléatoire est ajouté à cette fonction. Sur la figure suivante, on peut voir une reconstitution de la courbe entre deux valeurs de vent.

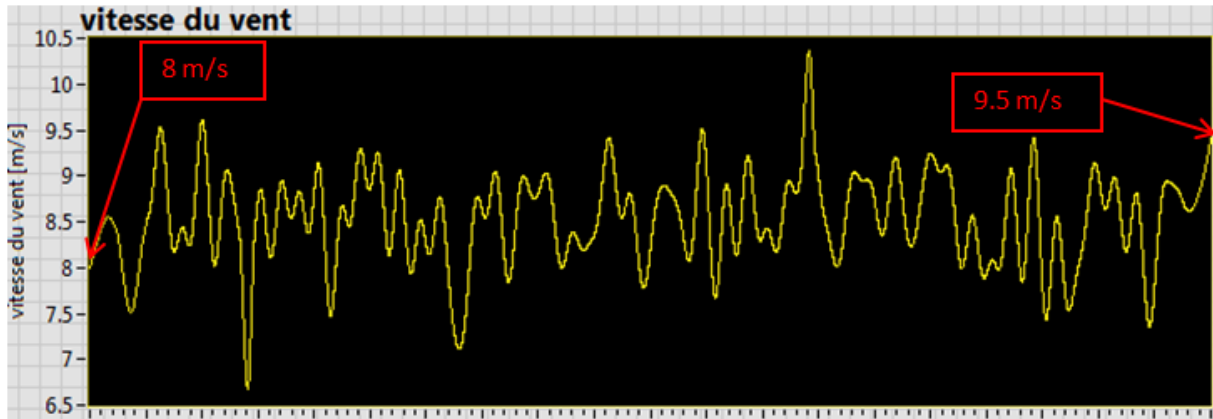


Figure 31: Profil reconstitué sur LabVIEW entre deux vitesses de vent

Données météo sur la direction du vent

Dans le cas de notre émulateur éolien, la direction du vent n'est pas une donnée essentielle au bon déroulement des simulations. Elle permet uniquement une représentation visuelle sur la face avant de l'interface homme machine comme présenté dans la figure suivante. On reçoit une valeur de direction du vent en degré, l'indicateur de vent se déplace selon la donnée reçue puis avec un léger décalage, afin de simuler le temps de réponse de la nacelle, l'indicateur de la turbine se positionne à la même référence.

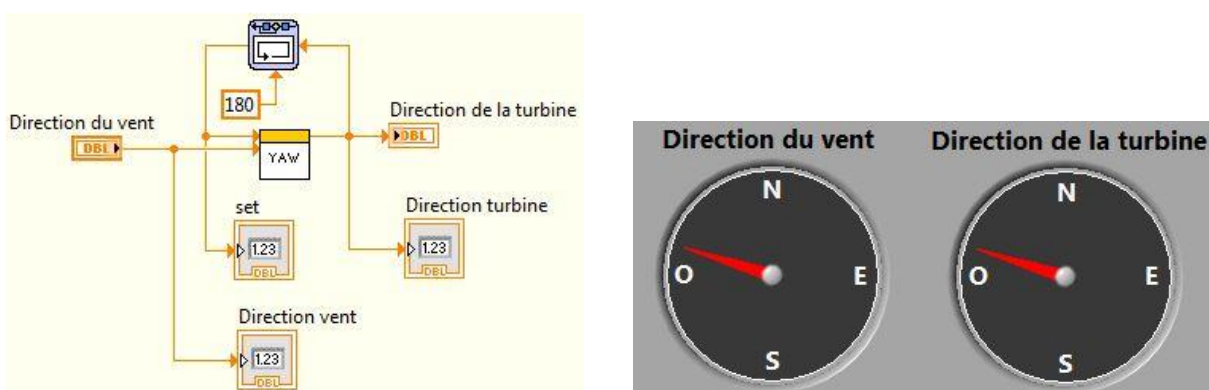


Figure 32: Représentation de la direction de la turbine et du vent

Sur une éolienne installée dans le réseau, la direction du vent est d'une toute autre importance, car elle est toujours orientée précisément face au vent afin d'assurer l'exploitation optimale de l'énergie éolienne.

2.5 Infrastructure de contrôle et interface IHM

Comme expliqué auparavant, ce projet est basé sur le logiciel Labview. L'interface homme-machine permettant le monitoring et l'interaction avec le simulateur est disponible via un écran tactile intégré au châssis. Elle se doit d'être conviviale et intuitive, ainsi que de permettre un accès aux différents paramètres à modifier et valeurs à relever de façon simple et logique.

Interface de commande

Plusieurs modes sont disponibles.

- Un mode manuel, où l'utilisateur fait office de régulateur et influe lui-même sur les différents paramètres tels que la vitesse du vent, la vitesse de rotation de la génératrice et l'angle des pâles directement sur les potentiomètres du banc.
- Un mode automatique, où la vitesse du vent varie selon un simple sinus et permet ainsi d'observer le comportement et la régulation automatique du simulateur sans changement brusque de la valeur du vent comme cela peut être le cas pour une vraie éolienne.
- Un mode scénario, où différents profils de vent provenant de données externes peuvent être rejoués avec à choix plusieurs sites météorologique en Suisse.

Sur la face de contrôle suivante, il est possible de paramétrer le type de turbine et ses caractéristiques avec les différents coefficients propres à l'éolienne, ainsi que la puissance nominale de la génératrice.

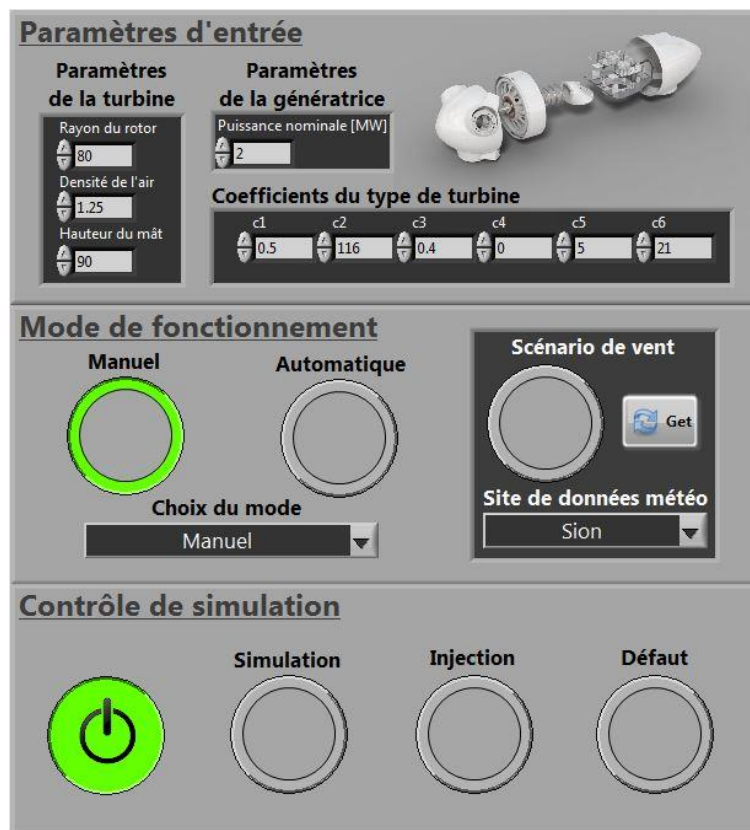


Figure 33: Interface de contrôle du banc

Monitoring des paramètres

Chaque mode permet à l'utilisateur d'étudier le fonctionnement général de l'éolienne, de visualiser numériquement et graphiquement la puissance électrique produite par l'éolienne en fonction de la vitesse du vent et de la comparer avec la puissance du vent.

L'interface affiche les valeurs calculées suivantes :

- vitesse de la turbine
- angle des pâles
- vitesse du vent

Elle permet également d'afficher les valeurs numériques de la vitesse de la génératrice et de la puissance produite injectée dans le réseau. Ainsi qu'une représentation graphique de la courbe de coefficient de puissance vue au paragraphe sur les stratégies MPPT.

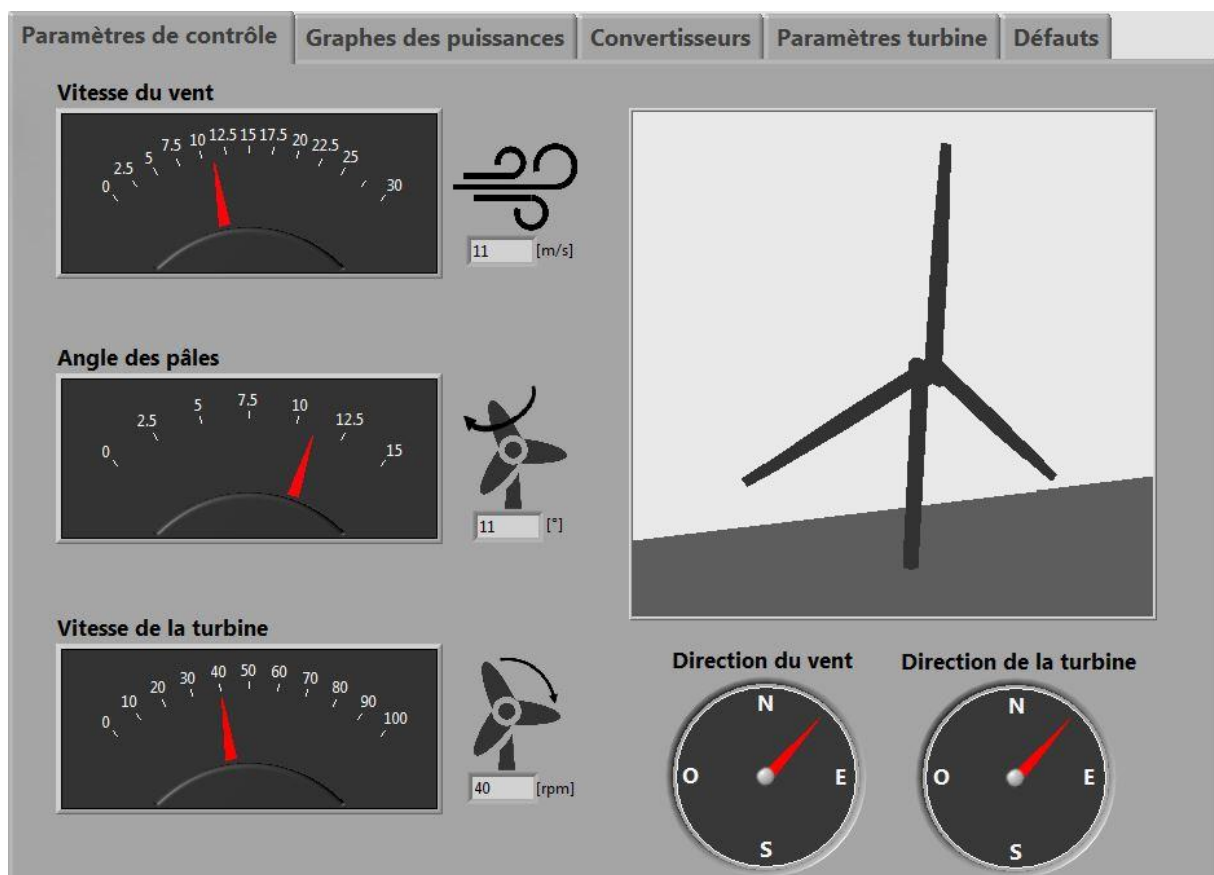


Figure 34: Exemple IHM

Monitoring des défauts

La visualisation des différentes alarmes possibles est affichée tels que :

- Vitesse du vent trop faible
- Vitesse du vent trop élevée
- Coupure du réseau
- Générateur en survitesse
- Bouton d'arrêt d'urgence pressé

Monitoring des convertisseurs

Afin d'avoir une vision plus en profondeur du fonctionnement du banc, un onglet supplémentaire affiche une visualisation à chaque instant des différents paramètres intéressants des convertisseurs ainsi que la tension du bus DC.

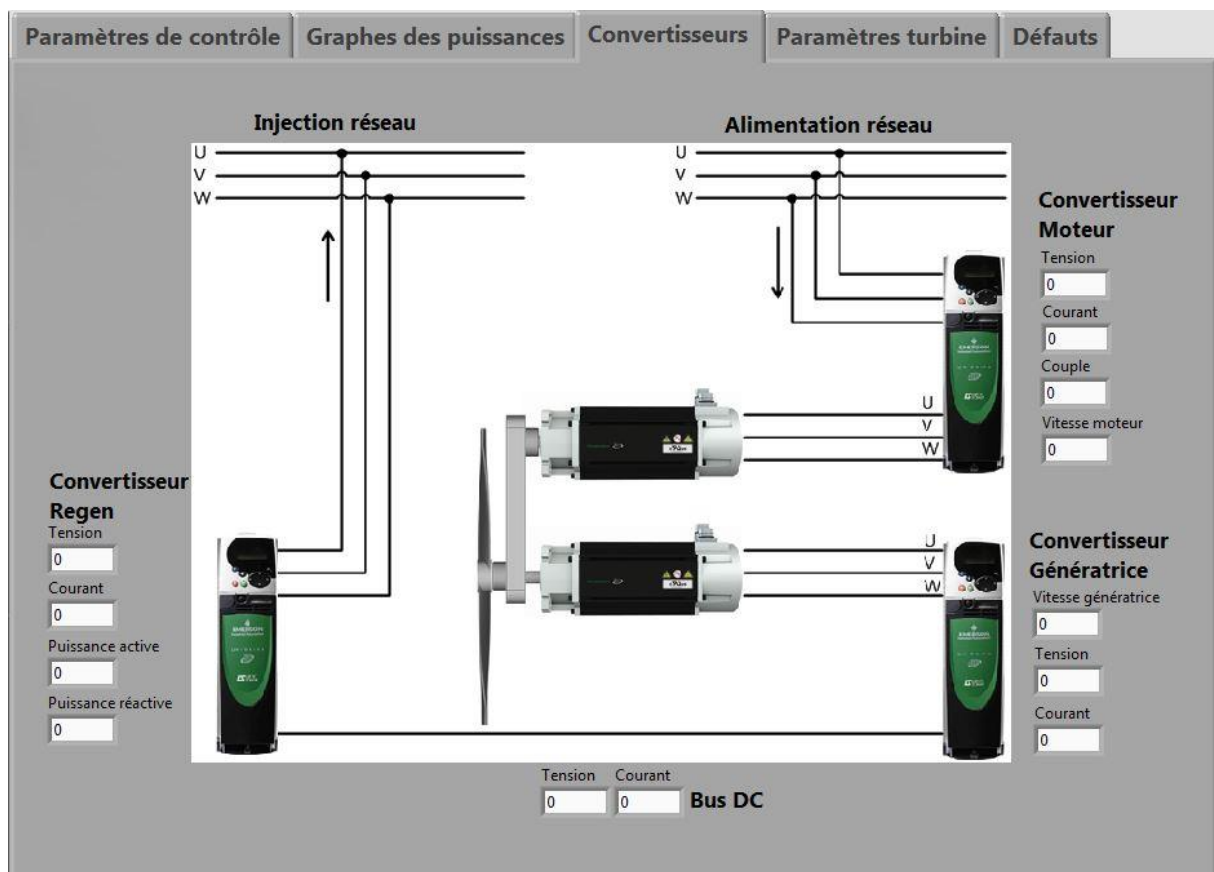


Figure 35 : Monitoring des convertisseurs

Panneau de contrôle

Dans le mode manuel, l'émulateur peut être commandé directement sur la face avant du banc en variant les potentiomètres de vitesse de vent et d'angle des pâles pour agir sur le moteur d'entraînement ainsi que sur celui de la vitesse de la turbine afin d'agir sur la génératrice.



Figure 36 : Panneau de contrôle du banc

2.6 Modification mécanique du banc

Un des travaux à effectuer durant ce projet de diplôme est la modification du banc afin d'y intégrer un écran tactile dans le châssis de l'éolienne et de le connecter à un micro PC.

Micro PC

L'environnement Labview est installé sur le PC et permet l'interaction entre l'écran et l'automate.



Figure 37 : Micro PC Dell Optiplex (www.dell.com)

Ecran tactile

Dans un souci d'uniformité avec les autres bancs de test qui compose le Gridlab, l'écran a été choisi au préalable soit le modèle suivant.



Figure 38 : Control Panel Beckhoff (www.beckhoff.ch)

Afin d'avoir une interface homme-machine où il est agréable de travailler, l'écran a été choisi avec des dimensions suffisamment grandes.

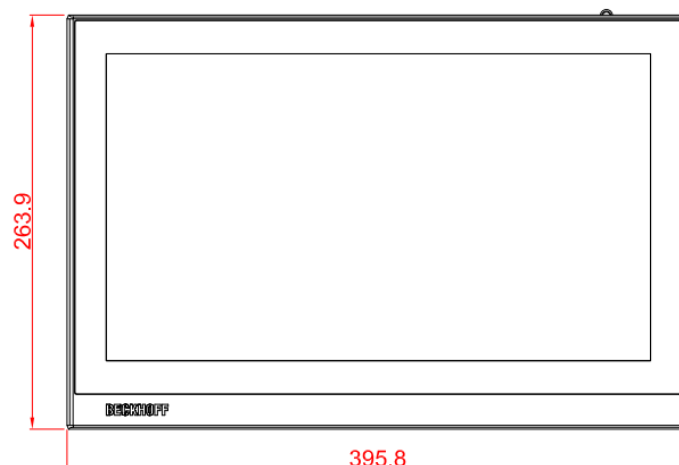


Figure 39 : Dimensions control panel

Cependant, il est trop large et ne peut donc pas être intégré directement dans le panneau de commande existant comme indiqué sur la figure suivante. Le châssis actuel doit être modifié, pour se faire plusieurs solutions ont été étudiées.



Figure 40 : Console de commande de l'éolienne

Châssis de l'émulateur

La solution retenue durant le travail de semestre est la construction d'un capot autour de la génératrice et du carter et d'y placer l'écran, l'avantage de cette solution est que l'on cache la connectique de la génératrice et de l'écran ainsi que le carter qui n'est pas très esthétique. En revanche cela implique de surélever la hauteur finale du banc de l'éolienne.

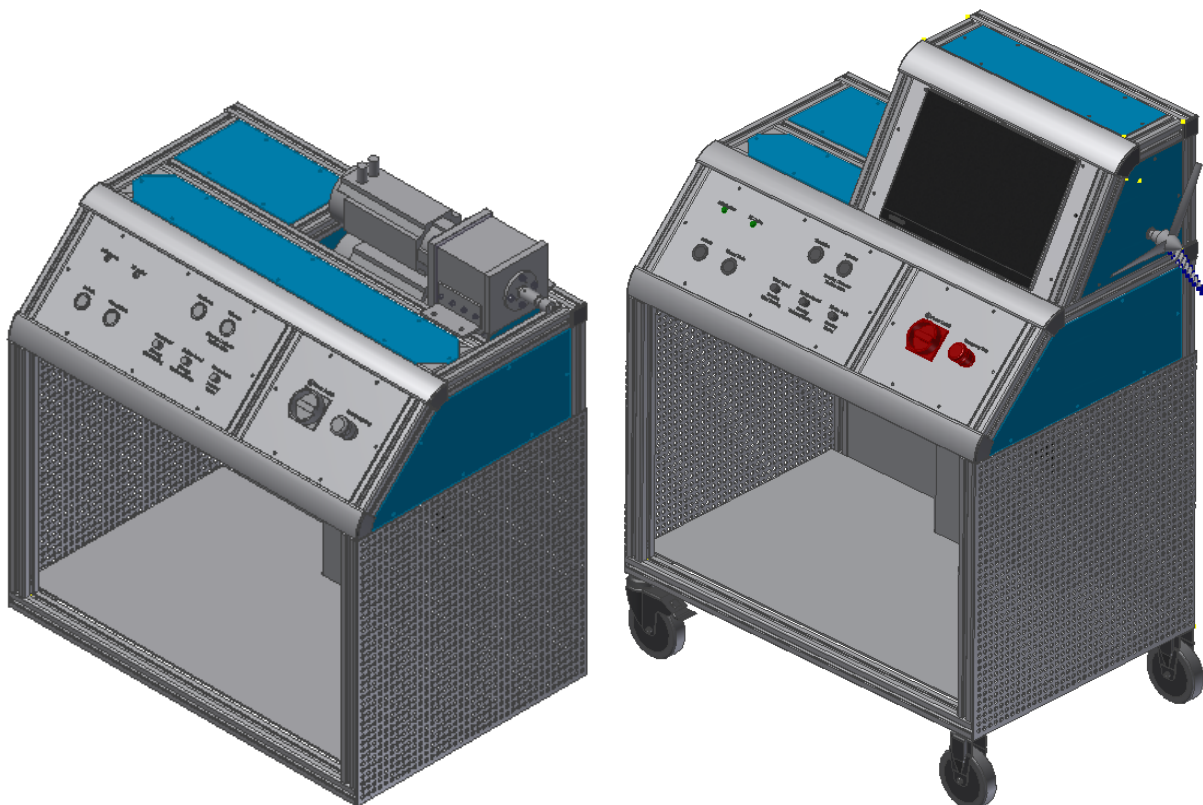


Figure 41 : Banc d'émulation éolien

2.7 Coût du projet

Une vue approximative des coûts du projet est représentée dans le tableau suivant, ceci ne prend pas en compte les honoraires de développement mais uniquement les frais de matériel et d'usinage des pièces. Le détail des différentes commandes se trouve en annexe.

Fournisseur	Détail	Coût [CHF]
Item	Profilés en aluminium et pièces de fixation	255.-
Beckhoff	Ecran tactile CP2916 et connectique	830.-
Dell	Micro PC Optiplex	930.-
HES-SO	Usinage de pièces	250.-
Total		2265.-

Tableau 1: Coûts du projet

2.8 Améliorations

A la rédaction de ce rapport, beaucoup d'améliorations peuvent être apportés au simulateur afin de le rendre fonctionnel. Ces améliorations seront effectuées hors travail de diplôme.

- L'écran et le Micro PC n'ont pas pu être livrés à temps avant la fin du projet. La pose devra être faite à la réception du matériel.
- Il est important de supprimer le problème de la commande du convertisseur de la génératrice afin de pouvoir visualiser les performances du simulateur.
- La modification de la face avant de contrôle du châssis pour y intégrer les différents modes de pilotage présents sur l'interface Labview.
- Le changement des plaques de protection sur les côtés et à l'arrière du banc pour une question d'esthétisme.
- La commande du convertisseur de REGEN raccordé au réseau afin d'assurer une bonne régulation du bus continu.
- L'amélioration du programme Labview afin d'augmenter les possibilités de simulation et de monitoring.
- La rédaction d'un travail pratique sur le principe éolien pour les étudiants de l'école.

3 Conclusion

Durant toute la durée de ce projet, la compréhension des modèles physiques d'une éolienne, la prise de connaissance des deux travaux de diplôme effectués auparavant, les modifications apportées par les membres du Gridlab ainsi que la maîtrise de l'outil de développement Labview ont occupés une partie importante de ce travail.

Une modélisation de turbine de grande éolienne, un algorithme de recherche du point de puissance maximale basé sur le principe de connaissance de la courbe caractéristique de la turbine ainsi qu'une régulation de l'angle de calage des pâles ont été implémentés dans le logiciel Labview.

Une interface homme machine a été mise en place comprenant différents modes de simulation, un mode manuel permettant à l'utilisateur de commander et de réguler lui-même la simulation, un mode automatique où le banc se régule seul en recevant en paramètre une vitesse de vent douce sans changement brusque d'amplitude et un mode scénario où l'émulateur rejoue les données de vent reçues depuis une station météo. L'interface permet également de monitorer les différentes valeurs de la simulation ainsi qu'une visualisation des éventuels défauts.

Cependant, un problème avec la commande en vitesse de la génératrice empêche à l'heure actuelle toutes visualisations des performances du simulateur.

Une modification du châssis a dû être faite afin de pouvoir y loger l'écran tactile, cette modification s'est portée sur la création d'un capot recouvrant les deux moteurs.

Ce travail fût très intéressant de par sa pluralité disciplinaire, en effet il regroupe une grande partie des notions théoriques et pratiques vues dans les différents cours. A savoir la régulation, l'électronique de puissance, la commande de moteur et les énergies renouvelables.

4 Date et signature

Sion, le 28 Juillet 2016

Vincent Perrin

5 Sources et références

- Suisseéole. L'énergie éolienne en Suisse: état des lieux. <<http://www.suisse-eole.ch/fr/energie-eolienne/statistiques/>>. 2016
- Office fédéral de l'énergie OFEN. <<http://www.bfe.admin.ch/index.html?lang=fr>>. 2016
- Beckhoff. Industrial PC. <https://www.beckhoff.com/english.asp?download/ipc_tech.php?pc=Control_Panel/CP39xx/CP3919/>. 2016
- Cynthia Hengsberger. Un laboratoire pour étudier l'injection décentralisée d'énergies renouvelables. Technologie panorama. Bulletin 4. 2015
- Shadya Gabathuler. Modèle d'éolienne pour Mini-Réseau HT/MT. 2013
- Zacharie Lagger. Intégration d'éolienne dans le Gridlab. 2014
- Adnane Zaimi. Optimisation de la commande d'une éolienne à base de machine synchrone à aimants permanents. Energie électrique. 2014.
- Dominique Roggo, « Mini-Réseau HES-SO//Valais », Donnée modélisation d'une éolienne. 2012
- Samuel Chevailler, « Cours, Réseaux et Systèmes d'entraînement ». Moteur synchrone 2016
- Météotest. <<https://meteotest.ch/>>. 2016
- Labview. <<http://www.ni.com/labview/f/>>. 2016

6 Annexes

Annexe 1 : Spécifications écran tactile

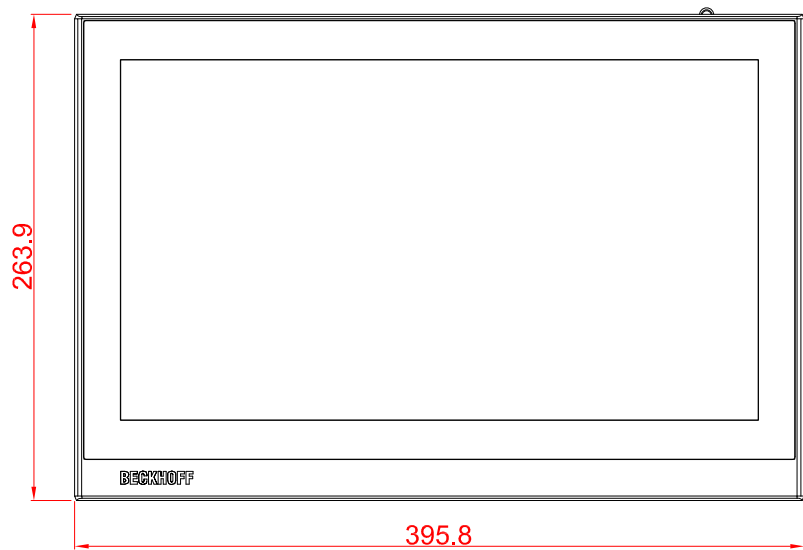
Annexe 2 : Spécifications Micro PC Dell

Annexe 3 : Spécifications Unimotor Emerson

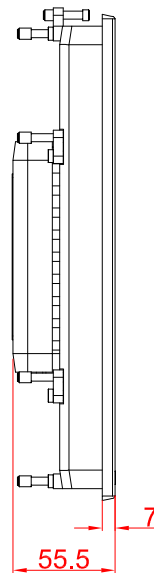
Annexe 4 : Commandes

Annexe 5 : Schémas mécaniques

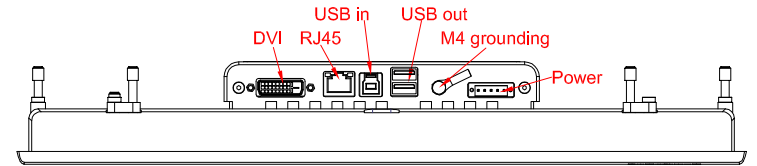
CP2916 Landscape
main dimensions and
fixing points
dimensions in mm



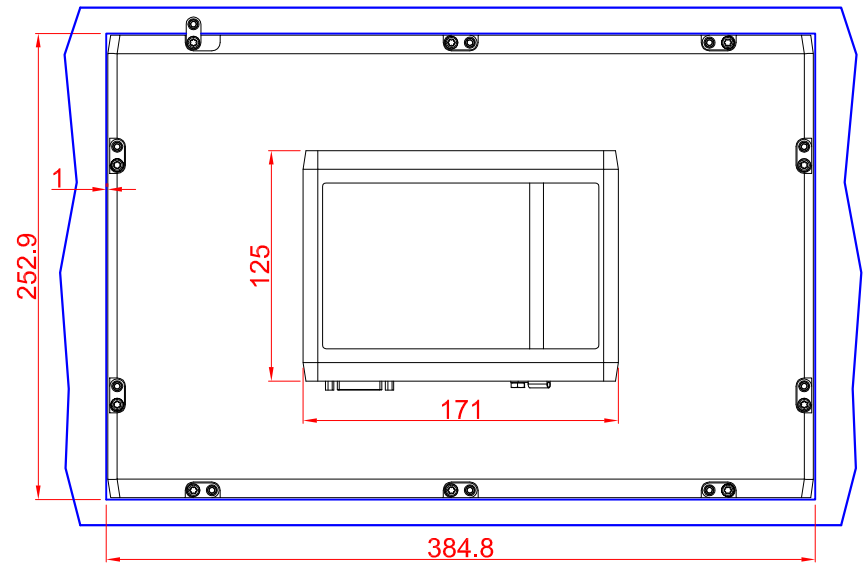
front view



left view

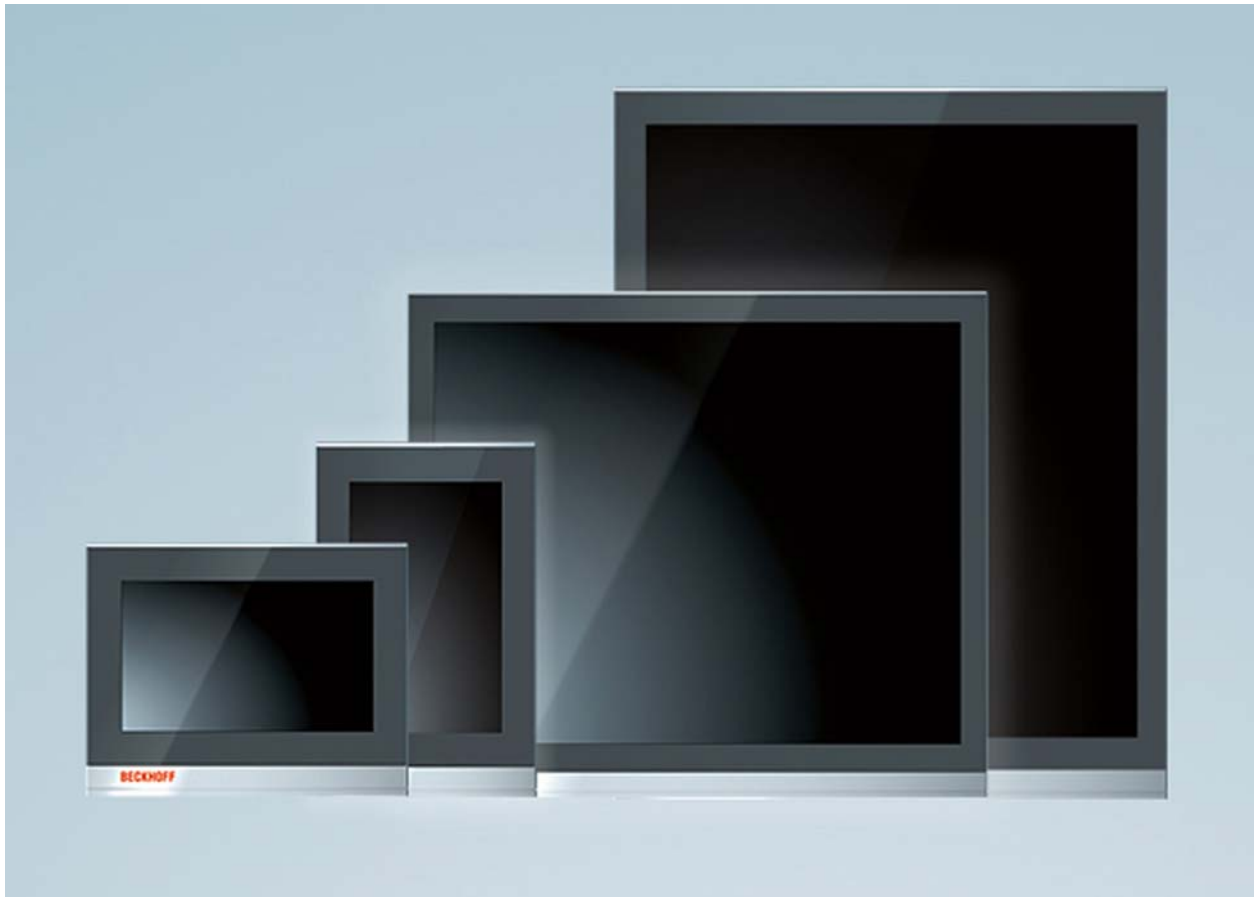


bottom view



cut out dimensions: 252.9mm x 384.8mm

rear view



Installation and Operating instructions for

CP29xx-0000

Multi-touch Control Panel with DVI/ USB Extended interface

CP29xx-0010

Multi-touch Control Panel with CP-Link 4 interface

Version: 1.8

Date: 2015-08-27

BECKHOFF

Table of contents

1	Foreword	3
1.1	Notes on the Documentation	3
1.1.1	Liability Conditions	3
1.1.2	Trademarks	3
1.1.3	Patent Pending	3
1.1.4	Copyright	3
1.1.5	State at Delivery	3
1.1.6	Delivery conditions	3
1.2	Description of safety symbols	4
1.3	Basic safety measures	5
1.4	Operator's obligation to exercise diligence	6
1.4.1	National regulations	6
1.4.2	Procedure in the event of a fault	6
1.4.3	Operator requirements	6
2	Product Description	7
2.1	Product overview	7
2.2	Appropriate Use	8
2.3	Access to the connectors	8
2.4	Interfaces CP29xx-0000	10
2.4.1	DVI-E Input (Digital Visual Interface-Extended) (X106)	10
2.4.2	USB-Extended Input (X 105)	10
2.4.3	USB in (X 104)	11
2.4.4	USB out (X 102, X 103)	11
2.4.5	Ground connection	11
2.4.6	Power Supply (X101)	11
2.5	Interfaces CP29xx-0010	12
2.5.1	CP-Link 4 Architecture Description	12
2.5.2	Interfaces	13
2.5.3	USB out (X 102, X 103)	13
2.5.4	CP-Link 4 Input (X104)	13
2.5.5	Power Supply (X101)	14
2.5.6	Ground connection	14
2.6	Connection Kits/ Connection Cables/Accessories	15
2.6.1	Connection Kits DVI-E/ USB-E connection for CP29xx-0000, optional	15
2.6.2	Accessories for CP29xx-0010, optional	15
2.6.3	Connecting cables for CP29xx-0010, optional	16
3	Installation	17

3.1	Transport and Unpacking	17
3.1.1	Transport	17
3.1.2	Unpacking	17
4	Mounting	18
4.1	Installation in the control cabinet	18
4.1.1	Preparation of the control cabinet	18
4.1.2	Installation in a control cabinet wall	18
4.1.3	Earthing measures	18
4.1.4	Mounting of the Control Panel	19
4.1.5	Fitting the power supply cable	20
4.2	Connecting the Control Panel	21
4.2.1	Connecting cables	21
4.2.2	Protective Earthing	21
5	Operating Instructions	22
5.1	Switching the Control Panel on and off	22
5.1.1	Switching on	22
5.1.2	Shutting down and switching off	22
5.2	Operation	22
5.3	Servicing and maintenance	23
5.3.1	Cleaning	23
5.3.2	Maintenance	23
5.4	Emergency procedures	23
5.5	Shutting down	23
5.5.1	Disposal	23
6	Troubleshooting	24
7	Assembly dimensions	25
8	Technical Data	26
9	Appendix	27
9.1	Beckhoff Support and Service	27
9.1.1	Beckhoff branches and partner companies	27
9.1.2	Beckhoff company headquarters	27
9.2	Approvals for USA and Canada	28
9.3	FCC Approvals for the United States of America	28
9.4	FCC Approval for Canada	28

1 Foreword

1.1 Notes on the Documentation

This description is only intended for the use of trained specialists in control and automation engineering who are familiar with the applicable national standards. It is essential that the following notes and explanations are followed when installing and commissioning these components.

The responsible staff must ensure that the application or use of the products described satisfy all the requirements for safety, including all the relevant laws, regulations, guidelines and standards.

1.1.1 Liability Conditions

The documentation has been prepared with care. The products described are, however, constantly under development. For that reason the documentation is not in every case checked for consistency with performance data, standards or other characteristics. In the event that it contains technical or editorial errors, we retain the right to make alterations at any time and without warning. No claims for the modification of products that have already been supplied may be made on the basis of the data, diagrams and descriptions in this documentation.

All pictures shown in the documentation are exemplary. Illustrated configurations can differ from standard.

1.1.2 Trademarks

Beckhoff®, TwinCAT®, EtherCAT®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE® and XFC® are registered trademarks of and licensed by Beckhoff Automation GmbH.

Other designations used in this publication may be trademarks whose use by third parties for their own purposes could violate the rights of the owners.

1.1.3 Patent Pending

The EtherCAT Technology is covered, including but not limited to the following patent applications and patents: EP1590927, EP1789857, DE102004044764, DE102007017835 with corresponding applications or registrations in various other countries.

The TwinCAT Technology is covered, including but not limited to the following patent applications and patents: EP0851348, US6167425 with corresponding applications or registrations in various other countries.

1.1.4 Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG.

The reproduction, distribution and utilization of this document as well as the communication of its contents to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages. All rights reserved in the event of the grant of a patent, utility model or design.

1.1.5 State at Delivery






All the components are supplied in particular hardware and software configurations appropriate for the application. Modifications to hardware or software configurations other than those described in the documentation are not permitted, and nullify the liability of Beckhoff Automation GmbH & Co. KG.

1.1.6 Delivery conditions

In addition, the general delivery conditions of the company Beckhoff Automation GmbH & Co. KG apply.


1.2 Description of safety symbols

The following safety symbols are used in this operating manual. They are intended to alert the reader to the associated safety instructions.


 DANGER	<p>Acute risk of injury!</p> <p>If you do not adhere the safety advise adjoining this symbol, there is immediate danger to life and health of individuals!</p>
 WARNING	<p>Risk of injury!</p> <p>If you do not adhere the safety advise adjoining this symbol, there is danger to life and health of individuals!</p>
 CAUTION	<p>Hazard to individuals!</p> <p>If you do not adhere the safety advise adjoining this symbol, there is obvious hazard to individuals!</p>
 Attention	<p>Hazard to devices and environment</p> <p>If you do not adhere the notice adjoining this symbol, there is obvious hazard to materials and environment.</p>
 Note	<p>Note or pointer</p> <p>This symbol indicates information that contributes to better understanding.</p>

1.3 Basic safety measures

Before the Industrial PC is switched off, software that is running must be properly closed. Otherwise it is possible that data on the storage medium is lost. Please read the section [Switching the Control Panel on and off](#).

 Warning	<p>Switch off all parts of the equipment, then uncouple the Control Panel</p> <p>Before opening the housing, and whenever the Control Panel is not being used for control purposes (such as during functional checks after a repair), all parts of the equipment must first be switched off, after which the Control Panel is to be disconnected from the equipment.</p>
---	---

Disconnect the device by unplugging the connectors on the rear side of the Control Panel. Items of equipment that have been switched off must be secured against being switched on again.

 Warning	<p>Do not exchange any parts when under power</p> <p>When components are being fitted or removed, the supply voltage must be switched off.</p> <p>Fitting work on the Control Panel can result in damage:</p> <ul style="list-style-type: none">• if metal objects such as screws or tools fall onto operating circuit boards• if connecting cables internal to the Panel PC are removed or inserted during operation.
---	--

1.4 Operator's obligation to exercise diligence

The operator must ensure that

- the product is only used as intended (see chapter [Product Description](#))
- the product is in a sound condition and in working order during operation
- the product is operated, maintained and repaired only by suitably qualified and authorized personnel
- the personnel is instructed regularly about relevant occupational safety and environmental protection aspects, and is familiar with the operating manual and in particular the safety notes contained herein
- the operation manual is in good condition and complete, and always available for reference at the location of the product.



Note

Do not open the housing of the Control Panel!

For technical support contact [Beckhoff Service](#).

1.4.1 National regulations

Depending on the type of machine and plant in which the Control Panel is used, national regulations governing the controllers of such machines will apply, and must be observed by the operator. These regulations cover, amongst other things, the intervals between inspections of the controller. The operator must initiate such inspections in good time.

1.4.2 Procedure in the event of a fault

In the event of faults at the Control Panel, the list in the section [Troubleshooting](#) can be used to determine the measures to be taken.

1.4.3 Operator requirements

Anyone who uses the Control Panel must have read these operating instructions and must be familiar with all the functions of the software installed on the Industrial PC to which he has access.

2 Product Description

2.1 Product overview

Front view of CP29xx



The new Beckhoff panel generation with industry-standard multi-touch display offers a feature-laden solution for any application. The wide selection of models offers different display sizes and formats as well as custom designs. Even for single-touch users, this new panel generation offers an excellent price-to-performance ratio and represents an economical alternative to other systems.

The multi-touch built-in Control Panel offer the following benefits:

- display sizes from 7-inch to 24-inch (16:9, 5:4, 4:3), landscape and portrait orientation
- multi-touch (PCT): e.g. for 5-finger or 2-hand touch operation
- high touch-point density for safe operation
- aluminium housing with glass front, front side IP65, rear side IP20
- CP29xx-0000 with integrated DVI/USB extension technology:
 - DVI-E and USB-E 2.0 enable remote panel operation at a distance of up to 50 m from the PC
 - USB-E 2.0 transmits USB 2.0 with 480 Mbit/s
 - DVI-E input is compatible to the standard DVI output of a PC
- CP29xx-0010 with CP-Link 4 technology:
 - enables remote panel operation at a distance of up to 100 m from the PC via a CAT.6_A cable
 - integrated or separate 24 V DC power supply
 - CP-Link 4 transmits USB 2.0 with 100 MBit/s
- 2-port USB socket inside the Control Panel backplane
- optional electromechanical push-button extension.

2.2 Appropriate Use

The multi-touch built-in Control Panel CP29xx is designed for industrial application in machine and plant engineering. A multi-touch display is accommodated in a stainless steel housing. The Control Panel is installed in the front of control cabinets.

The DVI/USB extension technology integrated in the CP29xx-0000 Control Panel enables remote Panel operation at a distance of up to 50 m from the PC via a standard cable.

The CP-Link 4 connection technology integrated in the CP29xx-0010 Control Panel enables remote panel operation at a distance of up to 100 m from the PC via a CAT.6_A cable with integrated or separate 24 V DC power supply depending on the transmitter module.



Danger

Risk of explosion!

The Control Panel must not be used where there is a risk of explosion.

2.3 Access to the connectors

The connectors of the Control Panel are located at the rear side of the housing.

Connection block CP29xx-0000



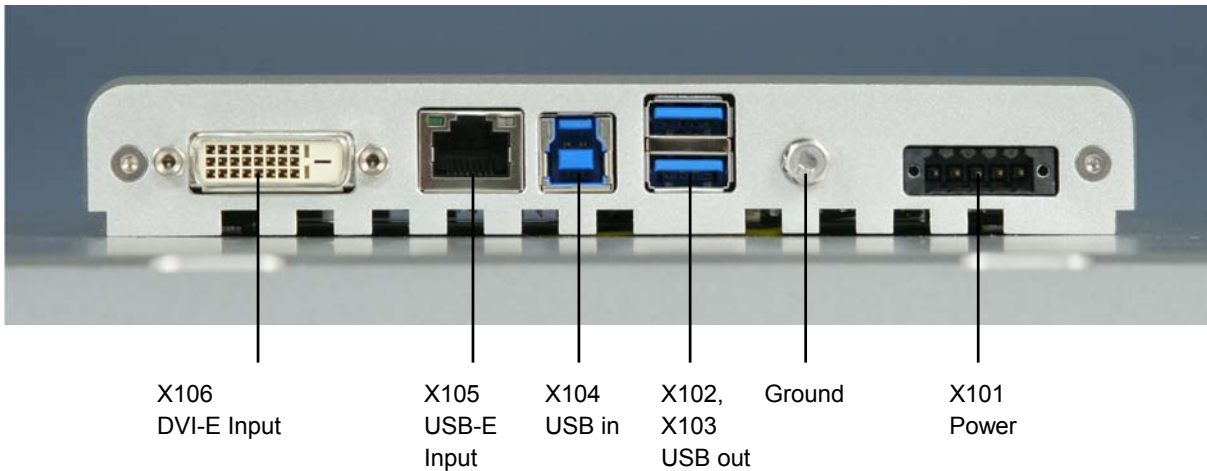
For the pin assignment see chapter [Interfaces CP29xx-0000](#).

Connection block CP29xx-0010



For the pin assignment see chapter [Interfaces CP29xx-0010](#).

2.4 Interfaces CP29xx-0000



2.4.1 DVI-E Input (Digital Visual Interface-Extended) (X106)



X106

DVI-D 3 X 8-pole digital PCB installation (MOLEX 74320-9000 / 74320-9004)

The DVI-E connection (**X 106**) is used for transferring the video signal from the Industrial PC to the Control Panel.

The graphics signal is transferred directly via a DVI cable over a distance of 50 m max. Such a cable length leads to strong distortion of the graphics signal on arrival at the Control Panel. The CP29xx Control Panel features a signal processor that restores the DVI signal. The PC requires a conventional DVI output.

Pin	Signal	Pin	Signal
1	Rx2-	13	Rx3+
2	Rx2-	14	+ 5V DVI
3	GND	15	GND
4	Rx4-	16	HPD
5	Rx4+	17	Rx0-
6	DDC CLK	18	Rx0+
7	DDC DAT	19	GND
8	AV SYNC	20	Rx5-
9	Rx1-	21	Rx5+
10	Rx1+	22	GND
11	GND	23	RxC+
12	Rx3-	24	RxC-

2.4.2 USB-Extended Input (X 105)



X105

Connection via standard-RJ45-cabel, not crossed

The Control Panel is connected with the CU8801 USB to USB extended converter box via the USB-Extended input (**X 105**).

In order to realize a distance of 50 m without hubs, with USB extended the USB signal is converted so that it can be transferred via 50 m CAT5 cables commonly used for Ethernet wiring. In the Control Panel the signal is converted back to USB.

2.4.3 USB in (X 104)



X104

USB type B, PCB installation (FCI 61729-0010B USB Receptacle B-Type)

The Control Panel is connected with the Industrial PC via the USB port (**X 104**, connector type B). USB3.0 standard is supported.

Pin	Signal	Pin	Signal
1	5V	3	D+
2	D-	4	GND

2.4.4 USB out (X 102, X 103)



X102, X103


USB Type-A twin circuit board mounting (FCI 72309-0030B USB Double Receptacle A-Type)

The two USB interfaces (**X102, X103**, connector type A) are used for connecting peripheral devices with USB connection. USB3.0 standard is supported in a distance of up to 3 m from the PC, from a distance of 3 m up to 50 m or if using USB-Extended, USB2.0 standard is supported.

Pin	Signal	Pin	Signal
1	5V	3	D+
2	D-	4	GND

2.4.5 Ground connection

The Control Panel is grounded via the screw connection (**Ground**).

 Note	<p>Malfunction possible with missing ground connection</p> <p>A proper ground connection of the device is absolutely necessary for the correct function of the touchscreen.</p>
--	--


2.4.6 Power Supply (X101)



X101

Socket 5-pol RM3.50 Sw Screw Clamp BL3.5/180F (WEIDMÜLLER 1615810000)

The power supply for the Control Panel is established via the socket (**X101**). The power supply connector is included in delivery.

Pin	Signal	Pin	Signal	
1	NC	4	GND	Power Supply
2	NC	5	+ 24 V _{DC}	
3				

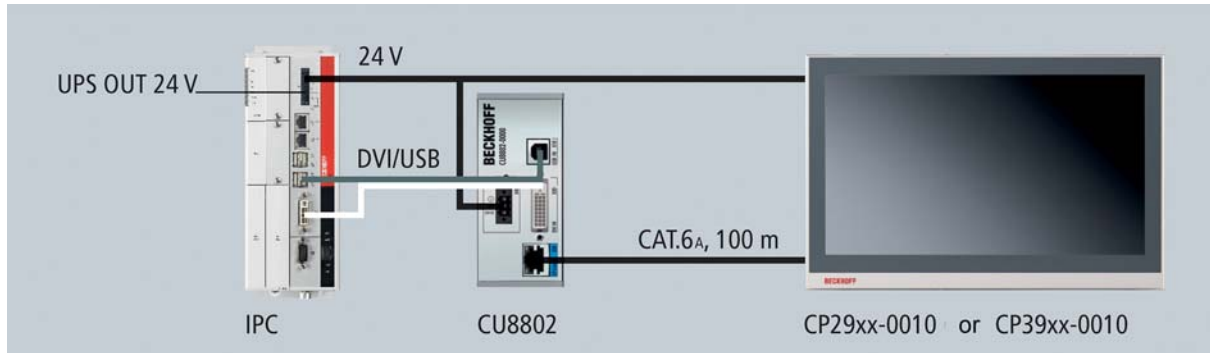
2.5 Interfaces CP29xx-0010

2.5.1 CP-Link 4 Architecture Description

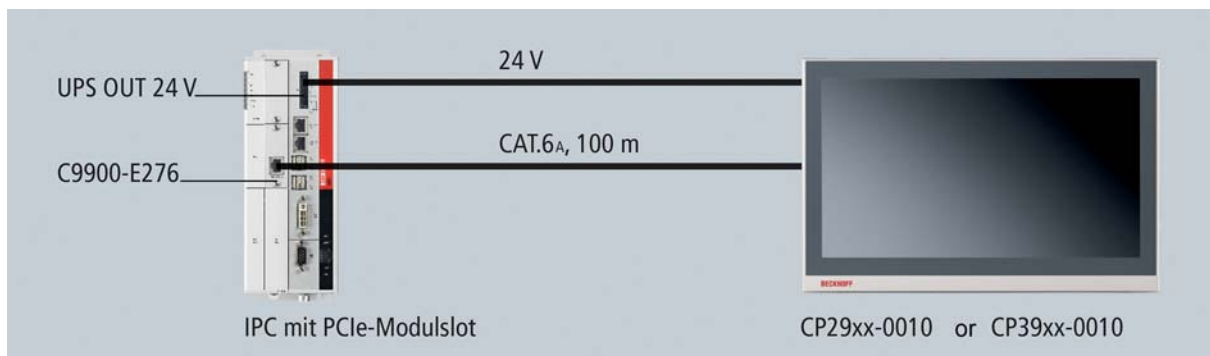
2.5.1.1 CP-Link 4 – The Two Cable Display Link

The CP29xx-0010 multi-touch panels can be operated up to 100 m away from the PC. CP-Link 4 transfers DVI and USB together via a CAT.6_A cable. The CU8802 CP-Link 4 transmitter box is connected to the PC via DVI and USB, or else the C9900-E276 PCIe module for CP-Link 4 is installed in the PC.

CP-Link 4 – The Two Cable Display Link via the CU8802 transmitter box



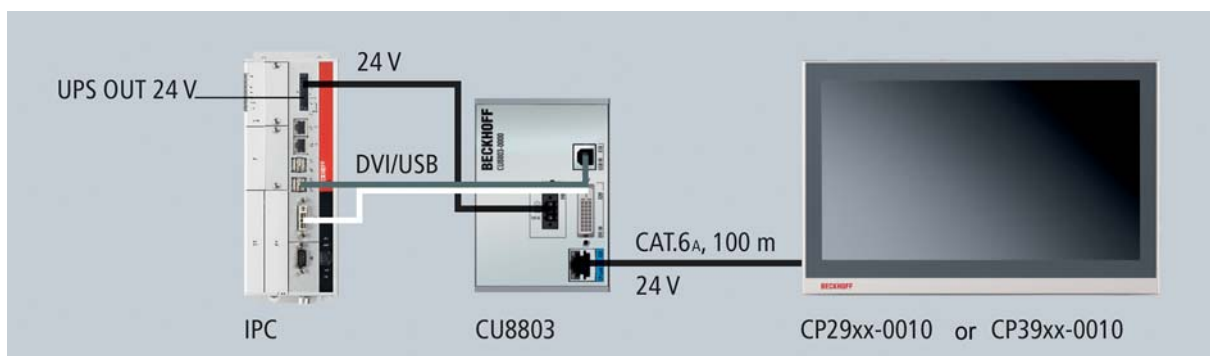
CP-Link 4 – The Two Cable Display Link via the C9900-E276 PCIe module



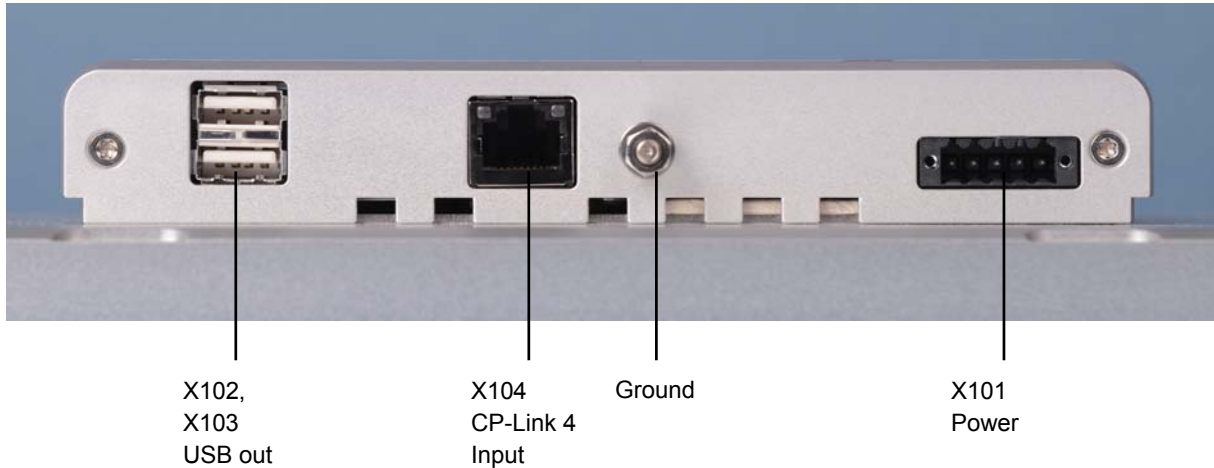
2.5.1.2 CP-Link 4 – The One Cable Display Link

The power supply for the Control Panel can also be provided via CP-Link 4. The CU8803 CP-Link 4 transmitter box is used instead of the CU8802 or the PCIe module. The Control Panel remains unchanged. The CU8803 sender box provides power to the Control Panel via the CAT.6_A cable, which also transfers DVI and USB. The power supply socket of the panel is not used.

CP-Link 4 – The One Cable Display Link via the CU8803 transmitter box



2.5.2 Interfaces



2.5.3 USB out (X 102, X 103)



X102, X103

USB Type-A twin circuit board mounting (FCI 72309-0030B USB Double Receptacle A-Type)

The two USB interfaces (**X102, X103**, connector type A) are used for connecting peripheral devices with USB connection. USB2.0 standard is supported.

Pin	Signal	Pin	Signal
1	5V	3	D+
2	D-	4	GND

2.5.4 CP-Link 4 Input (X104)





X104

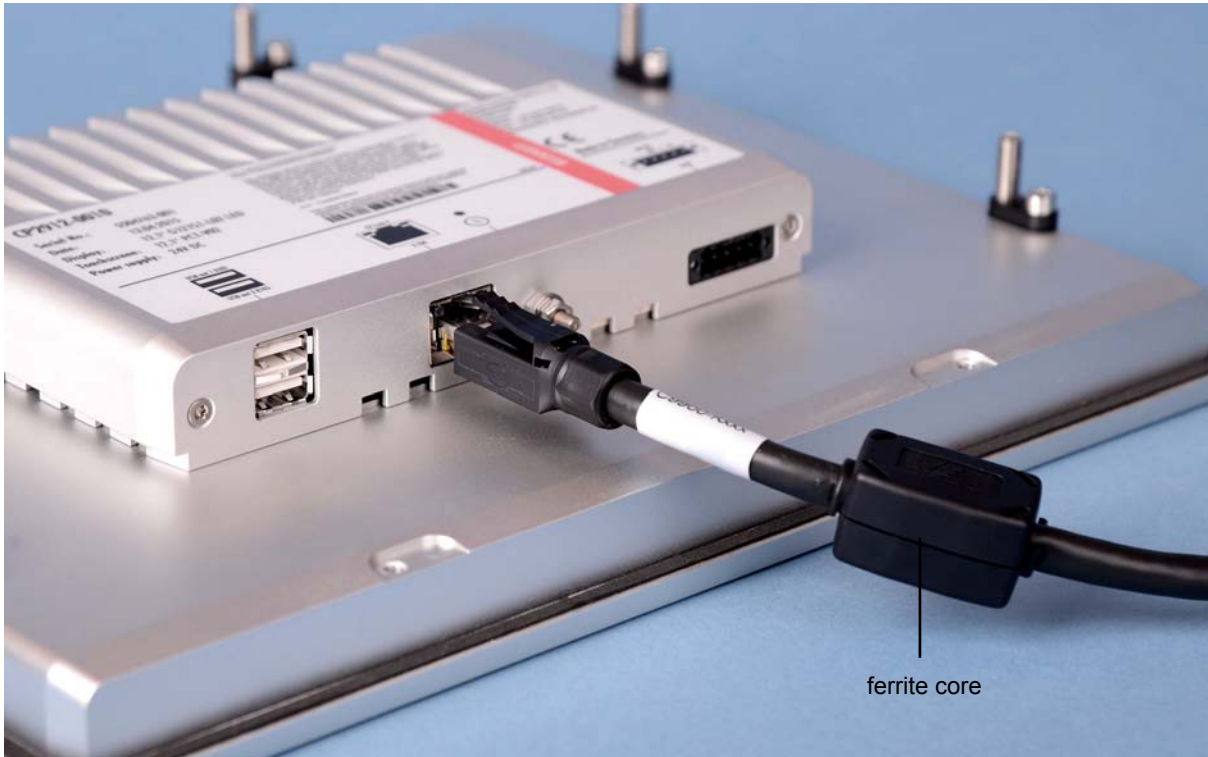
BA 1x8pole RJ45 Invers shield 2XLWL Lp-mount. Molex Nr: 43860-0016 Modular Jack

The Control Panel is connected with the PCIe module slot of the Industrial PC or the transmitter box CU8802/ CU8803 via the CP-Link 4 Input (**X 104**).

Pin	Signal	Pin	Signal
1	CP-Link4_0P	5	CP-Link4_2N
2	CP-Link4_0N	6	CP-Link4_1N
3	CP-Link4_1P	7	CP-Link4_3P
4	CP-Link4_2P	8	CP-Link4_3N

 Attention	<p>CU8803-0000 disconnect power supply</p> <p>If using the CP-Link 4 - One Cable Display Link, the 24 V power supply of the CP-Link 4 transmitter box must be switched off before disconnecting the CP-Link 4 output connection.</p>
---	---

 Note	<p>CP-Link 4 cables with above 60 m cable-length with ferrite core</p> <p>CP-Link 4 cables with above 60 m cable-length are fitted with a ferrite core at one end. If connecting the cable make sure to plug in the cable as shown in the picture with the ferrite core Control Panel-sided.</p>
--	---



CP-Link 4 cable connection

2.5.5 Power Supply (X101)



X101


Socket 5-pol RM3.50 Sw Screw Clamp BL3.5/180F (WEIDMÜLLER 1615810000)

The optional power supply for the Control Panel is established via the socket (**X101**). The power supply connector is included in delivery.

Pin	Signal	Pin	Signal	
1	NC	4	GND	Power Supply
2	NC	5	+ 24 V _{DC}	
3	⊕			

2.5.6 Ground connection

The Control Panel is grounded via the screw connection (**Ground**).

 Note	<p>Malfunction possible with missing ground connection</p> <p>A proper ground connection of the device is absolutely necessary for the correct function of the touchscreen.</p>
--	--

2.6 Connection Kits/ Connection Cables/Accessories

One 5-pole power supply connector is provided with the Control Panel.

Optionally prefabricated connection kits for the DVI-E/ USB-E connection are available.

2.6.1 Connection Kits DVI-E/ USB-E connection for CP29xx-0000, optional

The following connection kits are available:

Connecting kit	DVI-E/ USB-E Connection
C9900-K622	Connecting kit 1 m for CP29xx, containing: 1 m DVI cable, 1 m USB cable
C9900-K623	Connecting kit 3 m for CP29xx, containing: 3 m DVI cable, 3 m USB cable
C9900-K624	Connecting kit 5 m for CP29xx, containing: 5 m DVI cable, 5 m USB cable
C9900-K625	Connecting kit 10 m for CP29xx, containing: 10 m DVI cable, 10 m CAT 5 cable for USB-E-2.0, USB to USB-E-2.0 converter CU8801 for mounting rail installation close to the PC and 1 m USB cable to connect the USB to USB-E-2.0 converter to the PC
C9900-K626	Connecting kit 20 m for CP29xx, containing: 20 m DVI cable, 20 m CAT 5 cable for USB-E-2.0, USB to USB-E-2.0 converter CU8801 for mounting rail installation close to the PC and 1 m USB cable to connect the USB to USB-E-2.0 converter to the PC
C9900-K627	Connecting kit 30 m for CP29xx, containing: 30 m DVI cable, 30 m CAT 5 cable for USB-E-2.0, USB to USB-E-2.0 converter CU8801 for mounting rail installation close to the PC and 1 m USB cable to connect the USB to USB-E-2.0 converter to the PC
C9900-K628	Connecting kit 40 m for CP29xx, containing: 40 m DVI cable, 40 m CAT 5 cable for USB-E-2.0, USB to USB-E-2.0 converter CU8801 for mounting rail installation close to the PC and 1 m USB cable to connect the USB to USB-E-2.0 converter to the PC
C9900-K629	Connecting kit 50 m for CP29xx, containing: 50 m DVI cable, 50 m CAT 5 cable for USB-E-2.0, USB to USB-E-2.0 converter CU8801 for mounting rail installation close to the PC and 1 m USB cable to connect the USB to USB-E-2.0 converter to the PC

2.6.2 Accessories for CP29xx-0010, optional

The following accessories are available:

Accessories	for CP-Link 4
CU8802-0000	Transmitter box for CP-Link 4 – The Two Cable Display Link CP-Link 4 Extender Tx for connecting a Control Panel with CP-Link 4 interface CP29xx-0010 or CP39xx-0010
CU8803-0000	Transmitter box for CP-Link 4 – The One Cable Display Link CP-Link 4 Extender Tx for connecting a Control Panel with CP-Link 4 interface CP29xx-0010 or CP39xx-0010
C9900-E276	PCIe module for CP-Link 4 – The Two Cable Display Link CP-Link 4 Extender Tx PCIe module

2.6.3 Connecting cables for CP29xx-0010, optional

The following connection cables are available:

Accessories	Cable for CU880x
C9900-K671	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 3 m
C9900-K672	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 5 m
C9900-K673	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 10 m
C9900-K674	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 20 m
C9900-K675	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 30 m
C9900-K676	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 40 m
C9900-K677	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 50 m
C9900-K678	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 60 m
C9900-K679	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 70 m
C9900-K680	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 80 m
C9900-K681	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 90 m
C9900-K682	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 100 m
C9900-K725	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 3 m, suitable as trailing cable
C9900-K713	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 5 m, suitable as trailing cable
C9900-K714	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 10 m, suitable as trailing cable
C9900-K715	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 20 m, suitable as trailing cable
C9900-K716	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 30 m, suitable as trailing cable
C9900-K717	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 40 m, suitable as trailing cable
C9900-K718	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 50 m, suitable as trailing cable
C9900-K719	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 60 m, suitable as trailing cable
C9900-K720	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 70 m, suitable as trailing cable
C9900-K721	Connecting cable RJ45 CAT.6 _A , 80 m, suitable as trailing cable


3 Installation

3.1 Transport and Unpacking

The specified storage conditions must be observed (see chapter [Technical Data](#)).

3.1.1 Transport

Despite the robust design of the unit, the components are sensitive to strong vibrations and impacts. During transport, your Control Panel should therefore be protected from excessive mechanical stress. Therefore, please use the original packaging.

 Attention	Danger of damage to the unit If the device is transported in cold weather or is exposed to extreme variations in temperature, make sure that moisture (condensation) does not form on or inside the device.
---	---

Prior to operation, the unit must be allowed to slowly adjust to room temperature. Should condensation occur, a delay time of approximately 12 hours must be allowed before the unit is switched on.

3.1.2 Unpacking

Proceed as follows to unpack the unit:

1. Remove packaging.
2. Do not discard the original packaging. Keep it for future relocation.
3. Check the delivery for completeness by comparing it with your order.
4. Please keep the associated paperwork. It contains important information for handling the unit.
5. Check the contents for visible shipping damage.

If you notice any shipping damage or inconsistencies between the contents and your order, you should notify Beckhoff Service.


4 Mounting

The Control Panel CP29xx is designed for mounting in control cabinets in machine and plant engineering applications. The ambient conditions specified for operation must be observed (see chapter [Technical Data](#)).

4.1 Installation in the control cabinet


4.1.1 Preparation of the control cabinet

The control cabinet wall must be prepared with the required mounting opening according to the Control Panel's dimensions (see chapter [Assembly dimensions](#)).

 Note	<p>Circulation of air</p> <p>When the unit is installed in an enclosure, adequate space for ventilation must be provided.</p> <p>The clearance above and below the housing must be at least 5 cm in order to ensure adequate ventilation of the Control Panel.</p>
--	---

Please note the following points during installation of the Control Panel:

- Position the Control Panel in such a way that reflections on the screen are avoided as far as possible.
- Use the position of the screen as a guide for the correct installation height; it should be optimally visible for the user at all times.
- The Control Panel should not be exposed to direct sunlight.
- When the unit is in its mounting position, the ventilation openings must not be obstructed.

 Attention	<p>Avoid extreme environmental conditions</p> <p>Extreme environmental conditions should be avoided as far as possible. Protect the Control Panel from dust, moisture and heat.</p> <p>The ventilation slots of the Control Panel must not be covered.</p>
---	---


4.1.2 Installation in a control cabinet wall

For installation of the Control Panel proceed as follows:

1. Insert the Control Panel at the intended control cabinet wall position and protect it from falling out, prior to final mounting.
2. Release the clamping levers, turn the clamping levers to the side and retighten the screws (see chapter [Mounting of the Control Panel](#)).

4.1.3 Earthing measures

Earthing connections dissipate interference from external power supply cables, signal cables or cables to peripheral equipment. Establish a low-impedance connection from the earthing point on the Control Panel housing (see chapter [Ground connection](#)) to the central earthing point on the control cabinet wall, in which the Panel is being installed.

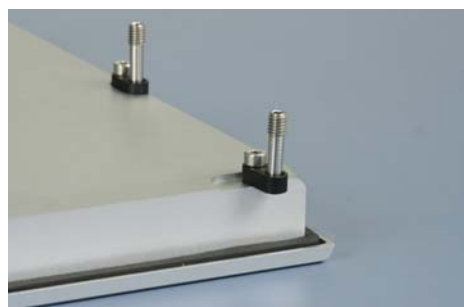
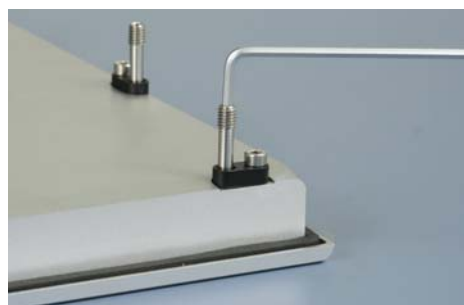
 Note	<p>Malfunction possible with missing ground connection</p> <p>A proper ground connection of the device is absolutely necessary for the correct function of the touchscreen.</p>
--	--

4.1.4 Mounting of the Control Panel

The Control Panel is installed in the cabinet wall with clamping levers. For the cutout dimension of the Control Panel see chapter [Assembly dimensions](#), the wall thickness is between 1 mm and 5 mm.



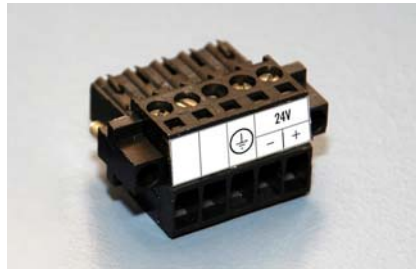
1. Insert the Control Panel into the cutout.
2. Release the clamping levers with a 3.0 mm Allen key.
3. Turn the clamping levers to the side through 90°.
4. Retighten the screws.



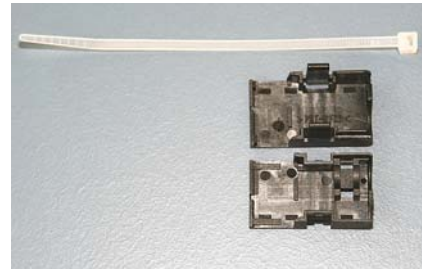
4.1.5 Fitting the power supply cable

Fit the cables for the power supply of the Control Panel, using the included material for assembling the connectors:

Material for assembling the connector



Plug connector 5-pole



Stain relief housing with lacing cord



Note

Conductive cross-section

The connector is specified for 16 A and can lift conductive cross-sections until 1.5 mm².

So the connector is fitted to the cable

1. Strip insulation from the cable ends (Length of stripped conductor is 8 - 9 mm).
2. Screw together the cable ends in the 5-pole plug connector in accordance with wiring diagram.

Applying the strain relief

Thread the lacing cord into that lower part of the stain relief housing.



Putting in the plug connector

Put the plug connector into that lower part of the stain relief housing.

Tighten the lacing cord and pinch off the plastic strap.





Fixing the upper part of the strain relief housing

Fix the upper part of the strain relief housing by snapping it onto the lower part.



4.2 Connecting the Control Panel

 Attention	<p>The mains plug must be disconnected</p> <p>Please read the documentation for the external devices prior to connecting them!</p> <p>During thunderstorms, plug connector must neither be inserted nor removed!</p> <p>When disconnecting a plug connector, always handle it at the plug. Do not pull the cable!</p>
---	--

 Attention	<p>CU8803-0000 disconnect power supply</p> <p>If using the CP-Link 4 - One Cable Display Link, the 24 V power supply of the CP-Link 4 transmitter box must be switched off before disconnecting the CP-Link 4 output connection.</p>
---	---

4.2.1 Connecting cables

The connections are located at the rear of the Control Panel and are documented in the chapter [Interfaces](#).


When connecting cables to the Control Panel, please adhere to the following order:

- Disconnect the Control Panel from the power supply.
- Connect all cables at the Control Panel and at the devices to be connected.
- Ensure that all screw connections between connectors and sockets are tight!
- Reconnect all devices to the power supply.

4.2.2 Protective Earthing



The low resistance protective earthing connection of the Control Panel is established via the screw connection, which is located in the connection area.

 Note	<p>Malfunction possible with missing ground connection</p> <p>A proper ground connection of the device is absolutely necessary for the correct function of the touchscreen.</p>
--	--

5 Operating Instructions


5.1 Switching the Control Panel on and off


5.1.1 Switching on

The Control Panel does not have its own mains power switch. As soon as the power supply is switched on the Control Panel is activated.

5.1.2 Shutting down and switching off


Control software such as is typically used on Industrial PCs permits various users to be given different rights. A user who may not close software may also not switch the Industrial PC off, since data can be lost from the storage medium by switching off while software is running.


 Warning	<p>First shut down, then switch off!</p> <p>If the Industrial PC is switched off as the software is writing a file to the storage medium, the file will be destroyed. Control software typically writes something to the storage medium every few seconds, so that the probability of causing damage by switching off while the software is running is very high.</p>
---	--

 Warning	<p>Switch off power supply</p> <p>When you have shut down the Industrial PC, you have to switch off power supply for at least 10 seconds before rebooting the system. After resetting power supply the Industrial PC will start booting automatically.</p>
---	---

5.2 Operation


The operation of the Control Panel occurs via the Touch Screen.

 Warning	<p>Risk of damaging the Touch Screen</p> <p>The touch screen may only be actuated by finger tips or with the touch screen pen. The operator may wear gloves but there must be no hard particles such as metal shavings, glass splinters embedded in the glove.</p>
---	---

 Warning	<p>Properly installation of the system and the multi-touch device</p> <p>Capacitive Touch Screens use the functional principle of capacitive alternation of the electrical field. Strong electrical fields can influence the functionality of the multi-touch devices.</p> <p>To ensure the correct function of the Touch Screen take care of a standardized installation of all parts of the system and an EMC-environment conforming to standards.</p>
---	---

5.3 Servicing and maintenance

5.3.1 Cleaning

 DANGER	Disconnect power supply Switch off the device and all connected devices, and disconnect the device from the power supply.
--	---

The device can be cleaned with a soft, damp cleaning cloth. Do not use any aggressive cleaning materials, thinners, scouring material or hard objects that could cause scratches.

5.3.2 Maintenance


The Control Panel is maintenance-free.

5.4 Emergency procedures

In case of fire, the Control Panel should be extinguished with powder or nitrogen.

5.5 Shutting down


5.5.1 Disposal


 Note	Observe national electronics scrap regulations Observe the national electronics scrap regulations when disposing of the device.
--	---

In order to dispose of the device, it must be removed and fully dismantled:

- Housing components (polycarbonate, polyamide (PA6.6)) are suitable for plastic recycling.
- Metal parts can be sent for metal recycling.
- Electronic parts such as disk drives and circuit boards must be disposed of in accordance with national electronics scrap regulations.

6 Troubleshooting

 Note	<p>Pixel errors</p> <p>Pixel errors in the TFT display are production-caused and represent no complaint-reason!</p>
--	--

 Note	<p>Anomalies of the Touchscreen</p> <p>Anomalies of the touchscreen sensor are production-caused and represent no complaint-reason!</p>
--	--

Fault	Cause	Measures
The Control Panel shows no function	No power supply to the Control Panel/ Industrial PC Cable not connected	Check power supply cable 1. Correctly connect cable 2. Call Beckhoff Service
Computer boots, software starts, but control does not operate correctly	Cause of the fault is either in the software or in parts of the plant outside the Industrial PC	Call the manufacturer of the machine or the software
Malfunction of the touchscreen	Bad or missing ground connection of the device	Establish ground connection
	Bad or missing ground connection of the user	User must stand on the floor with ordinary shoes
USB error while TwinCAT access via USB	Cycle time in TwinCAT is set on 10 ms (standard)	Increase the cycle time up to 50 ms till 80 ms
The Control Panel functions only partially or only part of the time, e.g. no or dark picture	Faulty backlight in the display	Call Beckhoff Service
	Defective components in the Control Panel	Call Beckhoff Service

7 Assembly dimensions

For the assembly dimensions of the Control Panels please visit our homepage. Here you will find the actual drawings using the link:

http://download.beckhoff.com/download/Technical_Drawings/Industrial_PC/Control_Panel/CP29xx





Warning


Notice mounting orientation

The assembly of the unit must take place with the orientation diagrammed here.

8 Technical Data

 Danger	<p>Risk of explosion!</p> <p>Do not use the Control Panel in areas of explosive hazard!</p>
--	--

 Note	<p>Pixel errors</p> <p>Pixel errors in the TFT display are production-caused and represent no complaint-reason!</p>
--	--

 Note	<p>Anomalies of the Touchscreen</p> <p>Anomalies of the touchscreen sensor are production-caused and represent no complaint-reason!</p>
--	--

Product name	CP29xx-0000/ -0010																
Dimensions (B x H x T)	See chapter Assembly dimensions																
Weight	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">CP2907:</td> <td style="width: 33%;">1.5 kg</td> <td style="width: 33%;">CP2918:</td> <td style="width: 33%;">5.1 kg</td> </tr> <tr> <td>CP2912:</td> <td>3.0 kg</td> <td>CP2919:</td> <td>5.4 kg</td> </tr> <tr> <td>CP2915:</td> <td>3.7 kg</td> <td>CP2921:</td> <td>5.9 kg</td> </tr> <tr> <td>CP2916:</td> <td>4.2 kg</td> <td>CP2924:</td> <td>7.2 kg</td> </tr> </table>	CP2907:	1.5 kg	CP2918:	5.1 kg	CP2912:	3.0 kg	CP2919:	5.4 kg	CP2915:	3.7 kg	CP2921:	5.9 kg	CP2916:	4.2 kg	CP2924:	7.2 kg
CP2907:	1.5 kg	CP2918:	5.1 kg														
CP2912:	3.0 kg	CP2919:	5.4 kg														
CP2915:	3.7 kg	CP2921:	5.9 kg														
CP2916:	4.2 kg	CP2924:	7.2 kg														
Supply voltage	24 V _{DC} (20.4 – 28.8 V _{DC})																
Power consumption	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">CP2907:</td> <td style="width: 33%;">max. 12 W</td> <td style="width: 33%;">CP2918:</td> <td style="width: 33%;">max. 25 W</td> </tr> <tr> <td>CP2912:</td> <td>max. 16 W</td> <td>CP2919:</td> <td>max. 25 W</td> </tr> <tr> <td>CP2915:</td> <td>max. 20 W</td> <td>CP2921:</td> <td>max. 35 W</td> </tr> <tr> <td>CP2916:</td> <td>max. 22 W</td> <td>CP2924:</td> <td>max. 45 W</td> </tr> </table>	CP2907:	max. 12 W	CP2918:	max. 25 W	CP2912:	max. 16 W	CP2919:	max. 25 W	CP2915:	max. 20 W	CP2921:	max. 35 W	CP2916:	max. 22 W	CP2924:	max. 45 W
CP2907:	max. 12 W	CP2918:	max. 25 W														
CP2912:	max. 16 W	CP2919:	max. 25 W														
CP2915:	max. 20 W	CP2921:	max. 35 W														
CP2916:	max. 22 W	CP2924:	max. 45 W														
UL-compliance (in progress)	<ul style="list-style-type: none"> • Using a power supply class 2 or • Fuse protection with 4 A, according to UL 60950.2 chapter 2.5, table 2C 																
CP29xx-0000: Integrated DVI/USB extension technology	<ul style="list-style-type: none"> • DVI-E and USB-E 2.0 enable remote panel operation at a distance of up to 50 m from the PC • USB-E 2.0 transmits USB 2.0 with 480 Mbit/s • DVI-E input is compatible to the standard DVI output of a PC 																
CP29xx-0010: Integrated CP-Link 4 technology	<ul style="list-style-type: none"> • enables remote panel operation at a distance of up to 100 m from the PC via a CAT.6_A cable • integrated or separate 24 V DC power supply • CP-Link 4 transmits USB 2.0 with 100 MBit/s 																
Interfaces CP29xx-0000	2-Port-USB-3.0/ USB 2.0, see chapter Interfaces CP29xx-0000																
Interfaces CP29xx-0010	2-Port-USB-2.0 interface																
Protection class	Front side IP65, rear side IP20																
Shock resistance (Sinusoidal vibration)	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">EN 60068-2-6:</td> <td style="width: 33%;">10 to 58 Hz:</td> <td style="width: 33%;">0.035 mm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>58 to 500 Hz:</td> <td>0.5 G (~ 5 m/ s²)</td> </tr> </table>	EN 60068-2-6:	10 to 58 Hz:	0.035 mm		58 to 500 Hz:	0.5 G (~ 5 m/ s ²)										
EN 60068-2-6:	10 to 58 Hz:	0.035 mm															
	58 to 500 Hz:	0.5 G (~ 5 m/ s ²)															
Shock resistance (Shock)	EN 60068-2-27: 5 G (~ 50 m/ s ²), duration: 30 ms																
EMC compatibility	Resistance to interference conforms to EN 61000-6-2																
EMC compatibility	Emission of interference conforms to EN 61000-6-4																
Permissible ambient temperature	Operation: 0°C to +55°C (CP29xx-0000) 0°C to +50°C (CP29xx-0000) Transport/ storage: -20°C to +70°C																
Permissible relative humidity	to 95%, no condensation																
Transport and storage	The same values for atmospheric humidity and shock resistance are to be observed during transport and storage as in operation. Suitable packaging of the Panel PC can improve the resistance to impact during transport.																
Certifications	CE; UL in progress																

9 Appendix

9.1 Beckhoff Support and Service

Beckhoff and their partners around the world offer comprehensive support and service, making available fast and competent assistance with all questions related to Beckhoff products and system solutions.

9.1.1 Beckhoff branches and partner companies

Please contact your Beckhoff branch office or partner company for [local support and service](#) on Beckhoff products!

The contact addresses for your country can be found in the list of Beckhoff branches and partner companies: www.beckhoff.com. You will also find further [documentation](#) for Beckhoff components there.

9.1.2 Beckhoff company headquarters

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Huelshorstweg 20
33415 Verl
Germany

Phone: + 49 (0) 5246/963-0
Fax: + 49 (0) 5246/963-198
E-mail: info@beckhoff.de
Web: <http://www.beckhoff.de/>

Beckhoff Support

Support offers you comprehensive technical assistance, helping you not only with the application of individual Beckhoff products, but also with other, wide-ranging services:

- world-wide support
- design, programming and commissioning of complex automation systems
- and extensive training program for Beckhoff system components

Hotline: + 49 (0) 5246/963-157
Fax: + 49 (0) 5246/963-9157
E-mail: support@beckhoff.com

Beckhoff Service

The Beckhoff Service Center supports you in all matters of after-sales service:

- on-site service
- repair service
- spare parts service
- hotline service

Hotline: + 49 (0) 5246/963-460
Fax: + 49 (0) 5246/963-479
E-mail: service@beckhoff.com

If servicing is required, please quote the **project number** of your product.

9.2 Approvals for USA and Canada

9.3 FCC Approvals for the United States of America

FCC: Federal Communications Commission Radio Frequency Interference Statement

This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to Part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.

**Note****Technical modifications**

Technological changes to the device may cause the loss of the FCC approval.

9.4 FCC Approval for Canada

FCC: Canadian Notice

This equipment does not exceed the Class A limits for radiated emissions as described in the Radio Interference Regulations of the Canadian Department of Communications.



OptiPlex 9020



Out of Sight Power.

Dell's most secure and manageable commercial desktop, the OptiPlex 9020, now delivers leading-edge technology and versatility to any business environment with the space-saving Micro chassis.

Available with up to Intel® Core™ i7 processors, Intel® HD graphics, and Intel® vPro systems management, OptiPlex 9020 enables increased power and productivity. Enhance these features with Dell essential accessories such as award winning monitors, keyboards, mice, and headsets for a complete computing experience. Additionally, the Micro form factor is compatible with five optional mounting solutions, allowing you to keep your desktop off the desk, off the floor and out of the way.

For more information visit:

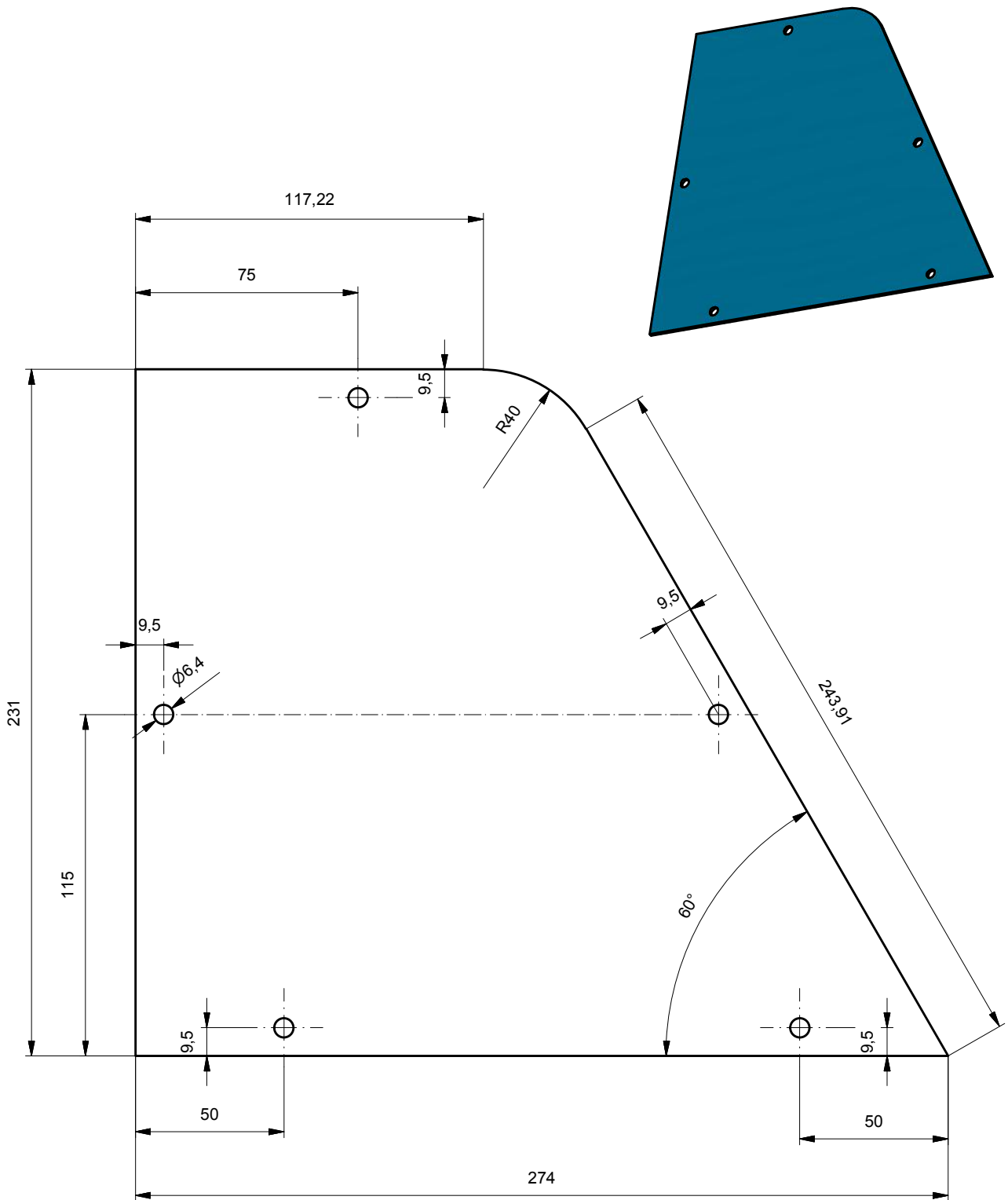
www.dell.com

Feature	9020 MT/SFF/USFF/Micro Technical Specification				
Processors ⁴	Intel® 4th generation Core™ i7/i5 Quad Core (84W for MT & SFF, 65W for USFF and 35W for Micro), Core™ i3 Dual Core and Pentium® Dual Core (35W for Micro only)				
Chipset	Intel® Q87 Express Chipset				
Operating System	Windows 8.1 64 bit Windows 8.1 Pro 64 bit Windows 7 Professional SP1 32 bit Windows 7 Professional SP1 64 bit Windows 8.1 Pro 64 bit Downgrade Ubuntu® (select countries)				
Graphics Options ⁵	Integrated Intel® HD Graphics 4600 Supports optional discrete graphics (MT & SFF only)				
Memory ^{5,6}	Up to 4 DIMM slots (2 for ,USFF & Micro); Non-ECC dual-channel 1600MHz DDR3 SDRAM, up to 32GB (16GB for USFF & Micro)				
Networking	Integrated Intel® I217LM Ethernet LAN 10/100/1000; supports optional PCIe 10/100/1000 network card (MT & SFF only) Optional wireless: 802.11a/b/g/n card (MT, SFF & USFF); optional wireless M.2 802.11ac card (Micro only). Note: The integrated Intel connection is required to support Intel® vPro™ Technology for MT, SFF & USFF				
I/O Ports	For MT, SFF & USFF : 4 External USB 3.0 ports (2 front, 2 rear) and 6 External USB 2.0 ports (2 front, 2 rear, except USFF – 2 rear only) and 2 Internal USB 2.0 (MT only); 1 RJ-45; 1 Serial; 1 VGA; 2 DisplayPort; 2 PS/2 (MT/SFF only); 2 Line-in (stereo/microphone), 2 Line-out (headphone/speaker) For Micro: 6 USB3.0 (2 front and 4 rear); 1 RJ-45; 1 VGA; 1 DisplayPort; 1 GHS (front); 1 Mic-in (front re-taskable to headphone); 1 External Antenna (optional); 1 DisplayPort/HDMI/Serial+PS2 (optional).				
Removable Media Options	Supports optional optical disc drives and media card reader options (MT only)				
Hard Drives ⁷ Options	Hard Disk Drives: up to 2TB Supports Hybrid, Opal SED FIPS, and Solid State Drive and M.2 Solid State Drive (Micro) RAID 0 & 1 support on select configurations (MT & SFF only) No Hard Drive – Supports Dell Cloud Desktop diskless option				
Chassis		Minitower (MT)	Small Form Factor (SFF)	Ultra Small Form Factor (USFF)	Micro
	Dimensions (H x W x D) Inches/(cm)	14.2 x 6.9 x 16.4 / 36.0 x 17.5 x 41.7	11.4 x 3.7 x 12.3 / 29.0 x 9.3 x 31.2	9.3 x 2.6 x 9.4 / 23.7 x 6.5 x 24.0	7.17 x 1.4 x 6.93 / 18.2 x 3.6 x 17.6
	Min. Weight (lbs/kg)	20.68 / 9.4	13.2 / 6.0	7.26 / 3.3	2.82 / 1.28
	Number of Bays	2 internal 3.5" 2 external 5.25"	1 internal 3.5" 1 external 5.25" (slimline)	1 internal 2.5" 1 external 5.25" (slimline)	1 internal 2.5"
	Expansion Slots	1 full height PCIe x16 1 full height PCIe x16 (wired x 4) 1 full height PCIe x1 1 full height PCI	1 half height PCIe x16 1 half height PCIe x16 (wired x 4)	1 miniPCIe connector	1 M.2 (22x30mm) 1 M.2 (22x80mm)
	Power Supply ⁸ Unit (PSU)	Standard 290W PSU Active PFC or optional 290W up to 90% Efficient PSU (80 PLUS Gold); Active PFC	Standard 255W PSU Active PFC or optional 255W up to 90% Efficient PSU (80 PLUS Gold); Active PFC	200W up to 90% Efficient PSU (80 PLUS Gold); Active PFC	Standard 65W adaptor. Minimum Efficiency >87%, ENERGY STAR compliant.
Recommended Accessories	Monitors: Dell UltraSharp series - Award-winning high-performance monitors and ultra wide viewing, from 21.5" -30" Dell Professional series monitors available from 17" -24" Dell E series monitor 17" – 24"				
	Micro Mounting Options: Vertical Stand, VESA Mount, Dual VESA Mount, All in One Mount, Console with DVD-RW				
	Keyboards: Dell USB Entry Keyboard, Dell Multimedia Pro Keyboard, Dell Smart Card Keyboard, Dell Wireless KB/Mouse				
	Mouse: Dell USB Optical Mouse, Dell Laser Mouse				
	Audio Speakers: Internal Dell Business audio speaker, Dell 2.0 and 2.1 stereo speaker systems available; Dell sound bar for select Flat-panel displays.				

Security Options	Trusted Platform Module ² (TPM) 1.2, Dell Data Protection Security Tools, Dell Data Protection Encryption, Dell Data Protection Protected Workspace, Chassis lock slot support, optional Chassis Intrusion Switch, Setup/BIOS Password, I/O Interface Security, optional Smart Card keyboards, Intel® Trusted Execution Technology, Intel® Identity Protection Technology, Intel® Anti-Theft Technology, Dell Secure Works, BIOS support for optional Computrace ⁹
Systems Management Options ¹⁰	Intel® vPro Technology (iAMT 9.0) including Dell unique vPro extensions; Intel® Standard Manageability; NoOut of Band Systems Management
Environmental, Ergonomic, & Regulatory Standards	Environmental Standards (eco-labels): ENERGY STAR 6.0 qualified, EPEAT Registered ¹³ , CECP, WEEE, Japan Energy Law, South Korea E-standby, South Korea Eco-label (for SFF/USFF only), EU RoHS, China RoHS Other Environmental Options: Carbon Off-set; Asset Resale and Recovery Service. BFR/PVC Free configuration ¹ available in select regions. Please see your local representative or dell.com for specific details.
Warranty	Limited Hardware Warranty ¹¹ ; Standard 3-year On Site Service after Remote Diagnosis ¹² (3-3-3); Optional 3 year Dell ProSupport offers premium support from expert technicians and 24x7 availability ³ .
Configuration Services	Factory Image load. BIOS Customization. Hardware Customization, Asset Tagging and Reporting.

Discover professional class desktops at Dell.com/OptiPlex

- 1 OptiPlex 9020 ultra small form factor is brominated flame retardant free (BFR-free) and polyvinyl chloride free (PVC-free); meeting the definition of BFR-/PVC-free as set forth in the iNEMI Position Statement on the 'Definition of Low-Halogen Electronics (BFR-/CFR-/PVC-free)'. Plastic parts contain less than 1,000 ppm (0.1%) of bromine (if the Br source is from BFRs) and less than 1,000 ppm (0.1%) of chlorine (if the Cl source is from CFRs or PVC or PVC copolymers). All printed circuit board (PCB) and substrate laminates contain bromine/ chlorine total less than 1,500 ppm (0.15%) with a maximum chlorine of 900 ppm (0.09%) and maximum bromine being 900 ppm (0.09%). Pending final validation.
- 2 TPM: TPM is not available in all regions.
- 3 Availability and terms of Dell Services vary by region. For more information, visit www.dell.com/servicedescriptions.
- 4 Offering and availability may vary by region.
- 5 System Memory and Graphics: Significant system memory may be used to support graphics, depending on system memory size and other factors.
- 6 4GB or Greater System Memory Capability: A 64-bit operating system is required to support 4GB or more of system memory.
- 7 Hard Drive: GB means 1 billion bytes and TB equals 1 trillion bytes; actual capacity varies with preloaded material and operating environment and will be less.
- 8 PSU: This form factor utilizes a more efficient Active Power Factor Correction (APFC) power supply. Dell recommends only Universal Power Supplies (UPS) based on Sine Wave output for APFC PSUs, not an approximation of a Sine Wave, Square Wave, or quasi-Square Wave (see UPS technical specifications). If you have questions please contact the manufacturer to confirm the output type.
- 9 Computrace: Not a Dell offer. Certain conditions apply. For full details, see terms and conditions at www.ijackforlaptops.com.
- 10 Systems Management Options:
 - Intel® vPro Technology - Fully vPro-capable at point of purchase; the vPro systems management option requires vPro processors. Includes support for Intel Advanced Management Technology (AMT) 9.x.
 - Intel® Standard Manageability - Fully enabled at point of purchase, the Intel Standard Management option is a subset of the AMT features. ISM is not upgradeable to vPro technology post-purchase.
 - No Out-of-Band Systems Management - This option entirely removes Intel out of band systems (OOB) management features. The system can still support in band management. OOB management support through AMT cannot be upgraded post-purchase.
- 11 Limited Hardware Warranty: For copy of Ltd Hardware Warranty, write Dell USA LP, Attn: Warranties, One Dell Way, Round Rock, TX 78682 or see www.dell.com/warranty.
- 12 Onsite Service after Remote Diagnosis: Remote Diagnosis is determination by online/phone technician of cause of issue; may involve customer access to inside of system and multiple or extended sessions. If issue is covered by Limited Hardware Warranty (www.dell.com/warranty) and not resolved remotely, technician and/or part will be dispatched, usually within 1 business day following completion of Remote Diagnosis. Availability varies. Other conditions apply.
- 13 Please refer to www.epeat.net for specific country registration rating and participation.



Aluminium
 Epaisseur: 2mm
 Couleur: Bleu ciel Numéro 11
 Perçage: diamètre 6.4mm

Plaque côté nacelle

A4

Dessiné
Gezeichnet

Vincent Perrin

08.06.2016

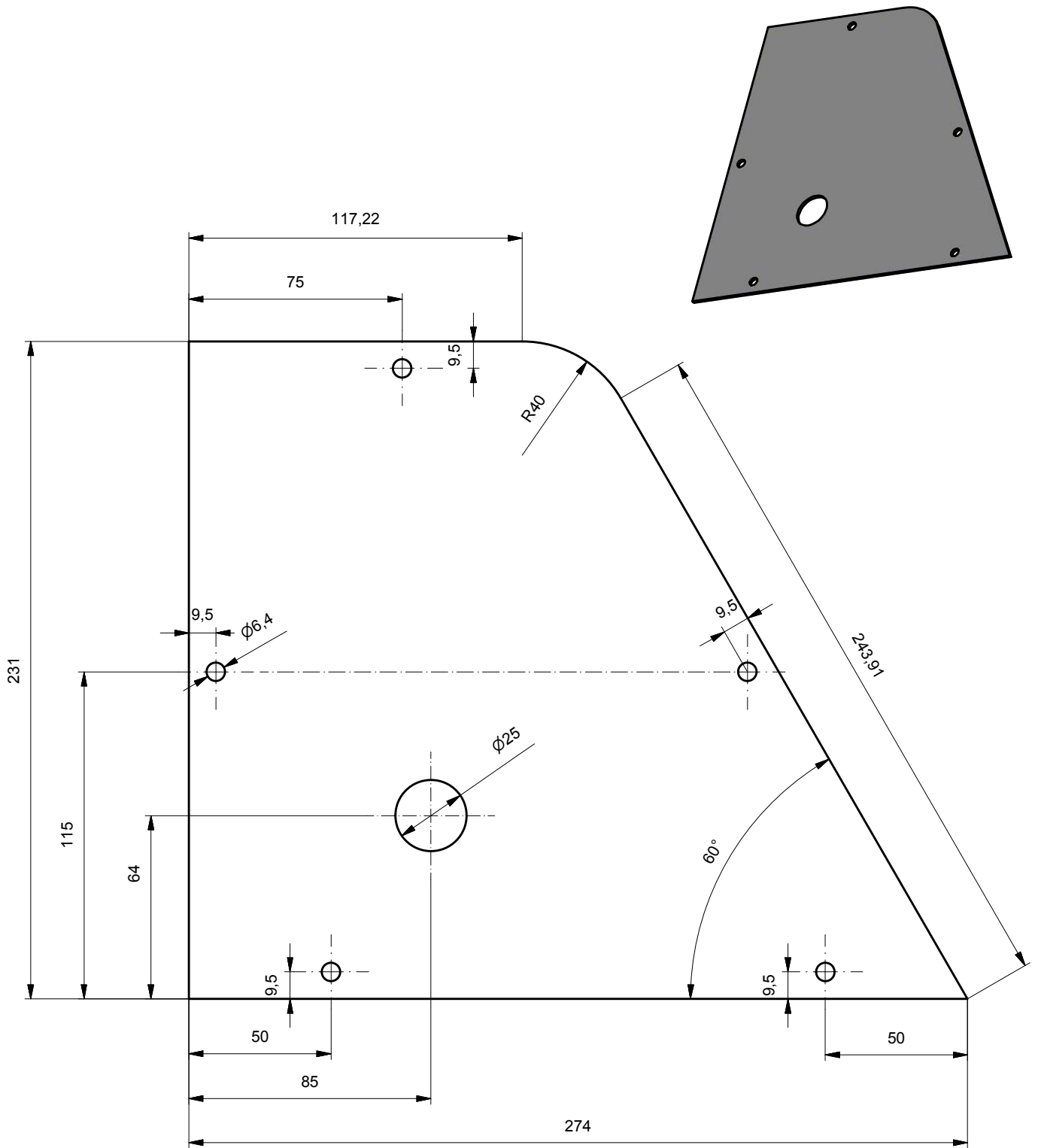
Echelle
Massstab

Contrôlé
Geprüft

1:2

Fichier Datei C:\Users\vincent.perrin\Desktop\TD\Inventor\Imported Components\Plaque_cote_nacelle-1.idw

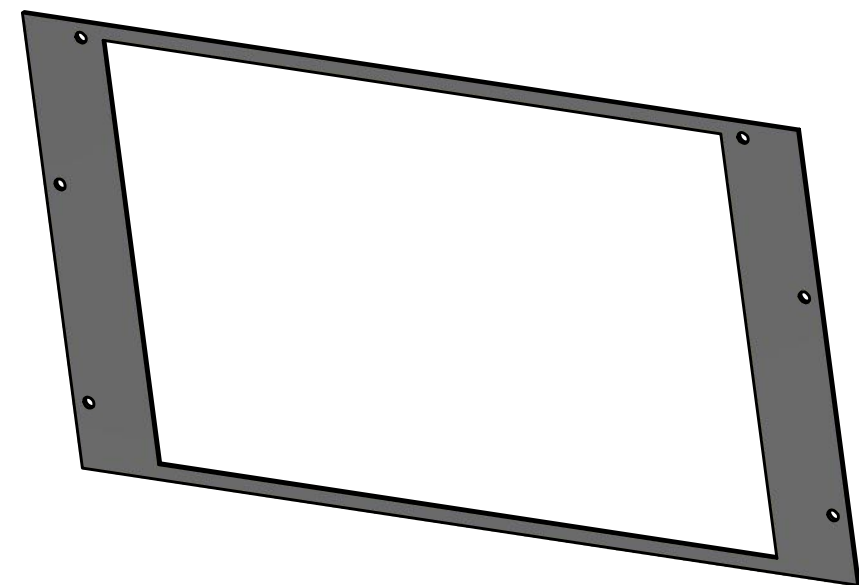
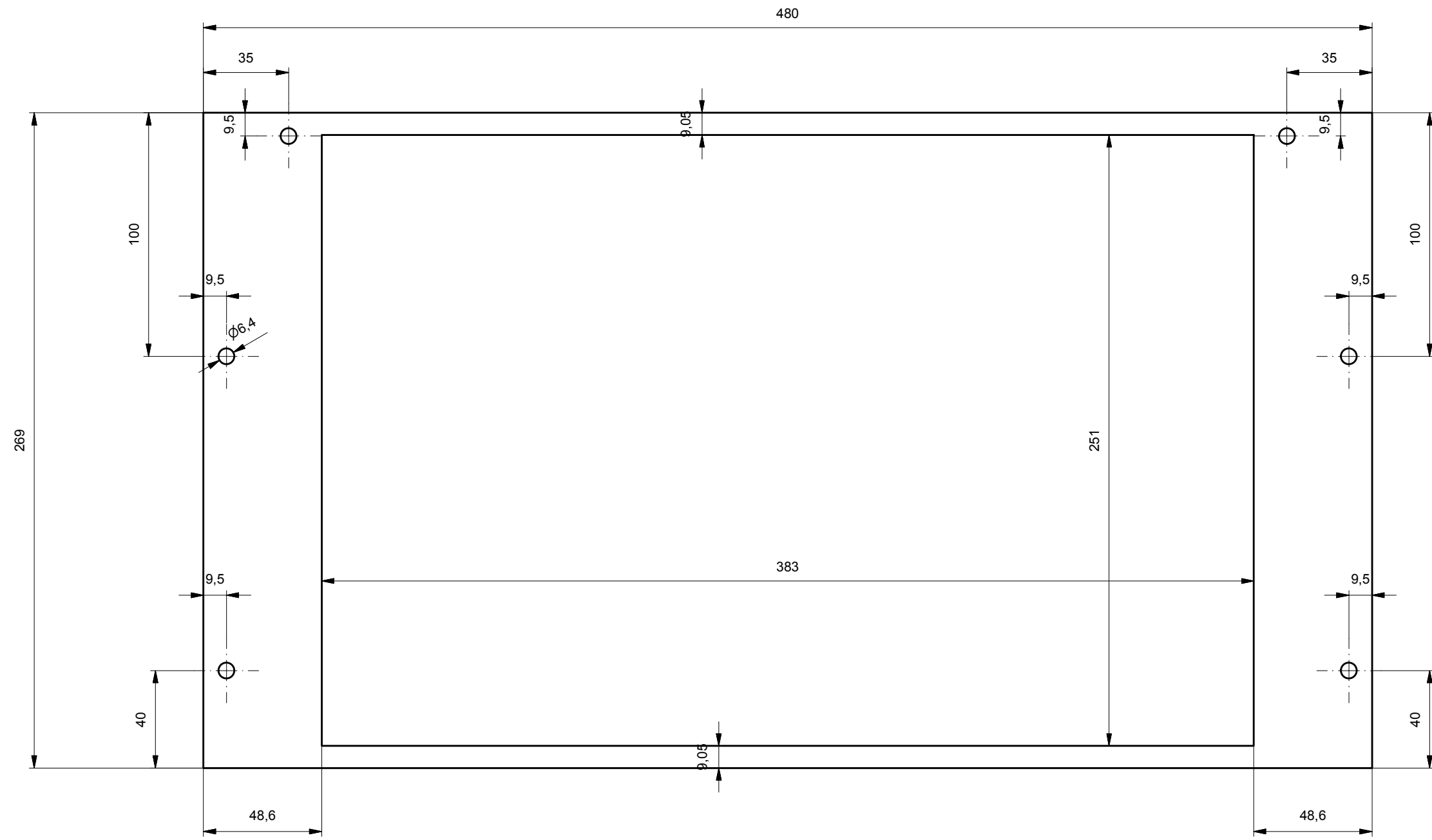
Hes-so VALAIS
WALLIS



Aluminium
 Epaisseur: 2mm
 Couleur: Bleu ciel Numéro 11
 Perçage: diamètre 6.4mm

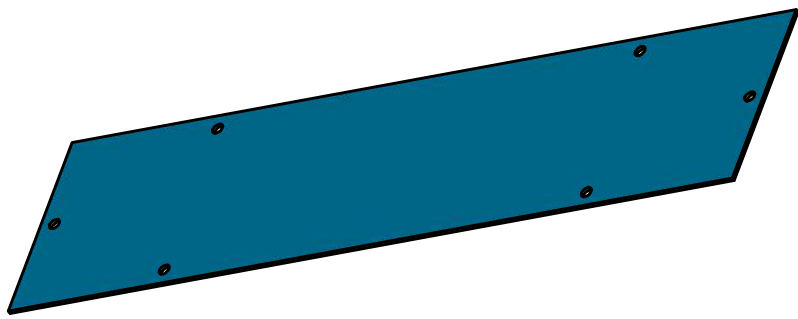
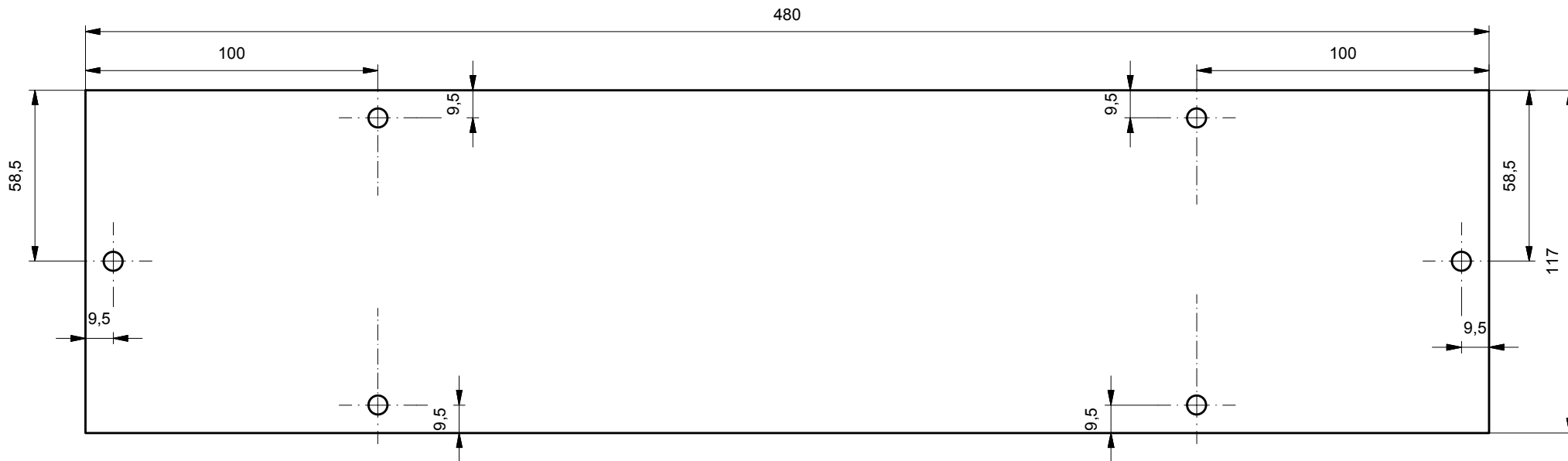
Plaque moteur nacelle	Dessiné Gezeichnet	Vincent Perrin	08.06.2016	Echelle Massstab
	Contrôlé Geprüft			1:2

Fichier C:\Users\vincent.perrin\Desktop\TD\Inventor\Imported Components\Plaque_cote_eol_nacelle-1.idw
Datei



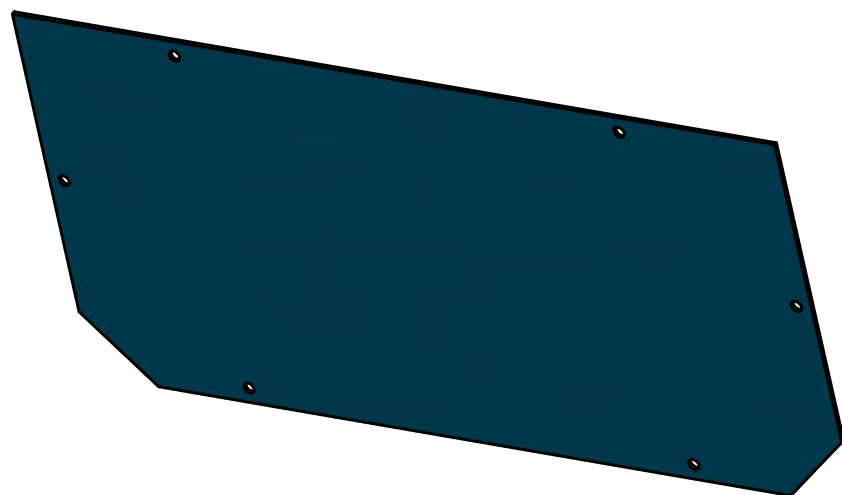
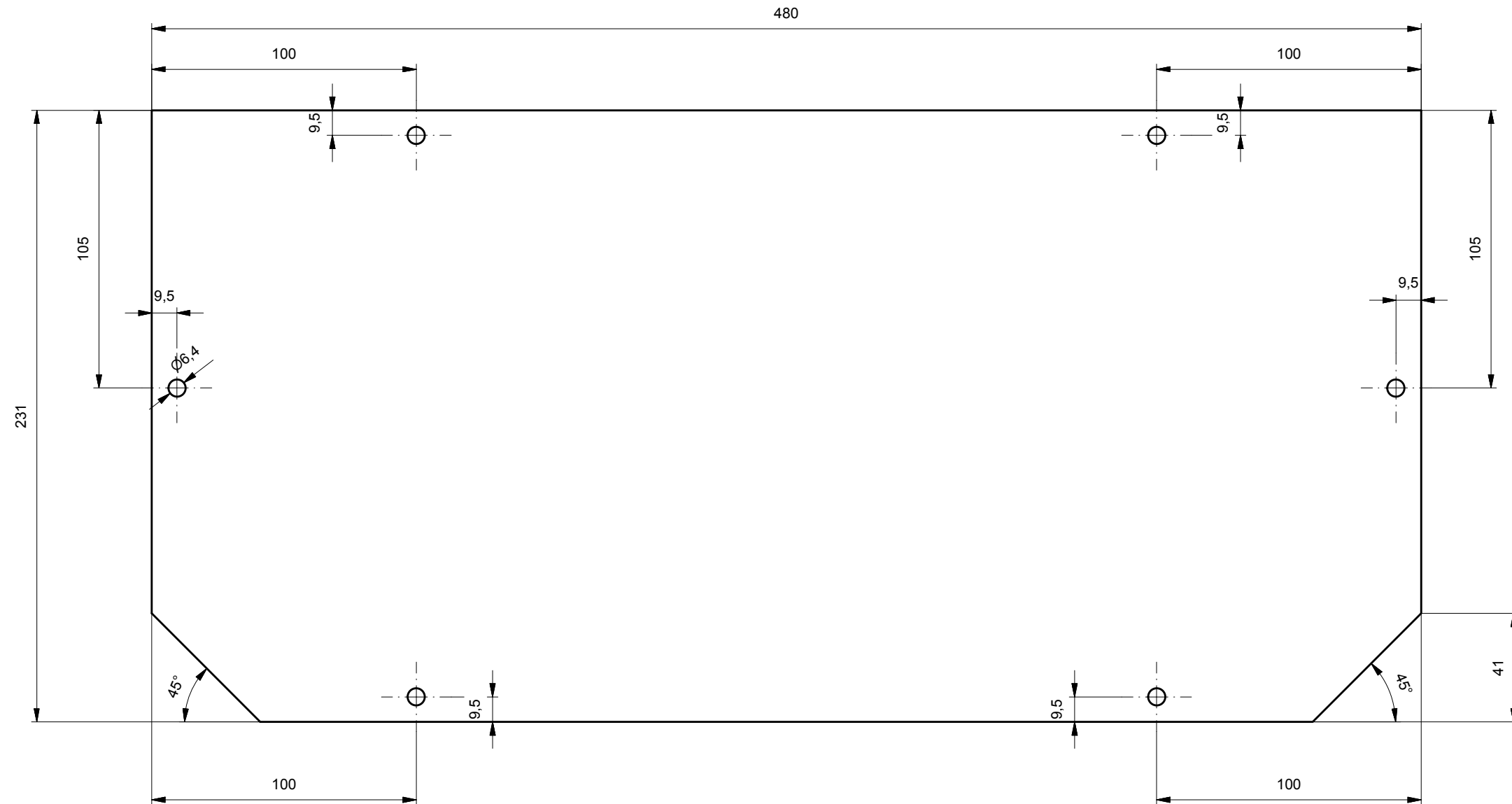
Aluminium
 Epaisseur 2mm
 Perçages: Diamètre 6.4mm

Plaques avant nacelle	Dessiné Gezeichnet	Vincent Perrin	08.06.2016	Echelle Massstab
	Contrôlé Geprüft			1:2
Fichier C:\Users\vincent.perrin\Desktop\TD\Inventor\Imported Components\Plaques_avant_nacelle.idw				



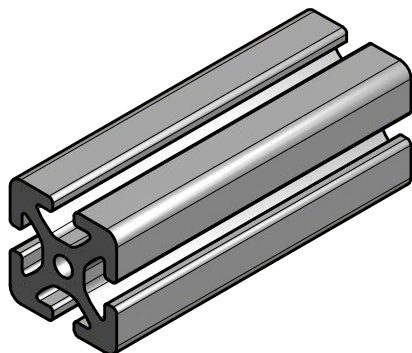
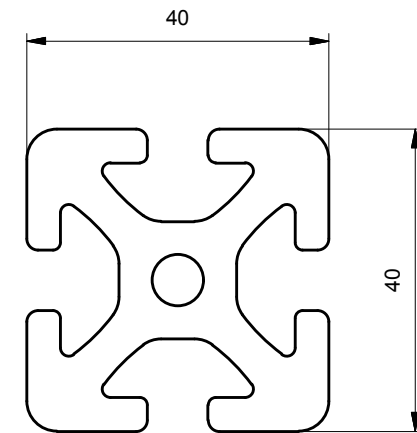
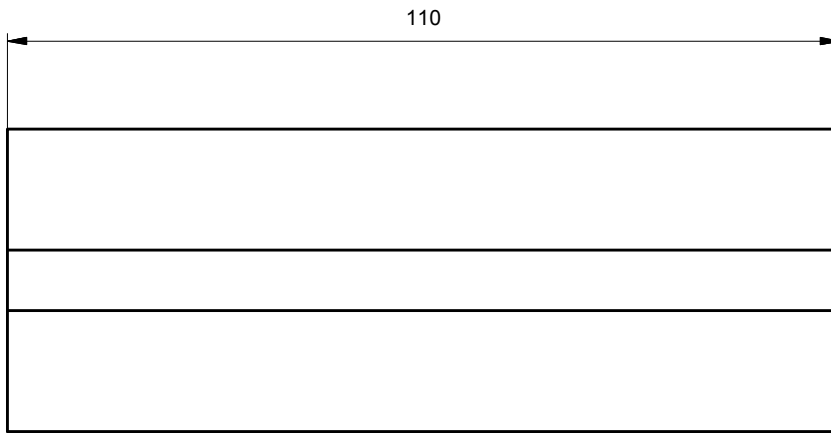
Aluminium
 Epaisseur: 2mm
 Couleur: Bleu ciel Numéro 11
 Perçage: diamètre 6.4mm

Plaque haut nacelle A4	Dessiné Gezeichnet	Vincent Perrin	08.06.2016	Echelle Massstab
	Contrôlé Geprüft			1:2
Fichier Datei C:\Users\vincent.perrin\Desktop\TD\Inventor\Imported Components\Plaque_avant_haut_nacelle.idw				




Aluminium
 Epaisseur: 2mm
 Couleur: Bleu ciel Numéro 11
 Perçage: diamètre 6.4mm

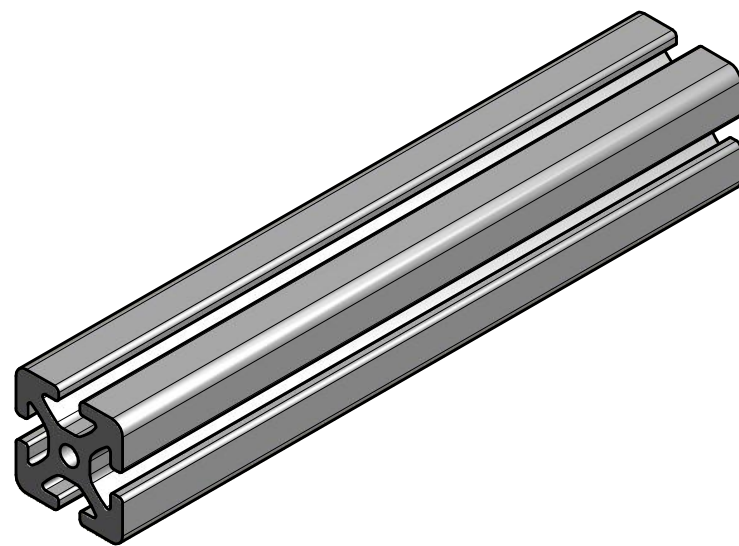
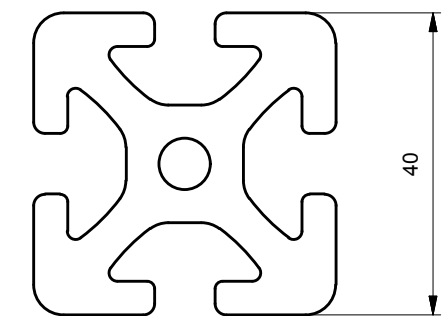
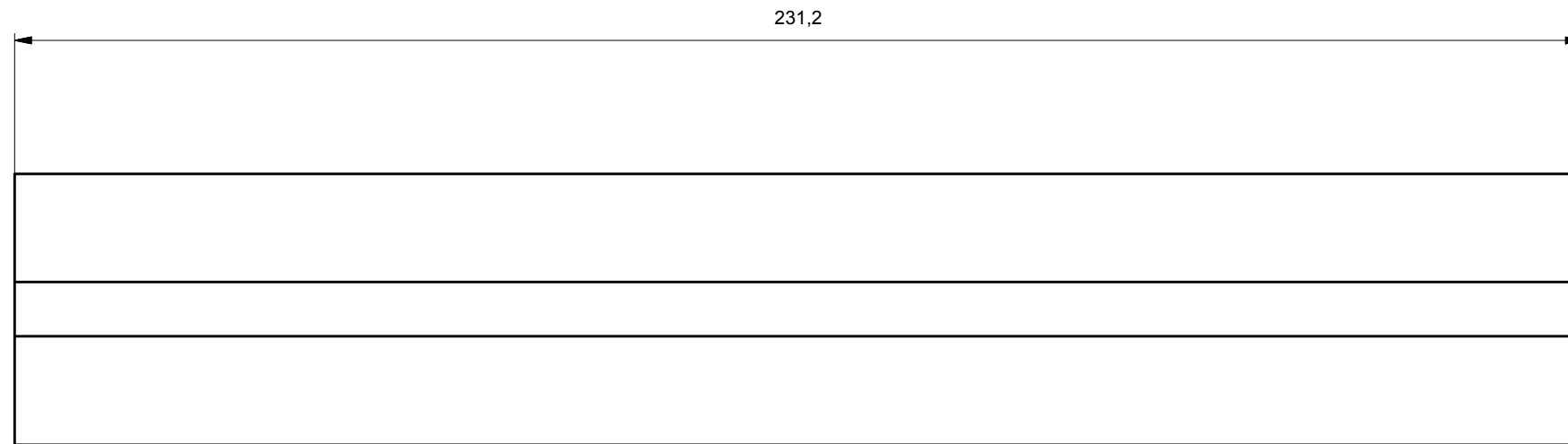
Plaqué arrière nacelle A3	Dessiné Gezeichnet	Vincent Perrin	08.06.2016	Echelle Massstab
	Contrôlé Geprüft			1:2
Fichier C:\Users\vincent.perrin\Desktop\TD\Inventor\Imported Components\Plaqué_arriere_nacelle.idw Datei				




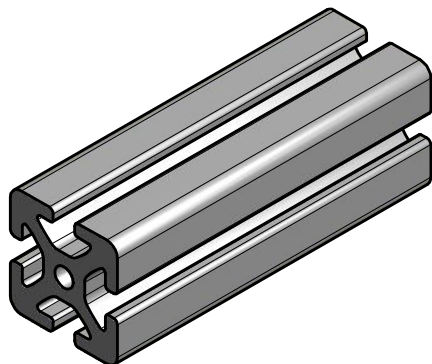
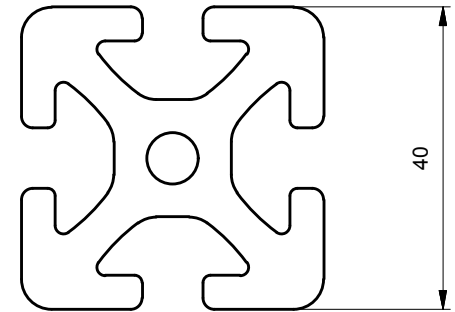
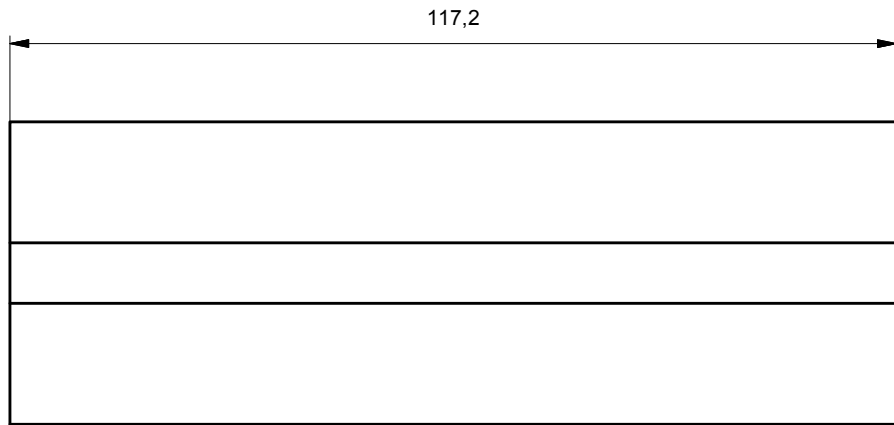
Montant assemblage A4	Dessiné Gezeichnet	Vincent Perrin	13.06.2016	Echelle Massstab
	Contrôlé Geprüft			1:1

Fichier C:\Users\vincent.perrin\Desktop\TD\Inventor\Imported Components\P506_Struct_40x40x110.idw
Datei

Hes·so  VALAIS
WALLIS



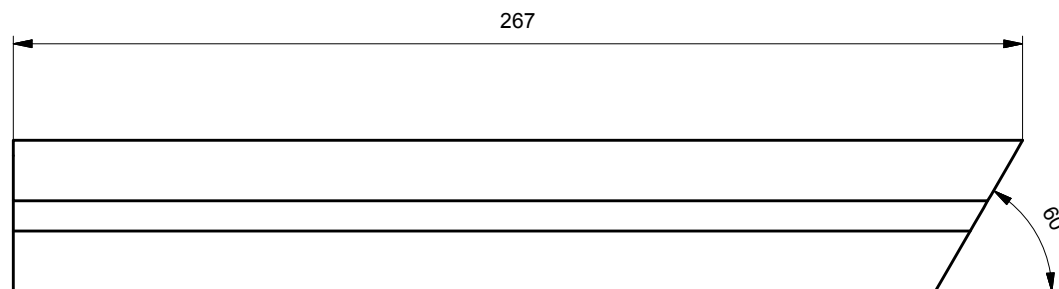
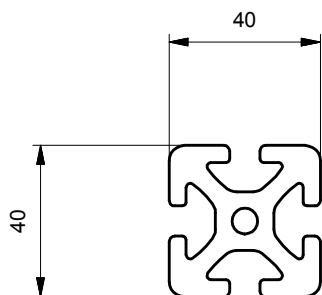
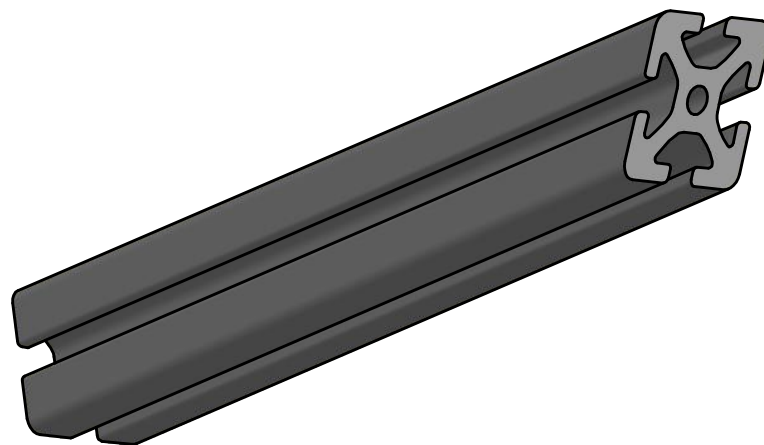
Montant coté nacelle A3	Dessiné Gezeichnet	Vincent Perrin	13.06.2016	Echelle Massstab
	Contrôle Geprüft			1:1
Fichier C:\Users\vincent.perrin\Desktop\TD\Inventor\Imported Components\P505_Struct_40x40x231-1.idw Datei				
Hes·so  VALAIS WALLIS				



Montant haut nacelle A4	Dessiné Gezeichnet	Vincent Perrin	13.06.2016	Echelle Massstab
	Contrôlé Geprüft			1:1

Fichier C:\Users\vincent.perrin\Desktop\TD\Inventor\Imported Components\P505_Struct_40x40-1.idw
Datei

Hes·so  VALAIS
WALLIS



Montant avec angle 60 deg A4	Dessiné Gezeichnet	Vincent Perrin	08.06.2016	Echelle Massstab
	Contrôlé Geprüft			1:2

Fichier Datei C:\Users\vincent.perrin\Desktop\TD\Inventor\Imported Components\Montant_angle_60.idw

Profilé 8 40X40 léger, naturel

Hes·so  VALAIS
WALLIS

Version 4 05

Performances moteur à Δt 100°C. Température ambiante maximum 40°C.			
Toutes les données ont une tolérance de +/- 10%		R _L et courant au calage donnés à une température moteur de 20°C	
Couple permanent au calage (Nm)	6.14	Kt (Nm/A)	1.60
Couple crête standard (Nm)	19.80	Ke (V/krpm)	98.00
Inertie standard (kgcm ²)	6.7	Couple nominal (Nm)	5.12
Constante de temps thermique (S)	185	Courant au calage (A)	3.91
Masse sans frein (kg)	9.70	Puissance nominale (kW)	1.61
Nombres de pôles	6	Résistance (Ohms)	3.86
		Inductance (mH)	21.57

Aucun variateur sélectionné	

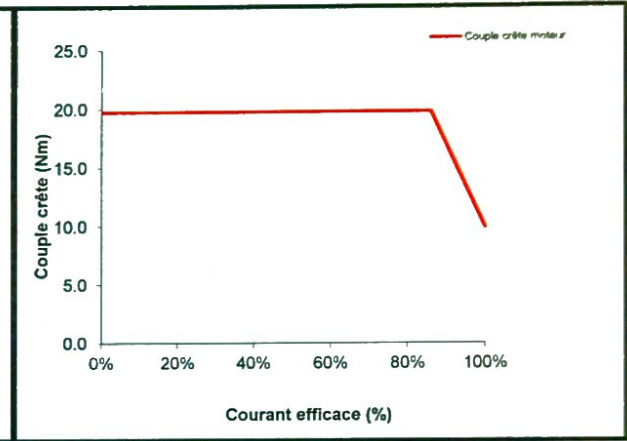
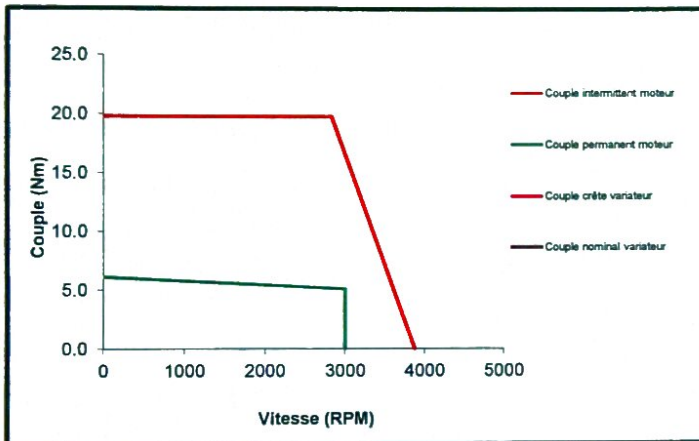
Fréquence de découpage			
Fréquence de découpage	6kHz	Déclassement Fréquence de découpage appliqué	0.93
Tension moteur	400(VAC)		
Câble de puissance SP 1 - 4	PSBGFA		
Câble de puissance DST et SP0	PSBGHA		
Câble capteur	SIBAAA		
Capteur vitesse/position	Encoder	4096ppr 5V	

Spécifications client	
Réf. client:-	HES-SO Valais
Spécifications commande:-	
Date:-	15.04.2013

Courbe de performance

Courbe Couple/Vitesse

courbe du couple crête (période max. de 250ms, 3000/min)

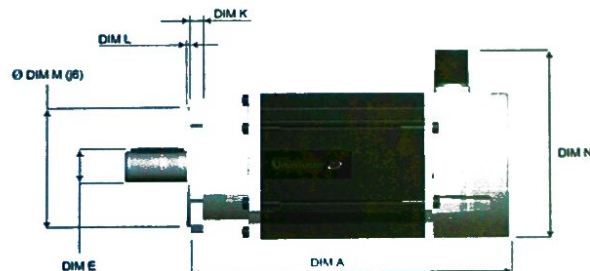
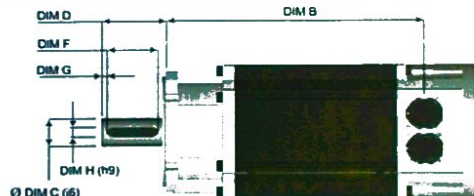
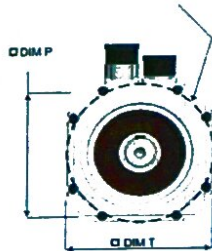


Informations dimensionnelles

Le moteur représenté est une taille 115

Note: Les dimensions de la clavette (Dim E,F,G et H) sont applicables aux produits clavetés uniquement

4 trous Ø R (H14) pour fixation sur diamètre primitif Ø S



Pour les connecteurs verticaux, prévoir un espacement de 175,0mm environ pour le raccordement du câble

Type moteur = 115B Std		mm
Longueur moteur sans frein	A (± 0.9)	275.2
	B (± 1.0)	232.0
Épaisseur bride	K (± 0.5)	9.6
Profondeur centrage	L (± 0.1)	2.8
Diamètre centrage	M (j6)	95.0
Hauteur totale	N (± 1.0)	149.0
Bride carrée	P (± 0.2)	105.0
Diamètre des trous de fixation	R (H14)	10.0
Diamètre primitif des trous de fixation	S (± 0.4)	115.0
Largeur carter moteur	T (± 0.6)	115.0
Vis de fixation		MB

Taille bout d'arbre = 19.0 Std		mm
Diamètre bout d'arbre	C (j6)	19.0
Longueur bout d'arbre	D (± 0.45)	40.0
	E (+0.009 / -0.134)	21.5
Hauteur clavette		21.5
Longueur clavette	F (± 0.25)	32.0
Distance clavette à bout d'arbre	G (± 1.1)	3.6
Largeur clavette	H (h9)	6.0
Diamètre trou bout d'arbre	I	M6x1.0
Profondeur trou fileté	J (± 1.0)	17.0

(Bien que les dimensions soient exactes, le schéma est seulement une représentation et non une image fidèle du moteur)