

L'électrification intelligente
au service de
la transition énergétique

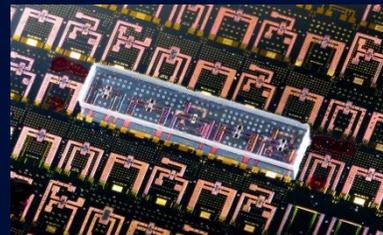


Présentation ALPESVIEW 01 Juin 2022

MESURES DE PERTES FERS DANS UNE MACHINE DE TRACTION ELECTRIQUE.

ELECTROMECHANIQUE ET PILOTAGE LABVIEW (et plus...)

UMR CNRS 5269 - Grenoble-INP – Université Grenoble Alpes



Date 08/12/2021



Plan

■ Introduction

- Cadre et présentation étude

■ Partie matériel

- Chaîne de traction électromécanique
- Chaîne d'acquisition et électronique de mesure
 - Zoom sur un CI et un capteur

■ Partie logiciel

- LabVIEW: face avant et quelques zoom sur des fonctions
- SEFRAM : commande à distance et récupération datas
- Présentation post-traitement

■ Conclusion

Plan

■ Introduction

- Cadre et présentation étude

■ Partie matériel

- Chaîne de traction électromécanique
- Chaîne d'acquisition et électronique de mesure
 - Zoom sur un CI et un capteur

■ Partie logiciel

- LabVIEW: face avant et quelques zoom sur des fonctions
- SEFRAM : commande à distance et récupération datas
- Présentation post-traitement

■ Conclusion

Cadre général de l'étude

■ Collaboration avec le groupe Renault

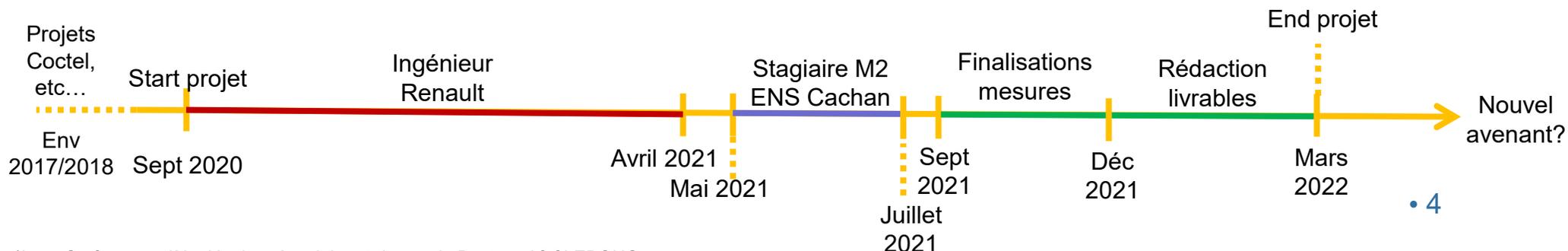
- Suite à des contrats de recherches passé.
- Demande d'une étude particulière.

■ But:

- Industriel:
 - Avoir un modèle de pertes fer plus adapté à leurs machines de tractions électriques.
 - Prise en compte du découpage MLI de l'onduleur dans le calculs des pertes.
- Laboratoire:
 - Confronter le modèle LS^(*) aux effets de la MLI pour les géométries de moteurs.

■ Prestation laboratoire pour un groupe industriel

- Objet support d'étude: Machine Synchrone à Rotor Bobiné (MSRB) de voiture ZOE.
- Recrutement un ingénieur extérieur (CDD 9 mois) et une stagiaire M2 (~4 mois)
- Fin sur ressources propres (~ 6mois)



*Loss Surface, modèle développé au laboratoire par le Docteur Afef LEBOUIC

A-MSRB

A-1- Paramètres

Description

Type :

Nombre de phases :

Nombre de spires :

Couplage Stator :

Caractéristiques

Type de contrôle :

Tension DC batterie :

Courant stator max :

Courant max rotor:

Performances

Couple Max:

Puissance max

Vitesse max :



FIGURES 38 & 39 – Photographies du banc ainsi que de la pièce cannelée

Photo de la MSRB (extrait présentation Camille Herlent)

Plan

■ Introduction

- Cadre et présentation étude

■ **Partie matériel**

- Chaîne de traction électromécanique
- Chaîne d'acquisition et électronique de mesure
 - Zoom sur un CI et un capteur

■ **Partie logiciel**

- LabVIEW: face avant et quelques zoom sur des fonctions
- SEFRAM : commande à distance et récupération datas
- Présentation post-traitement

■ **Conclusion**

A- Chaîne de traction

■ Installation du banc MHYGALE

- 50kW installé,
- 8000 rpm
- Fonctionne dans les 4 quadrants
- consigne Ω ou C

■ Pour MSRB

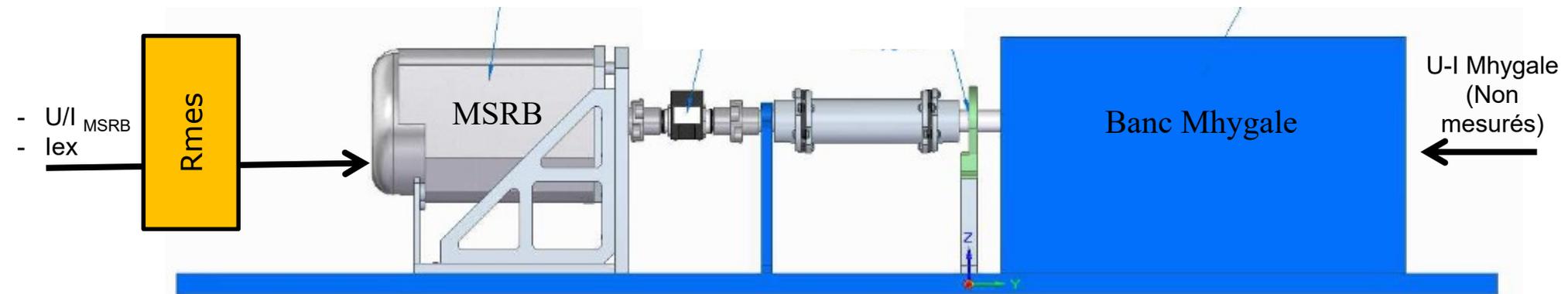
- Si fonctionnement en génératrice:
 - 1 alimentation pilotable 150V 10A (I_{ex})
- Si fonctionnement en moteur:
 - onduleur fourni par
 - Baie avec 3 alimentations bidirectionnelles puissance totale: 45kW, 500V, 450A



Console de pilotage du banc



Exemple baie alimentations bidirectionnelles



A- Chaîne acquisition AC & DC

Chaîne d'acquisition, mesures AC

Chaîne d'acquisition, mesures DC

SEFRAM DAS1600 –MHYGALE

- 36 voies isolées (EM de 1 à 1000V programmable)
- 36 shunts de mesures 10mΩ

SEFRAM DAS1600 –SEFRAM

- 30 voies isolées
- 3 mesures V_{MSRB}
- 3 mesures I_{MSRB}
- 12 shunts de mesures 10mΩ
- 1 voie I_{ex}

C : Retour tension $\pm 10V$

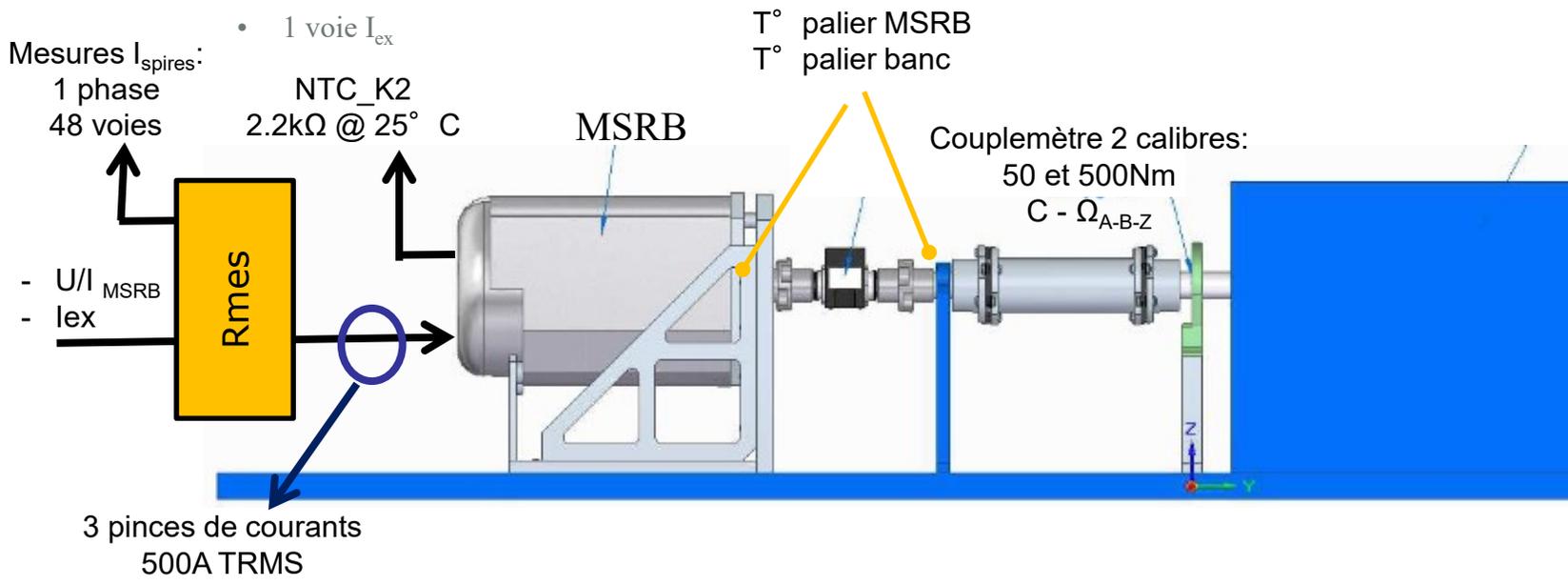
DMM Agilent 34405A

I_{ex} : excitation rotor 10A

DMM Agilent 34450

Retours de 2 voies
T° thermocouple

Picotech TC08



Setup de pilotage

Pilotage banc

- Console de pilotage : MANUEL
 - Consigne en Ω
- Pc pilotage



Console de pilotage du banc

Ω



Vue d'ensemble

USB : Pilotage LabVIEW

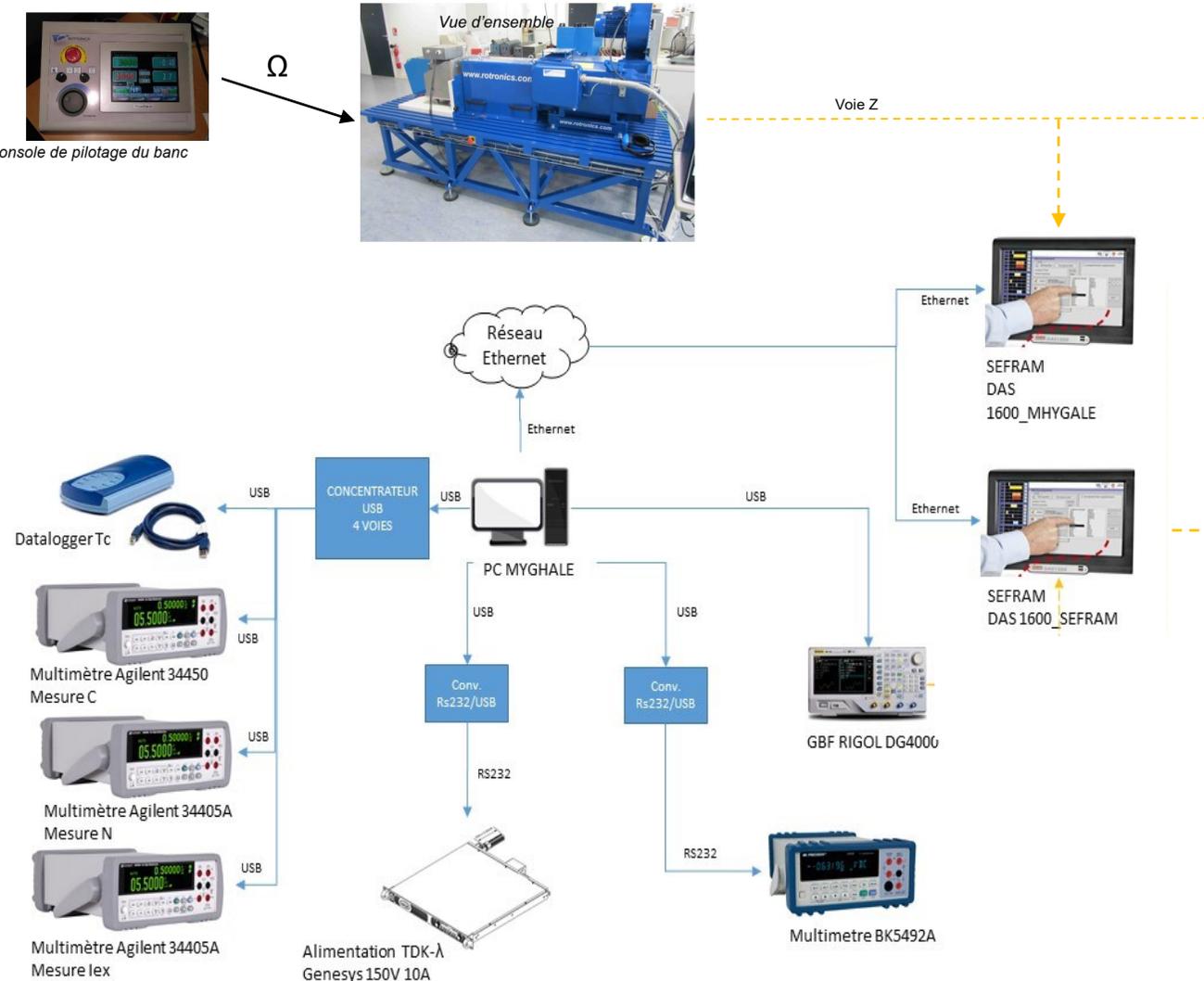
- 4 DMM (C-N-I_{ex}-T_{ntc})
- Datalogger TC08 (2 T_{palier})
- GBF (Trigger)
- Alimentation TDK- λ (I_{ex})

Ethernet : Data

- SEFRAM DAS1600 -MHYGALE
- SEFRAM DAS1600 -SEFRAM

Synchronisation Seframs

- 2 voies logiques
 - Trigger GBF
 - Référence mécanique = voies Z couplemètre
- Acq = Trigger.Z**
- Acquisition simultanée 66 voies



B- Circuits imprimés

- Mesurer I_{spire} sans modifier la R_{spire} .
 - Choix $R_{mesure} \sim 50x$ plus faible que R_{spire} (477mΩ).



Shunt de mesure
POWERTRON
 $R = 10m\Omega - 3W$ (free air)
 Tol = 0.1%
 Temp coef = $\pm 10ppm/K$

- Réalisation 4 cartes mesures et 8 cartes équilibrages

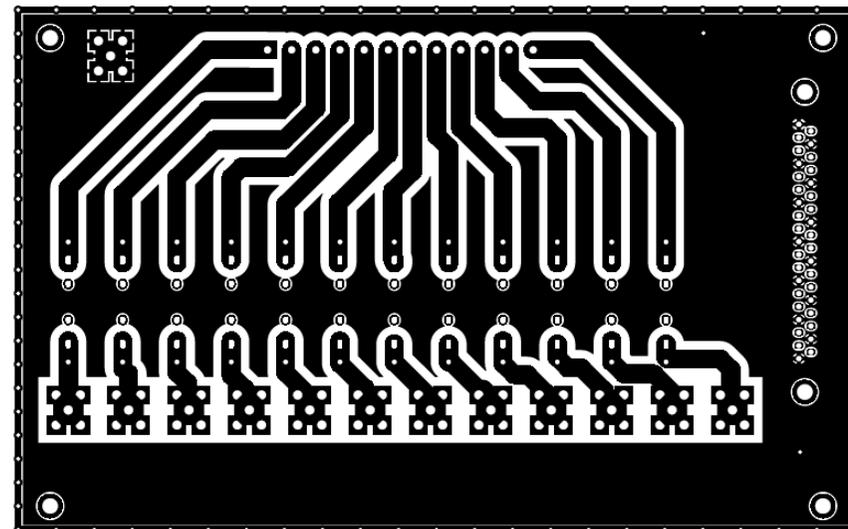
- Epaisseur 105μm
- Mesure : 4 couches dont 2 plan de masse
- Equilibrage : simple face



R équilibrage
VISHAY série LVR
 $R = 10m\Omega - 3W$
 Tol = 1%
 Temp coef = $\pm 1000ppm/K$



Entrée partie MSRB



Retours
 mesures
 SUBD36
 voies

Sortie partie Onduleur
 + barre de shunt 70A

Caractérisation Couplemetre

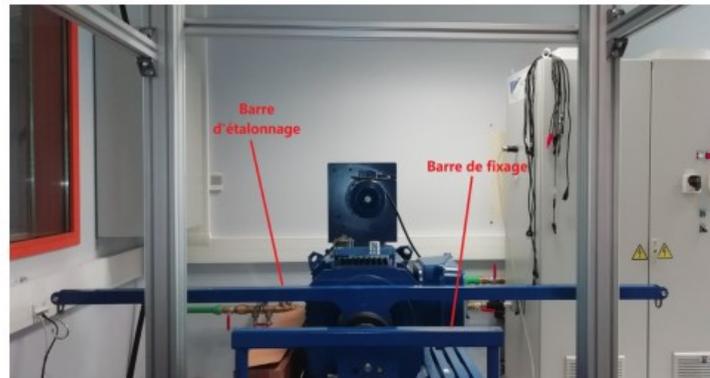
B) Simulations et remise en place du banc

Étalonnage du couplemètre MHYGALE [0, 50 N.m]

Protocole :

- Blocage de l'arbre et fixation d'une barre d'étalonnage de $2 \cdot d = 2 \text{ m}$
- Suspension de différents poids de masses m_i connues (alors $C_{th} = d \cdot g \cdot m_i$) et mesure de la tension en sortie sur 50 essais
- + Ajout d'un filtre passe-bas pour éliminer une partie du bruit

FIGURE 28 – Couplemètre T40B



FIGURES 26 & 27 – Banc avec la barre d'étalonnage de face et de profil

6 Septembre 2021

REGIENOV - Camille HERLENT

• 23

Caractérisation Couplemetre

B) Simulations et remise en place du banc

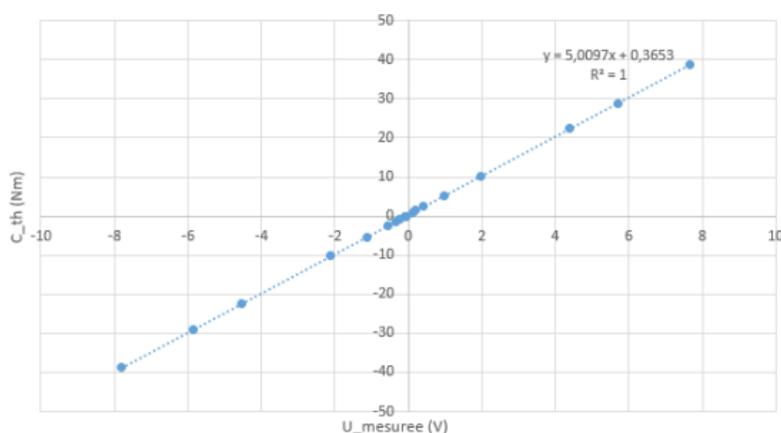


FIGURE 29 – Couple théorique en fonction de la tension lue moyennée et courbe de tendance

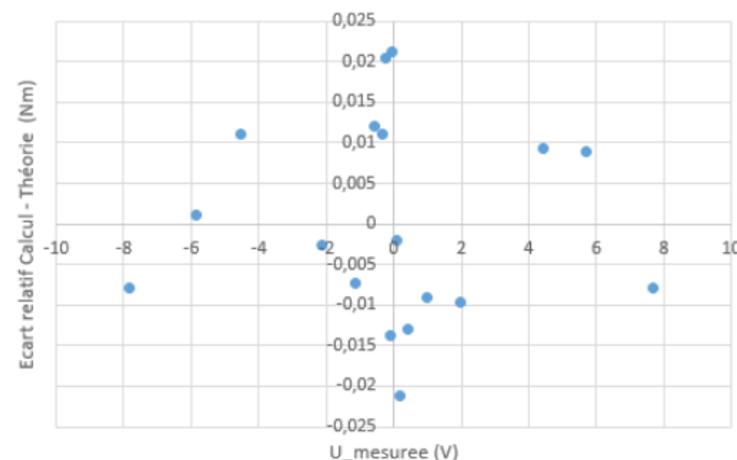


FIGURE 30 – Écart relatif entre le calcul donné par la courbe de tendance et le couple théorique

→ Précision assurée de **0.025 N.m** jusqu'à 40 N.m, ce qui est largement acceptable.

Cependant il y aura des écarts entre le couple fourni par le moteur RENAULT et celui vu par le couplemètre à cause des roulements.

Plan

■ Introduction

- Cadre et présentation étude

■ Partie matériel

- Chaîne de traction électromécanique
- Chaîne d'acquisition et électronique de mesure
 - Zoom sur un CI et un capteur

■ Partie logiciel

- LabVIEW: face avant et quelques zoom sur des fonctions
- SEFRAM : commande à distance et récupération datas
- Présentation post-traitement

■ Conclusion

Pilotage LabVIEW

Séquence de mesures

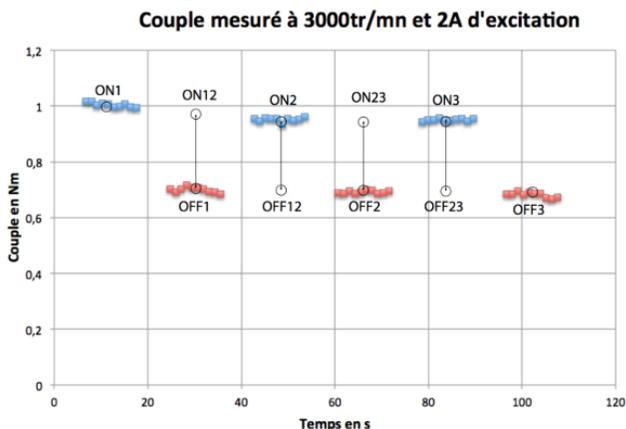
- Paramètre les variables de séquence (en vert)
- Fixe Ω par console de pilotage
- Attente Ω stabilise
- Start LabVIEW

Acquisition lancée

- Génère des créneaux de couples
- Monitoring des grandeurs (en rouge)
- Envois du signal TRIGGER pour mesures AC

Enregistrements des data

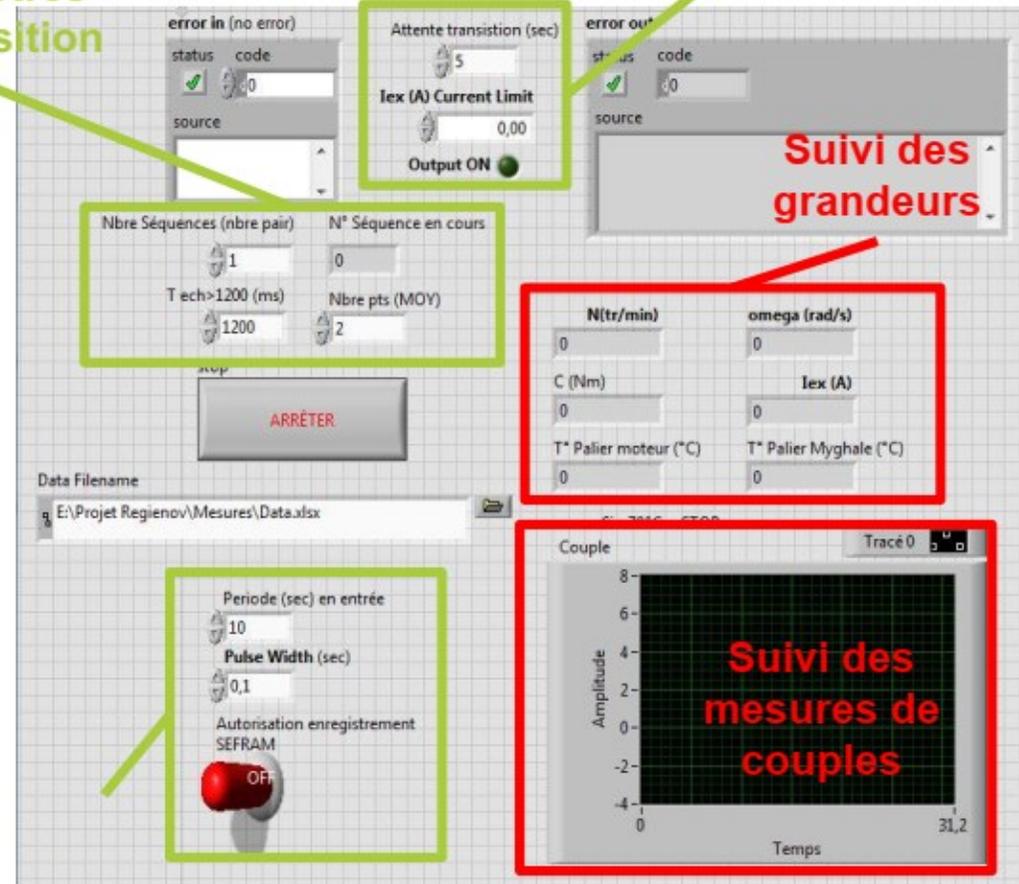
- Format .xls



Pilotage Trigger des SEFRAM

Paramètres d'acquisition

Contrôle Iex



error in (no error) status code 0 source

Attente transition (sec) 5

Iex (A) Current Limit 0,00

Output ON

Nbre Séquences (nbre pair) 1

N° Séquence en cours 0

T ech>1200 (ms) 1200

Nbre pts (MOY) 2

ARRÊTER

Data Filename E:\Projet Regienov\Mesures\Data.xlsx

Periode (sec) en entrée 10

Pulse Width (sec) 0,1

Autorisation enregistrement SEFRAM OFF

N(tr/min) 0

omega (rad/s) 0

C (Nm) 0

Iex (A) 0

T* Palier moteur (°C) 0

T* Palier Myghale (°C) 0

Couple

Amplitude

Temps

Tracé 0

Interface Labview de pilotage des mesures

Pilotage LabVIEW

Pilotage a permis

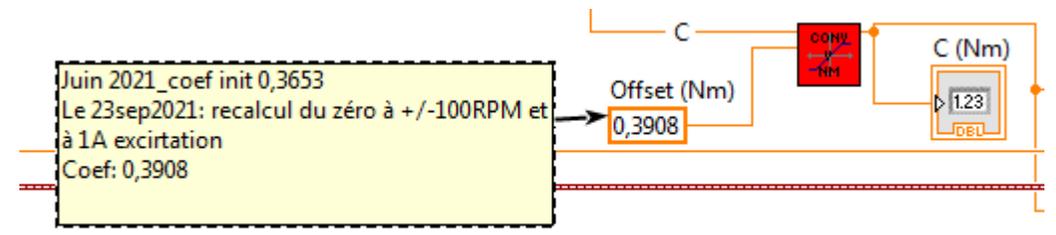
- Reproductibilité du protocole de mesure
- Consolider les datas

Datas LabVIEW utiles

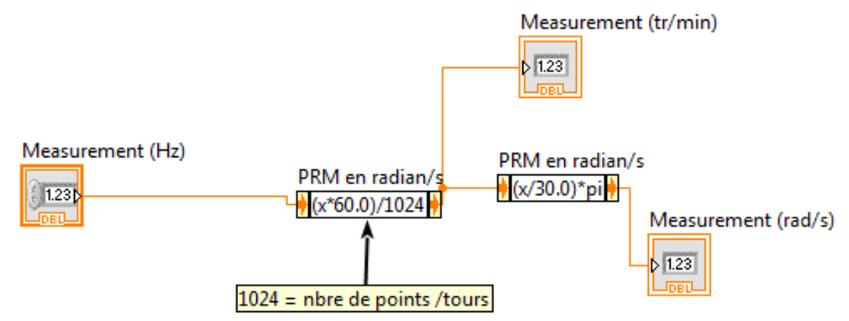
- Couples (méca, à vide , cc)
- Puissances

Programme « standard »

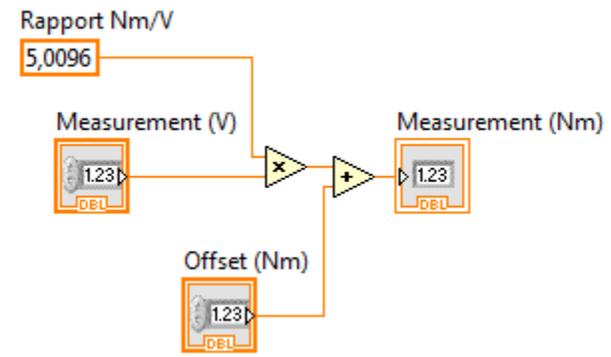
- Pilotage simple d'instruments
- Conversions de grandeurs
- Calage d'offset
- Mise en forme des datas



Calage d'offset avec protocole



Exemple conversion de grandeurs

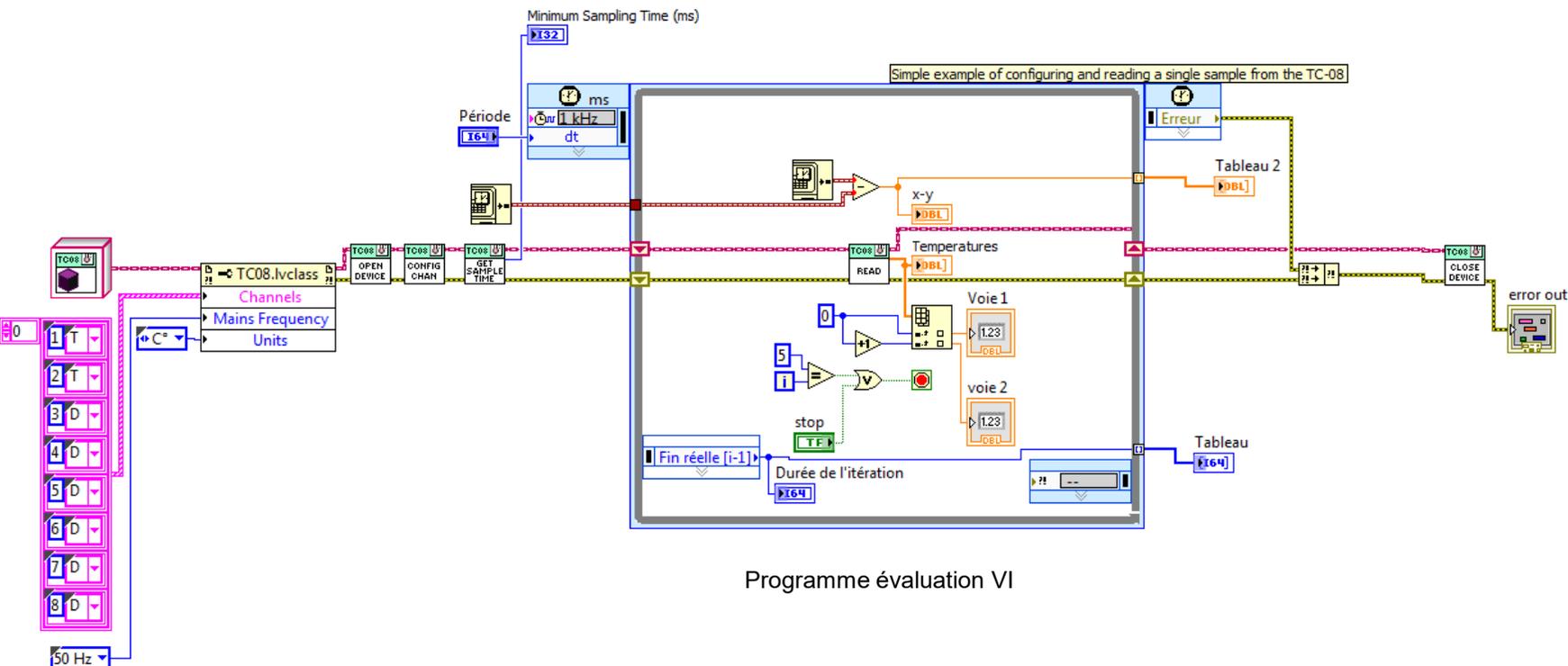


Pilotage LabVIEW

Quelques Bizarreries...

Pilotage TC08

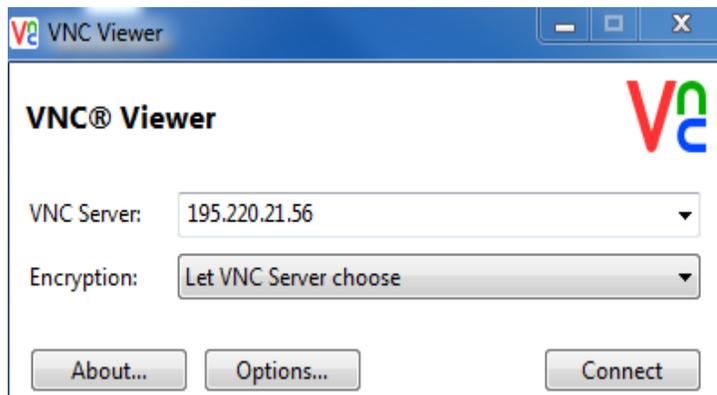
- Drivers fournisseurs : variant
- A base de dll
- Avant acquisition, d'abord établir une communication avec logiciel Picolog



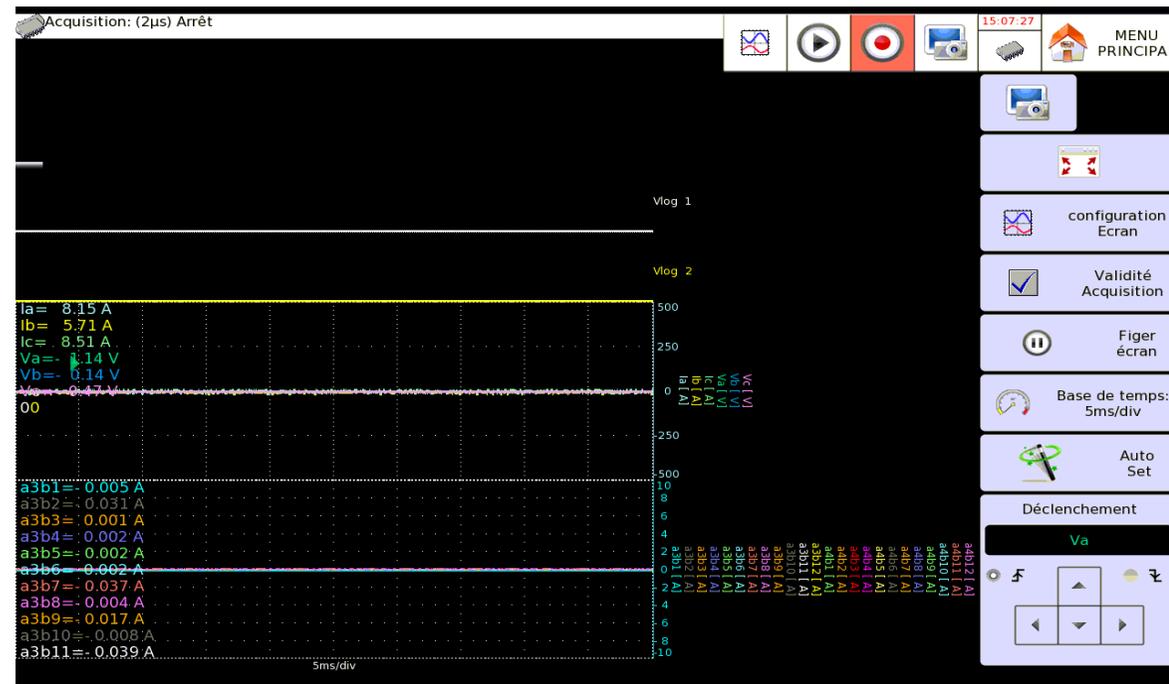
Programme évaluation VI

Pilotage 2 SEFRAM

- Utilisation d'un logiciel de virtualisation de face avant: VNC® Viewer
- RAZ mémoire après chaque manipe
- Armer pour les mesures
- Possibilité d'avoir plusieurs FA en même temps



Connexion par IP

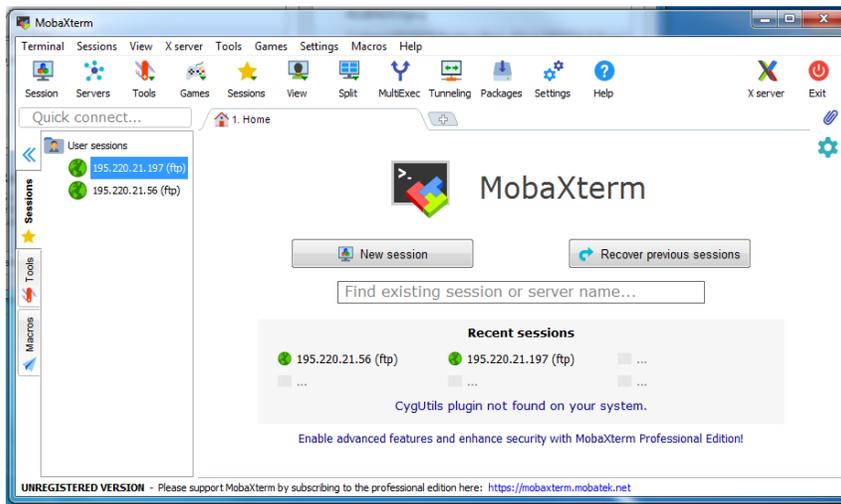


Face avant distante

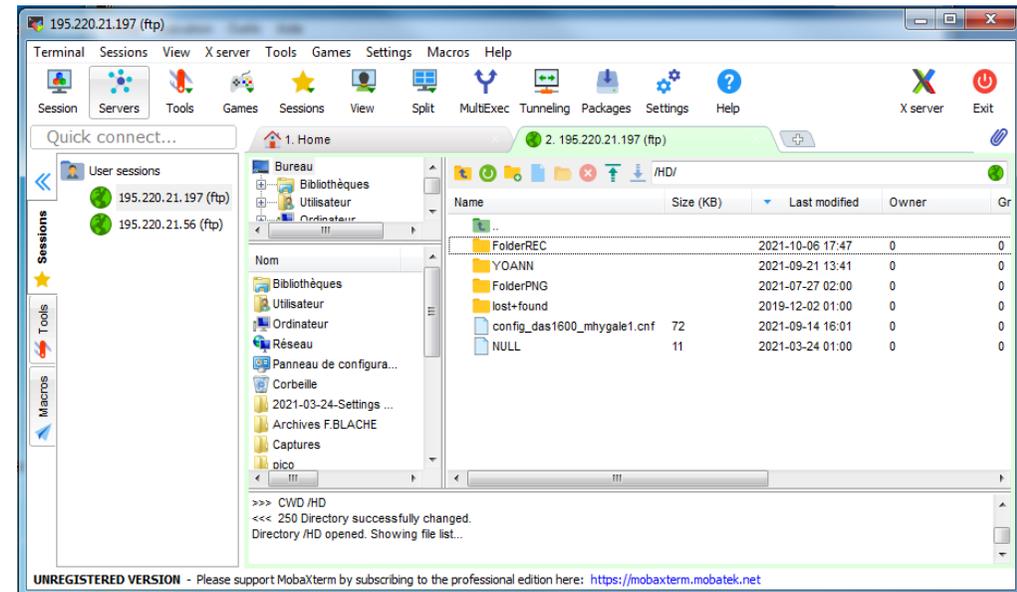
Pilotage 2 SEFRAM

■ Transfert des datas enregistrés → 2 fichiers par essais

- Navigation sur les disques à l'aide de MOBAXTERM via le réseau ethernet
- Datas enregistrées au format txt
 - Sur la mémoire interne SEFRAM
- Possibilité de connecter plusieurs appareil en même temps



Fenêtre de connexion



Ecran d'exploration

Présentation travail de Christian Chillet (CR)

■ Concaténation des fichier mesures AC

- Sous Excel
- Calage des zéro de mesure (#Zéro logique)

■ Avec Mathcad

- Ecriture d'une routine de filtrage des bruits de mesures
 - Correction de capacités parasites sur les voies de mesures
 - Superposition de 10 périodes
 - Moyennage de chaque point
 - Reconstruction d'une nouvelle sinusoïde
 - Routine pour les 48 voies mesures spires
- Vérification par loi des nœud

$$\text{à vide } \sum I_{spires} = 0$$

Validée!

Courants de brin pour un essai à vide
3000 tr/min et 10 A d'excitation après
correction

Courants de brin pour un essai en court circuit
3000 tr/min et 10 A d'excitation après correction

Plan

■ Introduction

- Cadre et présentation étude

■ Partie matériel

- Chaîne de traction électromécanique
- Chaîne d'acquisition et électronique de mesure
 - Zoom sur un CI et un capteur

■ Partie logiciel

- LabVIEW: face avant et quelques zoom sur des fonctions
- SEFRAM : commande à distance et récupération datas
- Présentation post-traitement

■ Conclusion

Conclusion

■ **Projet sur un an et demi**

- Mesures à vide et CC : OK
- Mesures en charge : non concluants
 - Perturbations CEM, pertes de com, setup non adapté...
 - Prochain avenant?
- Beaucoup de réalisations
 - Mécaniques (support moteur, alignements...)
 - Electronique (cartes de mesures...)

■ **Collaboration industriel**

- Dynamique, des rendus réguliers
- Travail avec des extérieurs
 - Nouvelles pratiques, nouvelles personnes
- Transferts de connaissances
 - Cartes de mesures
 - Méthode de mesure des effets capa
 - Modèle de simulation de perte adapté
- Encadrement d'une stagiaire M2

■ **Objet d'un poster en conférence**

- SMM25 , Mai 2022

■ **Retour industriel positifs**

- Attente d'un nouvel avenant pour continuer la collaboration



Tout n'a pas été rose...

■ Travail avec les services ont pu être compliqués

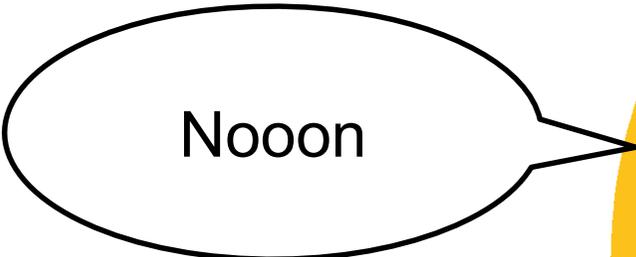
- Différence de temporalité
- Délais
 - Réalisations, commandes...
- Problèmes
 - Mécaniques, de contacts électriques, de CEM, de comm...



Pas content
Grrr

■ Apothéose:

- Explosion d'un couplemètre 10Nm à 5700 tr/min
- Fils et tuyaux qui ont volé dans la pièce



Nooon



Remerciements

**Tout particulièrement à George Azirian (IE cdd) et
Camille Herlant (Stage M2)**

**Le service mécanique , électronique et financier du
G2Elab**

Merci à Afef Lebouc et Chistian Chillet

**Merci à l'équipe de AlpesVIEW, Nicolas et Murielle,
pour l'organisation de la journée**

Merci pour votre attention



SEFRAM

CARACTÉRISTIQUES COMMUNES À TOUS LES MODÈLES

VISUALISATION

Ecran tactile 15,4" TFT retro-éclairé
 Résolution 1280x800 points
 Fonction f(t) et XY
 Fonctions zoom, curseurs, zoom entre curseurs
 Fonctions Y=ax+b (mise à l'échelle et fonctions mathématiques)
 20 mesures automatiques disponibles

STOCKAGE

Sauvegardes de configurations
 Mémoire 128 Mmots, segmentable en 128 blocks
 Disque dur interne 500Go avec transfert rapide (6Mech/s)

INTERFACES ET ENTRÉES/SORTIES

Interfaces 6 USB (2 en face avant, 4 en face arrière),
 VGA, Ethernet
 Voies logiques 16 voies logiques (V max: 24V, Zin = 4,7kohms)
 Alimentation externe 12V / 0,2A max non flottante
 Sorties alarme sortie A sur relais sec (24V/100mA),
 sorties B et C TTL 5V

ANALYSE DE RÉSEAU / ANALYSE D'ÉNERGIE

cette fonction suppose d'avoir une carte universelle installée et les accessoires adaptés à vos mesures!

Type de réseaux analysés monophasés, biphasés et triphasés
 Fréquence 50-60Hz, 400Hz et 1000Hz
 Visualisation oscilloscope, diagramme de Fresnel
 jusqu'au rang 50, calcul et enregistrement
 Harmoniques jusqu'au rang 50, calcul et enregistrement
 Mesures 24 grandeurs mesurées: U et I
 (valeurs moyennes, efficaces, crêtes), facteur
 de crête, puissance (active, réactive, appa-
 rente), facteur de puissance, harmoniques,
 THD, DF, fréquence, énergie consommée

ALIMENTATION ET ENVIRONNEMENT

Alimentation 95VAC à 264VAC, 47Hz à 63Hz
 Consommation 47 VA max
 Température de fonctionnement 0°C à +40°C
 Température de stockage -20°C à +60°C
 Humidité relative en fonctionnement 80% max.
 Dimensions (sans option bac extension) 298 x 394 218 mm
 Dimensions (avec bac d'extension) 298 x 394 x 295 mm
 Masse (avec une carte installée) 8kg (10kg avec extension)

CARACTÉRISTIQUES CARTE DE BASE UNIVERSELLE

Nombre de voies : 6
 Tension DC calibres de 1 mV à 1000 V
 Décalage max.: ± 5 cal. (sauf 1000 V)
 Précision : ± 0,1% ± 10 V ± 0,1% décalage
 Tension RMS AC+DC : de 200 mV à 500 V
 Bande passante : (- 3 dB) : 5 Hz - 100 kHz
 Facteur de crête : 4

FRÉQUENCE

Sensibilité 300 mV rms min.
 Rapport cyclique minimum 10%
 Fréquence 10 Hz à 100 kHz
 Précision de base 0,2% de la pleine échelle
 Tension maxi mesurable ± 500 VDC ou 440V AC

TEMPERATURE

Capteur	Domaine d'utilisation	Calibres
Couple J	-20°C à 1200°C	20°C à 2000°C
Couple K	-250°C à 1370°C	20°C à 2000°C
Couple T	-200°C à 400°C	20°C à 500°C
Couple S	-50°C à 1760°C	50°C à 2000°C
Couple B	-200°C à 1820°C	50°C à 2000°C
Couple E	-250°C à 1000°C	20°C à 1000°C
Couple N	-250°C à 1300°C	20°C à 1000°C
Couple W5	0 à 2320°C	50°C à 2000°C
Précision	Compensation de la soudure froide ±1,25°C	

ECHANTILLONNAGE

Résolution : 14 bits
 Fréquence d'échantillonnage 1Mech/sec par voie
 Longueur mémoire 128Mmots segmentable jusqu'à 128 Blocs
 Déclenchement Front positif, négatif, sur voies logiques,
 délai, attente, Go No Go.
 Pré trigger -100% à +100%

BANDE PASSANTE

BP Entrées analogiques à -3dB Calibre > 1V : 100kHz
 Calibre >= 50m V à 1V : 50kHz
 Filtres analogiques programmables 10 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz
 Impédance d'entrée (DC) >25MΩ calibres <1V
 1 MΩ pour autres calibres
 150pF
 Tensions max. admissibles Entrée 1 voie et la masse mécanique ± 500V
 Entre les bornes d'une voie ± 500V
 Isolement entre masse mécanique et voie de mesure >100 MΩ à 500 VDC