

## Contexte

Dans le cadre du Système de Cuisson Assistée par Ordinateur [SCAO](#) et de son [prototype N°3](#), la e-poignée 433MHZ [e-p-433](#) est l'un des objets connectés de ce prototype.

Le prototypage défini par le [SCAO](#) est interprété, au sens large, comme regroupant toutes les activités qui concourent à la réalisation du prototype.

## Objet

L'objet de la e-poignée 433 MHZ est double : \* la mesure de la température sur le couvercle de la casserole \* la transmission de la valeur mesurée au e-rupteur 433 MHZ.

## Description physique

Assemblage de la e-poignée 433 MHZ

La e-poignée 433 MHZ communique avec le e-rupteur par radio. Elle est équipée de 2 amplificateurs de thermocouple, une batterie LI-ION, un chargeur de batterie, d'un microcontrôleur Teensy 3.2 et un émetteur 433 MHZ. Dans un effort de miniaturisation, un circuit imprimé regroupe ces composants (CMS et traversants).

## Nomenclature

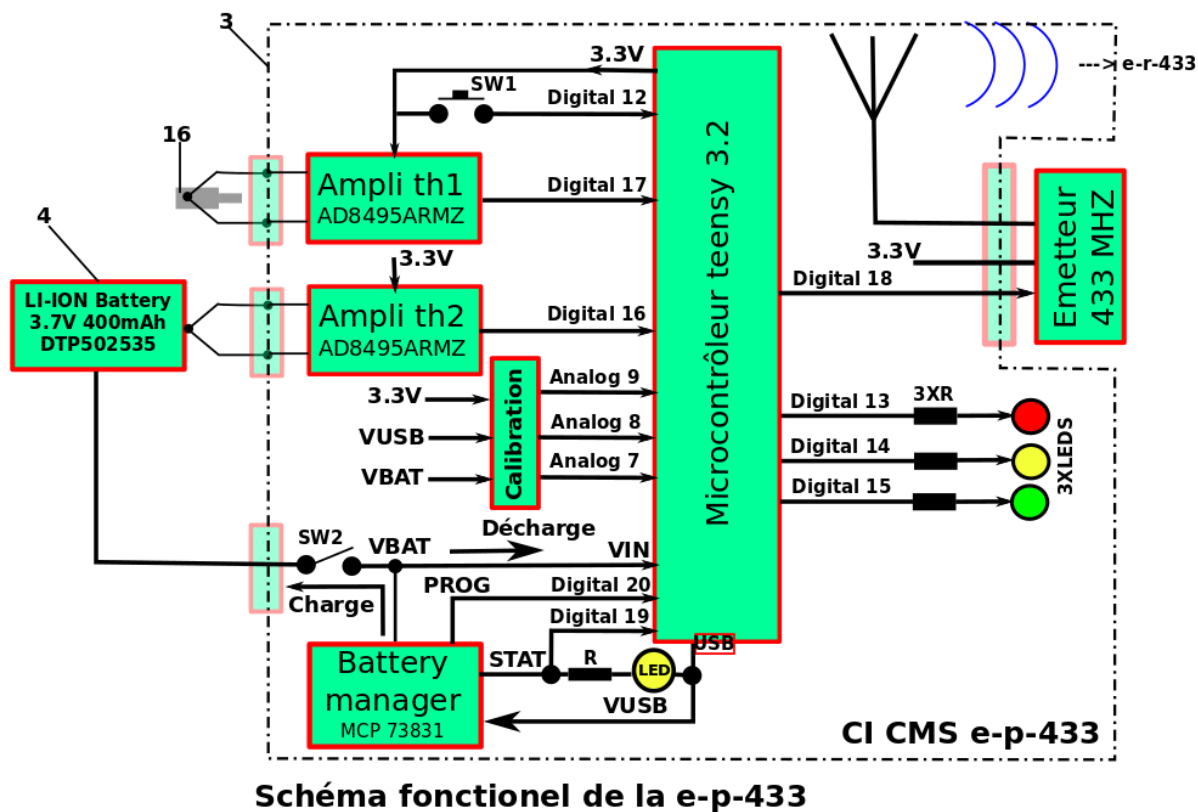
Une nomenclature permet de répertorier les éléments de la e-poignée 433, la première colonne indique le niveau de décomposition :

Nomenclature e-p-433

Niv	Designation	Fournisseur	Type	Reference	Rep	Qty
•	Vis M3		Achat		1	4
•	Rondelles M3		Achat		2	4
•	CI CMS e-p-433	<a href="#">RL</a>	Management	WBS	3	1
•	Lithium Ion Battery - 400mAh	<a href="#">Sparkfun</a>	Achat	<a href="#">PRT-13851</a>	4	1
•	Entretoises M3		Achat		11	4
•	Rondelles		Achat		6	4
•	Jupe	<a href="#">lot city</a>	IMP3D	<a href="#">jupe-433.gcode</a>	9	1
•	Ecrou M5		Achat		10	1
•	Isolateur	<a href="#">lot city</a>	Découpe laser	<a href="#">Isolateur_a.dxf</a>	13	1
•	Rondelles M3		Achat		14	4
•	Vis M3		Achat		15	4
•	Entretoise de fixation		Atelier		16	1
•	Capteur de température		Atelier		17	1
•	Couvercle	AMC	Achat		18	1

La modélisation des différents sous-ensembles fait appel principalement à deux logiciels : \* [Openscad](#) pour les pièces fabriquées en impression 3D. \* [kicad](#) pour le CI CMS e-p-433.

## Description fonctionnelle



La fonction globale e-p-433 est la [mesure de la température](#) sur l'entretoise de fixation [16] et sa transmission en mode radio au e-r-433. Cette fonction se décline par : \* La capture avec contact de la température sur l'entretoise [16] à l'aide d'un capteur de température [17] \* Le traitement du signal délivré par le thermocouple (filtrage, amplification, conversion analogique digitale) \* La transmission radio vers le e-r-433 \* Des fonctions secondaires : Battery manager, calibration, [IHM](#).

## Description détaillée

Ce paragraphe est structuré selon les articles de la nomenclature de la e-poignée 433MHZ.

Les articles de visserie repérés [1], [2], [5], [6], [10], [11], [12], [14], [15], ne font pas l'objet de paragraphes spécifiques.

Les autres repérés [3], [4], [9], [13], [16] et [17], font l'objet de paragraphes spécifiques.

### Entretoise de fixation [16]

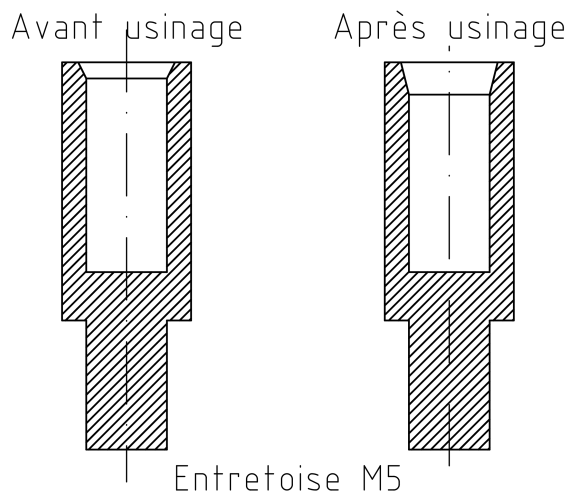
#### Objet

L'objet de l'entretoise de fixation [16] est de constituer la fixation mécanique de la e-p-433 sur le couvercle [18]. En complément, de prévoir le logement du capteur de température [17] pour qu'il puisse être correctement maintenu et positionner.

#### Conception et réalisation

##### Version 1

L'entretoise de fixation [16] est constituée d'une entretoise M5. Elle est modifiée en atelier selon les indications suivantes : \*



#### Usinage d'une fraisure

1mm de diamètre, à mi-hauteur de la partie hexagonale, pour permettre l'introduction du thermocouple.

\* Perçage d'un trou, de

#### Version 2

L'entretoise de fixation [16] est constituée d'une entretoise spécifique en aluminium : Entretoise aluminium de la e-poignée 433 MHZ

Entretoise aluminium de la e-poignée 433 MHZ

### Capteur de température [17]

#### Objet

L'objet du capteur de température est la mise à disposition d'une valeur électrique proportionnelle à la température du couvercle [18] de la casserole.

#### Conception et réalisation

Le capteur de température [17] est conçu et réalisé à partir d'un thermocouple de type K qui utilise une jonction **chromel** (nickel + chrome) / **alumel** (nickel + aluminium).

Un article de la revue Mesures atteste que [les thermocouples devraient représenter la plus grande part du marché en 2023](#).

La photo ci-contre montre la [soudure chaude](#) Thermocouple soudure d'un thermocouple de type K.

En principe, un thermocouple peut être fabriquer soi-même de [manière "artisanal"](#), j'ai moi-même essayé mais sans succès pour le moment. La difficulté est de réaliser la soudure du chromel et de l'alumel. Il faut faire appel à une source de chaleur qui permette d'atteindre la fusion des 2 alliages. De mon expérience, un briquet, la gazinière ou une lampe à souder de type "camping gaz" sont insuffisants. Dans le meilleur des cas, l'intensité de la source de chaleur permet aux 2 alliages de prendre la couleur rouge clair. En conclusion, un poste de soudure de type [chalumeau](#) est nécessaire. Par exemple le [micro chalumeau](#).

Un exemple de câble de thermocouple est montré ci-dessous :

Câble du thermocouple

Il provient d'un thermocouple de [type K](#), à l'origine, le câble était trop long, il a donc été coupé, ce câble : \* longueur = 90 mm \* la gaine est blanche/verte \* les 2 fils : \* vert (recouvert d'une gaine thermorétractable bleue) \* blanc (recouvert d'une gaine thermorétractable blanche)

Les mesures à l'Ohmètre des 2 fils donnent : \* R(vert) = 8 Ohms \* R(bleu) = 3,5 Ohms.

#### Version 1

- Introduction du thermocouple dans le trou de l'entretoise. Sont maintien est assuré par :
  - une goutte de super glu introduite dans le trou
  - une gaine thermorétractable pour envelopper l'ensemble entretoise/thermocouple.

#### Version 2

Thermocouple équipé

### La jupe [9]

#### Objet

La jupe [9] habille la partie inférieure de la e-p-433.

## Conception

jupe-433

## Réalisation

IMP3D

## L'isolateur [13]

### Objet

L'objet de l'isolateur est de réaliser une isolation thermique entre l'entretoise [16] et la jupe [9].

### Conception

Isolateur de la e-poignée 433 MHZ

### Réalisation

Découpe laser

## Batterie LI-ION [4]

### Objet

L'objet de la batterie LI-ION est l'alimentation en tension continue des circuits électroniques du CI CMS e-p-433 [3].

### Conception

La [Lithium Ion Battery - 400mAh](#) est décrite sur les sites Wikipédia français et anglais : \* [Accumulateur lithium-ion](#) \* [Lithium-ion battery](#).

Son utilisation nécessite : \* un chargeur adapté à ce type de technologie [SparkFun LiPo Charger Basic - Micro-USB](#) \* une attention particulière à la température en fonctionnement conduisant au strict respect des recommandations du constructeur. La [datasheet](#) du constructeur, concernant "Operating Temperature Range", en fonction du mode de fonctionnement, indique : \* *Charge 0 ~ 45°C* \* *Discharge -20 ~ 60°C*.

### Réalisation

Approvisionnement.

## CI CMS e-p-433 [3]

### Objet

L'objet du CI CMS e-p-433 [3] est de grouper toutes les composants électroniques de l'e-p-433 à l'exception du thermocouple.

### Conception

Schéma du circuit CMS e-p-433

### Conception des fonctions

#### Amplificateur de thermocouple

L'amplificateur de thermocouple est conçu à partir du circuit intégré [CMS ANALOG DEVICES AD8495](#). Son schéma électrique : Schéma de l'amplificateur de thermocouple

#### Microcontrôleur

Schéma du microcontrôleur

#### Calibration

Schéma du circuit calibration

#### Battery manager

Schéma Battery manager

#### 3XLEDS

Schéma du circuit LEDS

#### Emetteur 433MHZ

Schéma du circuit Emetteur

### Réalisation (WBS)

La réalisation du CI CMS e-p-433 [3] est traitée en un projet séparé. Il fait appel à un "[Work Breakdown Structure](#)" (WBS). Le principe du WBS consiste à décomposer le projet en tâches élémentaires. Ces tâches sont représentées par le tableau ci-dessous :

Designation de la tâche	Fournisseur	Type	Ref1	Ref2	Note	-----	-----	-----	-----	-----	-----	Projet
<a href="#">Kicad</a>     <a href="#">e-p-433.pro</a>	Schéma électrique	<a href="#">Kicad</a>   <a href="#">Eeschema</a>   <a href="#">e-p-433.sch</a>	Génération netlist	<a href="#">Kicad</a>   <a href="#">Eeschema</a>   <a href="#">e-p-433.net</a>	Génération BOM	<a href="#">Kicad</a>   <a href="#">Eeschema</a>   e-p-433   <a href="#">e-p-433.ods</a>	LibreOffice Calc Edition PCB	<a href="#">Kicad</a>   <a href="#">Pcbnew</a>   e-p-433.kicadpcb	<a href="#">e-p-433.net</a>	Génération fichiers GERBER	<a href="#">Kicad</a>   <a href="#">Pcbnew</a>   <a href="#">e-p-433.kicadpcb</a>	Gerber   Génération plan de per##
CI CMS e-p-433 [3]çage	<a href="#">Kicad</a>   <a href="#">Pcbnew</a>	e-p-433.kicad_pcb	<a href="#">e-p-433.drl</a>	CI nu et stencil	A définir	Achat	Fichiers Gerber	Lot de composants	A définir	Achat	BOM	CI - CMS   <a href="#">lot city</a>
Fabrication	BOM + schémas											CI - Composants