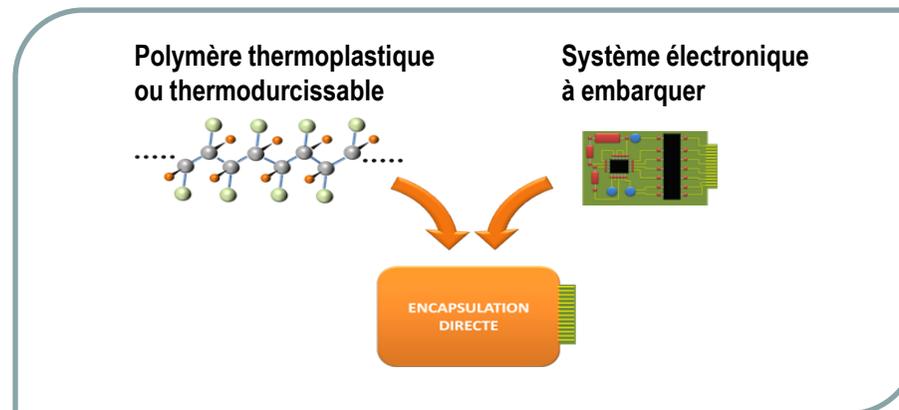


Solutions d'encapsulation électronique par polymères



Société d'Ingénierie spécialisée dans l'amélioration des performances des produits ou des systèmes industriels et de leurs procédés de fabrication



UNE SYNERGIE UNIQUE ET MODERNE POUR GARANTIR VOTRE PERFORMANCE DANS LE MEILLEUR DÉLAI

Akéo Plus utilise des méthodes organisées sous forme de formation et de travail en groupe pour identifier, structurer et agir sur les leviers clés de votre organisation et/ou vos moyens techniques : **LEAN Manufacturing, mise en place d'indicateur TRS, Kaizen, Statistique SPC, AMDEC, 5S, TPM**

Akéo Plus développe des technologies pour augmenter la performance de notre service : **Encapsulation électronique, Mesure Physique (pression, température, position, vitesse, accélération, vibration, bruit, fibre optique), Contrôle optique, Maquettage de système contrôle commande**

Akéo Plus apporte ces outils BE dans un projet d'amélioration des performances : **CAO, simulation numérique Linéaire et non Linéaire et programmation d'algorithme pour le traitement des données, mesure physique et traitement d'image**

Akéo Plus sait que les gains en performance passent obligatoirement par les matériaux avancés, profitez de notre forte expertise sur : **les Polymères techniques en encapsulation, micro ou macro moulage et sur la fabrication de pièces en Céramique haute performance (Zircone, Nitrure de silicium)**

Méthodes

Technologies

Conception

Matériaux

PILIERES & EXPERTISES

PERFORMANCE ENGINEERING

L'encapsulation



- Agenda:

- **Objectifs**
- **Les aspects techniques de cette technologie (matériaux, procédés, contraintes des systèmes multi matériaux, fiabilité, vieillissement,...)**
- **Matériaux Thermodurcissables et Thermoplastiques**
- **Procédé et outillage**
- **Contraintes « Thermo-mécanique » : Risques sur l'électronique**

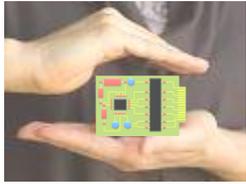
Objectifs de l'encapsulation



- des composants électriques ou électroniques:

- Protection contre l'environnement extérieur:
 - ✓ Humidité (assurer l'étanchéité)
 - ✓ Poussière
 - ✓ Moisissure
 - ✓ Produits chimiques
 - ✓ Homme: Piratage et contre façon
- Amélioration de la tenue mécanique des composants:
 - ✓ Sous une pression importante (ex: au fond des océans)
 - ✓ Face aux vibrations
 - ✓ Face aux chocs éventuels

Objectifs de l'encapsulation



- Assurer:

- ✓ Une bonne isolation électrique (diminution des risques de choc électrique à l'application)
- ✓ La robustesse de l'assemblage dans un environnement sévère
- ✓ L'inviolabilité de la carte (ou l'accès uniquement à des fonctions souhaitées) donc sa protection
- ✓ Une meilleure inflammabilité (la capacité d'un matériau à s'enflammer plus ou moins facilement au contact d'une flamme, d'une étincelle ou bien d'une température élevée)
- ✓ La biocompatibilité si nécessaire (compatible avec un organisme vivant: pacemakers par exemple)
- ✓ Une bonne conductivité thermique



Objectifs de l'encapsulation

- Diminuer le coût de l'ensemble :

- ✓ Une seule action : encapsulation
- ✓ Une résine peu coûteuse comparée aux matériaux qu'il faudrait utiliser pour les composants électriques pour atteindre tous les objectifs
- ✓ Possibilité d'intégrer des fonctions comme des fixations, des appuis
- ✓ Possibilité de réaliser des géométries complexes avec l'utilisation d'un outillage de réplique, très utile pour les moyennes séries

Les matériaux utilisés

- Les deux grandes familles de résines polymères:

	Thermodurcissables				Thermoplastiques				
Les principaux Matériaux	Silicones	PU	Méthacrylates	Epoxydes	PU	PA / PA chargé	PP	Résines thermo fusibles Base PA	Résines à réticulation sous Rayons UV
Principe chimique	Réaction chimique pendant la mise en œuvre -> Structure chimique organique tridimensionnelle Température de début de dégradation : 400 à 450 °C				Pas de réaction chimique pendant la mise en œuvre, après moulage la matière peut être fondue à nouveau par une augmentation de la température Température de fusion de 120 °C pour les PP à 300°C pour les LCP (Polymère à cristaux liquides)				
Propriétés générales des polymères après mise en forme	<p>Rigidité vs T° C</p> <p>Dégradation</p> <p>Solide</p> <p>Fumée</p>				<p>Rigidité vs T° C</p> <p>Fusion</p> <p>Dégradation</p> <p>Solide</p> <p>Liquide</p> <p>Fumée</p>				

Les matériaux utilisés

- Les distinctions:

	Thermodurcissables				Thermoplastiques				
Matériaux	Silicone	PU	Méthacrylate	Epoxyde	PU	PA / PA chargé	PP	Résines thermo fusibles Base Polyamide	Résines à réticulation sous Rayons UV
Mise en forme	<ul style="list-style-type: none"> - Généralement très liquide grâce à sa structure moléculaire - La coulée par gravité ou en source, fonctionne très bien - Meilleure maîtrise des retraits - Echauffement à maîtriser pendant la réticulation 				<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite généralement un équipement d'injection de la matière - La structure macro-moléculaire linéaire engendre une viscosité plus forte - Plus difficile de maîtriser les retraits aux moulages -> Contraintes sur composants - Pas de pic exothermique, par contre il faut maîtriser la conduction thermique 				
Propriété mécanique	<ul style="list-style-type: none"> - Souvent meilleure que celle des thermoplastiques surtout à haute température - La structure tridimensionnelle par liaison covalente permet une meilleure tenue au vieillissement 				Pour garantir une bonne propriété mécanique à haute température il faut avoir un poids moléculaire très haut, ce qui engendre une forte viscosité du polymère pendant sa mise en forme -> risque de détruire l'électronique pendant la mise en forme!				
Adjuvants	Pour l'ensemble des polymères thermoplastiques et thermodurcissables, il est possible de mettre des charges comme : les fibres: de verre, carbone, Kevlar pour augmenter la tenue mécanique les poudres : le sulfate de Baryum pour son opacité au rayon X, Nickel & Argent pour la propriété électrique, oxyde de Zinc & aluminium pour la conductivité thermique								



Les procédés d'encapsulation

- Les techniques de mise en œuvre:

	Coulée par gravité	Trempage	Surmoulage Basse Pression	Surmoulage Haute pression
Matériaux	Résine TD / TP à réticulation	Résine TD Epoxyde	Résine TP Base PA	L'ensemble des Thermoplastiques techniques PEEK, PSU, POM
Température de transformation	De l'ambient à 100°C	De l'ambient à 100°C	200 °C environ	200 °C à 400°C
Pression d'injection	Pression atmosphérique	Pression atmosphérique	< 40 bars	> 300 Bars
Temps de cycle	Long car temps de séchage des résines bi-composants	Court car les épaisseurs sont fines	< une dizaine de secondes (temps injection rapide + refroidissement des résines rapide)	Très court (< 10 s), avec possibilité de le réaliser en multi cavité (4 à 16 empreintes) avec dépose du capteur par robot



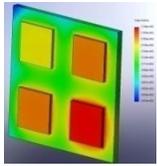
Les procédés d'encapsulation

- Les composants enrobés subissent différentes contraintes:

	Coulée par gravité ou en source	Trempage	Surmoulage Basse Pression	Surmoulage Haute pression
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Utilise généralement les résines Thermodurcissables très liquides - Contrôle des formes extérieures - Automatisable 	<ul style="list-style-type: none"> - Peu coûteux, - Cycle très court - Recouvrement total 	<ul style="list-style-type: none"> - Surmoulage d'éléments sensibles (conducteur faible section...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Prix pièces très bas coût pour très grandes séries > 50 000 pièces par an - Possibilité d'utiliser tous les Thermoplastiques très résistants sur le marché
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Contenant perdu ou nécessite un outillage - Coût des résines - Process long pour le séchage 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de maîtrise des épaisseurs, simple protection contre l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> - Une gamme de polymère très restreinte 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût des outillages, - Prévoir un pré moulage en basse pression pour protéger les éléments sensibles - Nécessite un savoir faire important
Applications	<ul style="list-style-type: none"> - C'est la technique la plus répandue dès que l'on cherche une protection sûre même à haute température 	<ul style="list-style-type: none"> - Vernis de tropicalisation: protection humidité 	<ul style="list-style-type: none"> - Pré- protection de carte - Connecteur + fil 	<ul style="list-style-type: none"> - Principalement l'automobile, exemple capteur à Effet Hall

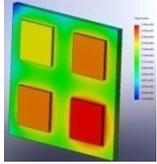


Les Contraintes



- Les composants enrobés subissent différentes contraintes :
 - ✓ Contraintes thermiques dues au moulage (Pic exothermique ou T° de transformation)
 - ✓ Contraintes mécaniques dues au retrait de réticulation ou du retrait pendant la solidification de la résine
 - ✓ Contraintes dues aux dilatations différentielles en fonctionnement entre les matériaux de la carte et la matière de surmoulage (attention comportement non linéaire!)

Les Contraintes



- Anticiper ces contraintes nécessite:

- ✓ Une connaissance du comportement non linéaire des résines pendant la mise en oeuvre
- ✓ Connaître l'évolution des propriétés mécaniques des résines pendant le fonctionnement du système
- ✓ Savoir coupler la thermo-mécanique des différents éléments du système, puis anticiper les risques potentiels sur l'électronique pendant son fonctionnement