LOT 1 : CAHIER DES CHARGES – ANALYSEUR DLTS

1. BUT

L'analyseur DLTS permet de réaliser une spectroscopie de niveau profond à température variable (Deep Level Transient Spectroscopie). Il s'agit de caractériser les défauts électroniques dans les matériaux semi-conducteurs, tels que les pièges ou les centres de recombinaisons, sur des échantillons constitués de substrats de quelques cm^2.

2. DOMAINE D'APPLICATION

Projet : CERTeM 5.0
Université : Université de Tours
Site : STMicroelectronics Tours
Plateforme : CERTeM Bâtiment Innovation

2.1. Normes et Directives

Si applicable :

- Norme ISO 50001 ou équivalent (Energie)
- Norme ISO 13850 ou équivalent : fonction d'arrêt d'urgence - principes de conception
- Directive relative aux machines 2006/42/CE ou équivalent
- Directive basse tension (LVD : Low Voltage DIRECTIVE) 2014/35/EU ou équivalent
- Directive compatibilité électromagnétique (EMC : Electromagnetic Compatibility DIRECTIVE) 2014/30/EU ou équivalent
- Directive champs électromagnétiques (EF : Electromagnetic fields DIRECTIVE) 2013/35/EU ou équivalent
- Directive instruments de mesure (Measuring instruments DIRECTIVE) 2004/22/EC ou équivalent

Le cas échéant, l'équipement devra aussi être conforme à toute directive applicable

3. DÉFINITIONS

CERTeM : Centre d'Etudes et de Recherches Technologiques en Microélectronique
SAT : Site Acceptation Test (test d'acceptation sur site)
EMO : Emergency Machine Off (bouton d'arrêt d'urgence)
REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) : Enregistrement, évaluation, autorisation et restriction des substances chimiques.
CLP (Classification, Labelling, Packaging) : Règlement relatif à la classification à l'étiquetage et à l'emballage des substances chimiques et des mélanges.
ROHS (Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment) : Restriction de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques.
FDS : Fiche De Sécurité
CCAP : Cahier des Clauses Administratives Particulières
DLTS : (Deep Level Transient Spectroscopy) Spectroscopie de niveaux profonds
C-DLTS : DLTS en mode Capacitance
CC-DLTS : DLTS en mode Capacitance Constante
I-DLTS : DLTS en mode Courant
Q-DLTS : DLTS en mode Charge
DD-DLTS : DLTS en mode Différence Transitoire
ITS : (Isothermal Transient Spectroscopy) Spectroscopie Transitoire Isotherme
TSC : (Thermally Stimulated Current) Spectroscopie de Courant Stimulé Thermiquement
TSCAP : (Thermally Stimulated Capacitance) Spectroscopie de Capacité Stimulé Thermiquement
PICS : (Photon Induced Transient Spectroscopy) Spectroscopie Transitoire Induite par Photons
Capture DLTS : Capture de mesures transitoires
Laplace DLTS : Mesures et évaluations transitoires logarithmiques
MIS – Nss DLTS : Metal Isolant Semiconducteur - Mesures et évaluation de la densité d'états de surface
MIS – Zerbst DLTS : Metal Isolant Semiconducteur - Génération de porteurs minoritaires, mesure de durée de vie des porteurs
C(V) : Evolution de Capacitance en fonction de la tension
I(V) : Evolution du Courant en fonction de la tension

C(t) : Evolution de Capacitance en fonction du temps
I(t) : Evolution du Courant en fonction du temps

4. GÉNÉRALITÉS

4.1. Documentation

Le titulaire remettra au plus tard à la date de livraison de l'équipement, une notice d'instruction originale complète en langue française ou anglaise, en version papier ou informatique.

Ces documentations seront conformes à la configuration machine livrée, incluant la spécification de mise en route, les procédures de paramétrage et configuration, les procédures d'utilisation en mode standard, les procédures de sécurité spécifiques.

4.2. Formation

Le titulaire dispensera une formation se déroulant comme suit : :

3 journées de formation sur site pour un maximum de 4 personnes avec remise d'un document attestant la formation.

5. EXIGENCES SÉCURITÉ

Les spécifications actuelles présentes dans ce cahier des charges viennent compléter les spécifications fournies par le titulaire. Toutes les caractéristiques énoncées sont susceptibles de faire l'objet d'un contrôle lors de l'installation de l'équipement au CERTeM.

Si applicable, les sous-ensembles de l'équipement conçues par le titulaire devront satisfaire aux normes de sécurité et décrets en vigueur en France au jour de livraison.

Directive basse tension : 2014/35/EU ou équivalent
Directive compatibilité électromagnétique : 2014/30/EU ou équivalent
Directive rayonnements électromagnétiques : 2013/35/EU ou équivalent

Une déclaration de conformité (Annexe II de la directive 2006/42/CE du 17.05.2006 ou équivalent) ainsi qu'un marquage avec le logo CE seront exigés sur les sous-ensembles de l'équipement conçues par le titulaire

Des champs magnétiques de fortes intensités peuvent entrainer des risques pour les personnes portant des Pacemakers ou broches réparatrices. Le titulaire déclarera si l'équipement présente en risque ou non dans les fiches techniques fournies. Dans le cas où le risque serait présent des indicateurs serait placés autour de l'équipement et sur l'équipement. (Respect du DÉCRET N°2016-1074 DU 3 AOÛT 2016 ou équivalent)

L'arrêt d'urgence sera conforme à la norme en vigueur (Norme ISO13850 ou équivalent).

6. PROCÉDURE

6.1. Définition de l'équipement :

Les équipements de démonstration sont acceptés :
☒ Non

6.1.1. Caractéristiques du/des produits (s) à transformer

L'analyseur DLTS devra analyser des échantillons de Silicium, Nitrure de Gallium, Carbure de Silicium.

6.1.2. Contraintes liées à l'environnement de l'équipement

Bâtiment Innovation
L'analyseur DLTS prendra place dans une salle propre équipée d'un sol ESD et de classe ISO8 dont les caractéristiques sont les suivantes :

Température	:	22°C +/- 1°C
Hygrométrie	:	40% +/- 5%
Vide réseau	:	200 mbars absolu
ACS réseau	:	6,5 bars
N2 réseau	:	6,5 bars
Electricité	:	

Réseaux triphasés normes CE 400V 50Hz
Réseaux monophasés normes CE 240V 50Hz
Schéma Liaison à la Terre (SLT) : TNS (Neutre à la Terre)
Eclairage 600 lux, température de couleur 3500K
Réseau eau de refroidissement : Température 19°C +/- 1°C pression aller = 6 bars et pression retour = 1 bar, régulée à 21°C

6.1.3. Prestations de base – Fonctions

F1 : L'analyseur DLTS permettra de mesurer jusqu'à 3 échantillons simultanément, dans un seul balayage de température et pour des impulsions de tension d'amplitudes maximales de -100V.

F2 : L'analyseur DLTS permettra de générer des impulsions de tension de durées comprises entre 1ms et 12000s, pour des amplitudes +/-500V, avec une résolution de 500mV. Dans le cas des amplitudes supérieures à +/-100V, les composants à analyser seront des composants à deux bornes.

F3 : L'analyseur DLTS permettra de générer des impulsions de tension de courte durée, jusqu'à 20ns, pour des amplitudes de +/-10V, avec une résolution de 0.3mV.

F4 : L'analyseur DLTS permettra de réaliser des mesures de courant jusqu'à 5mA avec une résolution de l'ordre du pA sur les plages de courant inférieures appropriées. La résolution dépendra de la plage de mesure.

F5 : L'analyseur DLTS permettra de réaliser des mesures de capacitance et conductance pour des signaux de fréquence entre 30kHz et 5MHz.

F6 : L'analyseur DLTS permettra de réaliser des mesures de capacitance comprises entre 1pF et 8000pF pour un signal de fréquence à 1MHz, d'amplitude comprise entre 20mV et 400mV. Une résolution/sensibilité d'un ordre de grandeur de 0,01pF est attendue dans des conditions de mesure appropriées.

F7 : L'analyseur DLTS comportera un logiciel permettant d'avoir accès aux mesures brutes et d'avoir un outil d'analyses selon les différents modes d'analyse DLTS suivant : C-DLTS, CC-DLTS, I-DLTS, Q-DLTS, DD-DLTS, Deep Level Profiling, ITS, TSC, TSCAP, PICS, Capture DLTS, Laplace DLTS, C(V), I(V), C(t), I(t).

6.2. Acceptation

L'acceptation permet de valider, sur le lieu d'exploitation défini à l'Article 2, que l'équipement est fonctionnel et conforme à sa description faite dans le présent document.

Elle suivra la liste des points de vérification décrits au paragraphe 7.1, repris dans la liste de vérification en annexe 1.

Elle devra être réalisée dans le délai indiqué dans le CCAP et la fiche « Récapitulatif Acceptation » (Annexe 1) sera complétée et signée par les 2 parties.

- Si tous les objectifs sont atteints, l'ADMISSION TOTALE sera prononcée.
- Si les critères d'acceptation ne sont pas tous validés, le titulaire devra présenter un plan d'actions correctives afin de tenir les objectifs fixés (ADMISSION REPORTEE). Un délai devra être fixé pour une nouvelle acceptation.

Si certains critères s'avèrent ne pas être atteignables, une ADMISSION AVEC REFACTION pourra être prononcée, voire un REJET EQUIPEMENT.

6.3. Les critères

Les tableaux de l'annexe 1 doivent être dûment renseignés (colonnes SAT), avant la signature des fiches « SYNTHESE… » respectives des phases 1 et 2 mentionnées au § 7.2.

7. EXIGENCES QUALITÉ

7.1. Livraison

7.1.1. Expédition

La procédure d'acheminement sera à la charge et sous la responsabilité du titulaire.
Avant expédition, le titulaire transmettra par fax ou par e-mail les données suivantes :

- Nombre de caisse(s),
- Dimension et poids de(s) caisse(s),

- Nom du transporteur,
- Numéro de suivi du colis exploitable par le transporteur,
- Date estimée de réception.

L'adresse d'expédition sera la suivante :

Plateforme CERTeM – Bâtiment Innovation
Attn.: M. Damien Valente
STMicroelectronics
153 Rue des Douets
37100 Tours Cedex 2
France
E-mail : damien.valente@univ-tours.fr

La responsabilité du titulaire durant la phase d'acheminement s'arrêtera à partir du début du déchargement de l'équipement depuis son mode de transport. Cette responsabilité deviendra alors conjointe entre le CERTeM et le titulaire pendant les phases de déchargement, décaissage et acheminement vers le lieu d'exploitation.

7.1.2. Décaissement

Le décaissement sera réalisé en présence d'un représentant du CERTeM ainsi que d'un représentant qualifié dutitulaire. Le but sera de vérifier que la totalité des sous-ensembles de l'équipement sont conformes et n'ont été endommagés ni par le transport ni par le décaissement.

7.2. Garantie

La durée de garantie des équipements ne devra pas être inférieure à 2 ans à partir de la date de prononciation de l'acceptation conformément aux dispositions du CCAP.

Prestation supplémentaire facultative : extension de garantie d'un an supplémentaire
Le soumissionnaire peut proposer, en prestation supplémentaire facultative, une **extension de la durée de garantie de l'équipement d'une année supplémentaire** au-delà de la période de garantie prévue au marché.

Cette extension de garantie couvrira les mêmes équipements, pièces, composants et prestations que la garantie de base, dans les mêmes conditions et selon les mêmes modalités d'intervention.

Pendant cette période supplémentaire, le titulaire prendra notamment en charge les éléments listés ci dessous.
Le soumissionnaire indiquera distinctement dans son offre le **prix forfaitaire de cette extension de garantie d'un an**.

L'acheteur se réserve la possibilité de retenir ou non cette prestation supplémentaire facultative lors de l'attribution du marché.

Celle-ci couvre :

- tout défaut de matériel et/ou logiciel, hors consommables,
- l'amélioration du matériel et du logiciel sans frais jusqu'à réalisation de l'ensemble des items, même mineurs, compris dans ce présent cahier des charges
- la pleine atteinte des performances également spécifiées,
- les frais de main d'œuvre (incluant transport, restauration et logement des intervenants) et de matériel (incluant l'acheminement des pièces) en cas de nécessité d'intervention du titulaire, pour réparation des éventuelles défaillances matérielles et/ou logicielles.

Pendant cette période de garantie, le titulaire s'engage en cas de défaillance de l'équipement ayant entraîné un arrêt de l'équipement, à faire intervenir un de ses spécialistes dès que possible. Le déclenchement d'une telle intervention se fera à l'issue d'une demande du CERTeM par téléphone ou e-mail. Ce déclenchement pourra se faire à l'issue d'une tentative de dépannage à distance qui sera rendue possible par la disponibilité d'un technicien spécialiste par téléphone dès que possible, hors jours fériés.

7.3. Confidentialité

Les employés du titulaire qui seront amenés à travailler sur le site du CERTeM devront considérer comme confidentielle toute information qu'ils pourraient collecter pendant leurs travaux. Le titulaire sera tenu responsable des actes de ses collaborateurs.
Tout manquement à cette règle entraînera des poursuites légales.

7.4. Pérennité

L'ensemble des **pièces détachées** de l'équipement sera **fourni** par le titulaire pendant une durée minimum de **10 ans**.
Pendant les **5 années** suivant l'installation du système, le titulaire s'engage à **informer** par écrit le CERTeM des **améliorations** apportées au **produit**.
Cette communication, gratuite pour le CERTeM, portera au minimum sur les sujets suivants :

- Modifications et **améliorations** des procédures de sécurité,
- Pièces obsolètes,
- Améliorations du logiciel,
- Amélioration du matériel.

8. EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES / ÉCOLOGIQUES

L'équipement ne comprendra aucun matériau à base d'amiante.

8.1. Substances interdites

Le titulaire respectera les règlements Européens comme REACH, CLP et ROHS

L'équipement et les outils ne contiendront pas d'amiante. Ils n'utiliseront pas de substance interdite comme PCB, CFC ou HCFC (R11…) ni de fluides dont l'interdiction est programmée dans les prochaines années, (typiquement R22, R403B, R124…)

Pour les équipements de réfrigérations, les Gaz à effets de serre fluorés dont le PRP (potentiel de réchauffement planétaire) supérieur ou égal à 2500 seront également interdits.

En cas d'utilisation de substance non interdite mais couverte par les accords de Kyoto, (fluor, gaz…), même si cette substance se trouve dans une zone hermétiquement scellée, une étiquette claire et indélébile est obligatoire comportant au moins les informations suivantes :

- Nom du gaz (molécule)
- Quantité
- Statut clair : « contient fluor couvert par le protocole de Kyoto »

****

Annexe 1 - Liste des critères d’acceptation usine et site et certificats SAT

Annexe 2 - Dossier de raccordement

ANNEXE 1 - Liste des critères d'acceptation usine et site et certificats SAT

RECAPITULATIF ACCEPTATION			
N° de marché :			
Appel d'Offres :			
Numéro de lot :			
DETAILS EQUIPEMENT	Titulaire :		
	Modèle :		
	Numéro de Série :		
SAT Resultats (*)	☐ ADMISSION TOTALE ☐ REFACTION ☐ ADMISSION REPORTEE Date prévisionnelle : ☐ REJET de l'EQUIPEMENT		
Commentaires			
	Nom	Signature	Date
Titulaire			
CERTeM			

(*) supprimer la mention inutile

ANNEXE 1 SUITE

FONCTION	CONDITIONS DU TEST	CRITERES	MESURES	SAT
L'analyseur DLTS doit permettre de générer des impulsions de tension de courtes durées, jusqu'à 20ns, pour des amplitudes de +/-10V	Appliquez de courtes impulsions de -0.1 V à l'échantillon de référence et vérifiez que l'interface d'impulsions rapides fonctionne correctement.	Vérifier visuellement l'interface d'impulsions rapides	Visuel	
L'analyseur DLTS doit permettre de réaliser des mesures de capacitance	Effectuer une correction de capacité et mesurer les caractéristiques capacité-tension de l'échantillon de référence de 0 à -5V afin de vérifier le bon fonctionnement du capacimètre	Vérifier avec le capacimètre la caractéristique capacité-tension de l'échantillon de référence	Mesure de capacité	
L'analyseur DLTS doit permettre de mesurer jusqu'à 3 échantillons simultanément, dans un seul balayage de température avec une impulsion de tension d'amplitude inférieur ou égale à -100V.	Utiliser le logiciel afin d'effectuer une mesure DLTS en entrant bien 3 échantillons dans le logiciel de pilotage, avec une tension inverse de -5V	Les résultats à la fin de la mesure doivent comporter 3 spectres DLTS correspondant aux 3 échantillons différents	Analyseur DLTS et logiciel de pilotage	
L'analyseur DLTS doit comporter un logiciel permettant d'avoir accès aux mesures brutes et d'avoir un outil d'analyses selon les différents modes d'analyse DLTS suivant : C-DLTS, CC-DLTS, I-DLTS, Q-DLTS, DD-DLTS, Deep Level Profiling, ITS, TSC, TSCAP, PICS, Capture DLTS, Laplace DLTS, C(V), I(V), C(t), I(t).	Lancer le logiciel et vérifier toutes les options de mesures.	Vérifier visuellement l'existence de ces options	Contrôle visuel	

ANNEXE 2 - Dossier de raccordement

Marque de l'équipement : Réf :

Nom du module :

Quantité	**Poids (Kg)**	**Sensible aux vibrations**	**Bruit (dB)**	**Encombrement (mm) L x l x h**	**m²**	**Réseau informatique**

Electricité			
Tension (VAC)	Intensité (A)	Puissance (Kva)	Specif. Elec (nombre de phases - neutre-terre - frequence - ondulé - …)

Produits chimiques		
Nom	Type de connexion	Conso

Récupération (bidon, H2SO4 -…)		
type de récup	type de connexion	rejet (l/min)

Effluents		
Drain	Type de connexion	Rejet (l/min)

Fluides					
Nom	Pression (bar)	Pression retour (bar)	type de connexion	conso (l/min)	Spécif (Résistivité - t° - …)

Exhaust				
Type d'exhaust	Usage	Type de connexion	conso (m3/h)	spécif (chauffé,...)

Gaz Process				
Nom des gaz	Pureté	Pression (bar)	Type connexion	Conso process (slm)

Gaz Neutre						
Nom du gaz	Usage	Pureté	Pression (bar)	Type de connexion	Conso (l/min)	Conso max (l/min)