

Considérations relatives à la polarisation CC et au TCC du X7R et du X7S

Auteur : Benjamin Blume, chef d'équipe Application Engineering Europe et Hank Kang, chef de produit Composants passifs.

Les MLCC (condensateurs céramiques multicouches) les plus courants sur les marchés industriels et automobiles sont dotés d'un TCC (coefficient de température de capacité) largement connu sous le nom de X7R, où le « X » signifie -55 °C, le « 7 » pour +125°C et le « R » pour une tolérance de $\pm 15\%$ sur cette plage de température.

TCC	Plage de température	Tolérance
X7R	-55~125°	C $\pm 15\%$
X7S	-55~125°	C $\pm 22\%$

Avec sa bande de tolérance de changement de capacité plus étroite de $\pm 15\%$, de nombreux ingénieurs concepteurs sélectionneront simplement le produit X7R plutôt que le X7S. Cependant, lors du choix d'un MLCC, il est important de prendre en compte non seulement le TCC, mais également la polarisation CC, à savoir le changement de capacité à la tension continue appliquée. Samsung Electro-Mechanics Co (SEMCO) se concentre sur les solutions MLCC qui offrent de solides performances dans les paramètres TCC et DC-bias. Et même si certains produits X7R offrent une meilleure polarisation CC que le X7S, l'inverse est également vrai, certains MLCC X7S offrant un net avantage.

Un manque de connaissance ?

Alors, comment se fait-il que de plus en plus d'entreprises ne spécifient pas les MLCC X7S ? La réponse, semble-t-il, n'est rien d'autre qu'un manque de connaissance.

Dans l'électronique automobile et industrielle moderne, une intégration plus poussée et une fonctionnalité croissante sont des tendances courantes, qui tendent toutes deux à exiger de plus en plus de capacité. Ici, un MLCC offrant un TCC avec des caractéristiques X7S fournit peut-être une capacité effective plus élevée qu'un MLCC doté d'un TCC avec des attributs X7R (avec la même capacité nominale), car le TCC n'est qu'un facteur qui affecte la capacité. Un autre facteur d'influence majeur est le biais DC.

La polarisation CC est le changement de capacité lorsqu'une tension CC est appliquée aux bornes. Les MLCC doivent gérer la polarisation de tension continue et sont donc également sensibles à ce phénomène. La valeur de la capacité diminue à mesure que la tension continue augmente, ce qui peut affecter négativement de nombreux types de circuits.

Le défi du développement

Les équipementiers peuvent développer des MLCC de plusieurs manières avec des valeurs de capacité plus élevées, la plupart impliquant généralement des améliorations des matériaux céramiques. Par exemple, une granulométrie plus petite permet des couches plus fines, tandis qu'un traitement supplémentaire des grains peut améliorer l'homogénéité et la fiabilité. De plus, un dopage amélioré du matériau peut augmenter la constante diélectrique relative (ϵ_r). Tous ces facteurs peuvent conduire à des valeurs de capacité plus élevées, avec des résultats notables incluant 10 $\mu\text{F}/50\text{ V}$ dans un boîtier 1206. Tous les ingénieurs concepteurs à la recherche d'une solution haute densité et haute efficacité dans un boîtier compact peuvent bénéficier de ce MLCC. Les applications qui exigent une précision, une stabilité et une fiabilité électriques élevées connaîtront des gains, notamment les circuits de dérivation d'alimentation électrique, l'électronique grand public et les équipements de télécommunications.

Pour approfondir, la constante diélectrique relative (parfois appelée permittivité relative) est une mesure de la quantité d'énergie potentielle électrique, sous forme de polarisation induite, stockée dans un volume donné de matériau sous l'action d'un champ électrique. Cependant, l'augmentation de la permittivité relative d'un matériau céramique entraîne un effet secondaire particulier : les utilisateurs peuvent s'attendre à un changement plus important de la permittivité relative avec des conditions de fonctionnement variables, à savoir la tension continue appliquée, le TCC et le temps. En termes simples, assurer la stabilité de la capacité dépend de l'obtention d'un bon équilibre des propriétés MLCC permettant de tirer les meilleures performances de ces conditions d'utilisation.

Perte de capacité

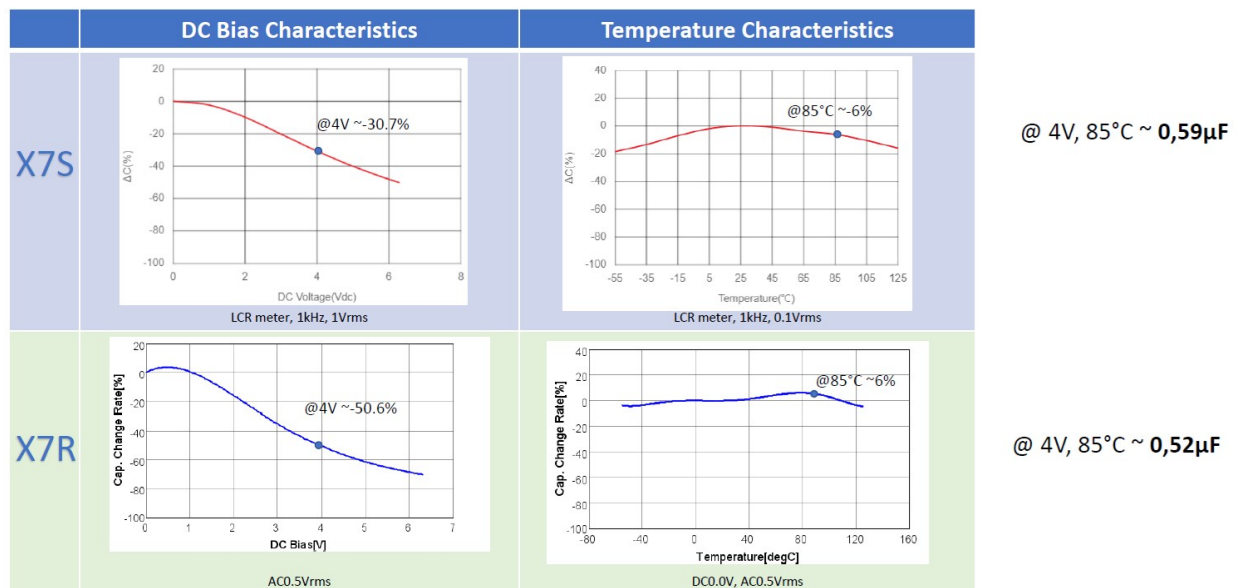
Toutes les formulations MLCC de classe II (y compris X7R et X7S) varient en valeur de capacité en fonction de la tension CC appliquée (polarisation CC), du TCC et du temps (vieillesse). Ce dernier cas, par exemple, se produit lorsque les grains de céramique perdent leur capacité à se réorienter au fil du temps, en grande partie à cause de la nécessité pour les domaines de trouver des états énergétiquement plus stables. Cette stabilisation de domaine entraîne une diminution de la permittivité relative, ce qui se traduit directement par une perte de capacité.

Bien entendu, la plupart des ingénieurs concepteurs savent déjà que la polarisation CC diminue considérablement la capacité effective des MLCC de classe II. Juste pour clarifier, les formulations X7S et X7R sont des céramiques « stables à température constante » qui entrent dans la catégorie des matériaux EIA de classe II. Avec le CTC et le vieillissement, ces trois facteurs dépendent les uns des autres, de sorte que l'amélioration de l'un d'entre eux aura un impact sur l'un ou sur les deux autres facteurs. Le large consensus est que l'amélioration simultanée de la polarisation TCC et DC ne se produira que lorsqu'il y aura une amélioration future du système global de poudre céramique disponible.

X7S : meilleure polarisation DC

Il y a cependant de bonnes nouvelles, puisque SEMCO révèle que ses MLCC X7S actuels peuvent éventuellement offrir une meilleure polarisation CC que leurs homologues X7R. Pour le démontrer, la société a effectué une série de mesures définissant les caractéristiques de performances de polarisation CC d'un SEMCO X7S MLCC et d'un dispositif X7R d'un autre fabricant. En termes de spécifications, les deux étaient des MLCC 1 μF 10 % 6,3 V en format boîtier/boîtier 0402.

Les mesures ont révélé que le SEMCO X7S MLCC présentait un taux de changement de capacité d'environ -30,7 % à 4 V. En comparaison, les autres fournisseurs X7R MLCC ont démontré un taux de changement de capacité nettement plus important, d'environ -50,6 % à 4 V. Comme déjà indiqué, cette amélioration du biais DC a un certain impact sur le TCC. À 4 V et 85 °C, le SEMCO X7S MLCC a enregistré un taux de changement de capacité de -6 %, contre +6 % (à 4 V, 85 °C) pour le MLCC de l'autre fabricant.



Comme le montre le graphique, le SEMCO X7S 1 μF MLCC reste globalement le plus performant, offrant toujours une capacité de 0,59 μF à 4 V, 85°C, contre seulement 0,52 μF pour le X7R.

Faible notoriété sur le marché

Le marché est très familier avec la bande de tolérance du X7R de $\pm 15\%$, ce qui rend difficile son remplacement en tant que technologie préférée sans une analyse approfondie des spécificités du MLCC. Cependant, comme l'ont montré les mesures susmentionnées, lorsque les conditions de travail réelles sont prises en compte (en comparant la polarisation TCC et DC), le X7S MLCC pourrait démontrer une capacité restante plus élevée.

Les facteurs explorés dans cet article sont souvent vrais pour des valeurs de capacité élevées, où la polarisation continue est de plus en plus visible et contribue à réduire la capacité effective. C'est également là que les ingénieurs concepteurs se battent souvent pour chaque nF supplémentaire avec des marges calculées serrées.

Aller de l'avant

Tous les ingénieurs en électronique ou en composants électroniques impliqués dans les marchés automobile, industriel ou autres y gagneront en examinant de plus près le X7S pour leurs exigences MLCC haute capacité. Les résultats présentés par SEMCO démontrent que les MLCC X7S peuvent parfois offrir une polarisation CC nettement meilleure que leurs homologues X7R comparables. Même en tenant compte du TCC, les MLCC X7S se révèlent souvent comme les plus performants dans l'ensemble.

De nombreux développements sont en cours dans la conception des MLCC, les fournisseurs cherchant à répondre aux exigences de plus en plus élevées des ingénieurs de l'industrie électronique moderne. La recherche sur de nouveaux matériaux et les effets de paramètres tels que le biais TCC et DC signifient que la sélection correcte du MLCC dépend dans une large mesure de son application spécifique. Les MLCC X7R et X7S peuvent fournir la solution optimale en fonction des objectifs du projet. Pour les concepteurs souhaitant éviter de céder l'avantage aux concurrents, le message primordial est de ne pas simplement poursuivre les choix historiques du MLCC pour les nouveaux projets, mais d'envisager toutes les options. Les gains disponibles pourraient constituer une surprise enrichissante.

www.samsungsem.com