

# Une approche d'estimation des harmoniques pour des systèmes de puissance via les algorithmes génétiques.

S. Kadri<sup>(1)</sup>, A. Mehaouchi<sup>(2)</sup>

<sup>(1)(2)(3)</sup> Département génie électrique, université Ouargla  
<sup>(1)</sup> [unibatdz@yahoo.fr](mailto:unibatdz@yahoo.fr), <sup>(2)</sup> [amehaouchi@yahoo.fr](mailto:amehaouchi@yahoo.fr)

**Résumé** - Il est montré dans les différents domaines et spécialités l'efficacité des techniques intelligentes, pour cette raison nous avons utilisé l'un de ces techniques pour l'estimation spectrale. On a donné un aperçu de l'algorithme génétique (AG) est tester sur un signal PWM. Les résultats obtenus par cette technique AG comparés à ceux obtenus par les techniques conventionnelles, cette comparaison montre l'efficacité et finesse d'analyse spectrale pour les signaux périodiques.

**Mots clé** -AG, analyse spectrale, PWM, FFT.

## I. INTRODUCTION

Ces dernières années ont vu le développement de techniques intelligentes dans différents domaines. Le besoin de résoudre les problèmes d'optimisation survient dans presque tous les domaines, en particulier celui de l'ingénierie. Il est souvent possible de trouver un algorithme qui fournit une solution approximativement optimale. En électronique de puissance, l'analyse spectrale est un outil nécessaire à la connaissance et la précision de connaître les harmoniques d'un signal, en particulier le fondamentale. Les techniques conventionnelles les plus communément utilisées sont la FFT, la DFT, l'estimation par transformée en Z et l'estimation adaptative [1].

Plusieurs travaux ont été faits un rapport l'évaluation d'ordre (techniques conventionnelles), ces derniers aboutissent aux erreurs dans le spectre. Pour ces raisons nous avons été menés pour développer technique simple et plus flexible et précis. On a choisi l'algorithme génétique pour l'estimation spectrale à cause de sa souplesse et ces caractéristiques et simplicités.

## II. LES AGS :

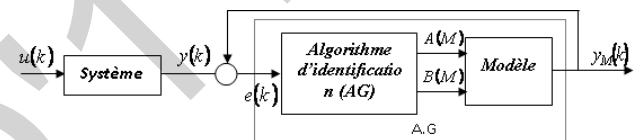
L'évolution biologique a engendré des systèmes vivants extrêmement complexes. Elle est le fruit d'une altération progressive et continue des êtres vivants au cours des générations, basée sur la théorie darwinienne. C'est au début des années 1960 que John Holland de l'Université du Michigan a commencé à s'intéresser à ce qui allait devenir les algorithmes génétiques. Ses travaux ont trouvé un premier aboutissement en 1975 avec la publication de *Adaptation in Natural and Artificial System* [2][3][4].

Un AG est une procédure d'exploration très puissante fondée sur les mécanismes de la sélection naturelle et de la génétique. Il est capable de localiser rapidement des solutions satisfaisantes pour des problèmes d'optimisation difficiles et complexes. Les procédures qui sont à la base de cette discipline sont, dans leur ensemble, simples et faciles[5].

## III. L'AG UTILISE :

- Une population d'individus, où chacun d'eux représente une solution potentielle du problème à optimiser ;
- Une procédure de sélection pour déterminer les individus susceptibles de se reproduire en se basant sur le critère de la sélection naturelle : la survie est pour les individus les mieux adaptés ;
- Des opérateurs génétiques (reproduction, croisement et mutation) pour engendrer de nouveaux individus.

### a. MODELE DU SYSTEME :



Sachant que :

$$y_M(i) = A(0) + \sum_{n=1}^{N-1} [A(n) \cdot \cos(2\pi n f_0 i T_e) + B(n) \cdot \sin(2\pi n f_0 i T_e)]$$

### ALGORITHME PROPOSE :

L'algorithme proposé est basé sur le codage réel, la population initiale, et la fonction d'optimisation pour chaque paramètre (An et Bn).

Nous pouvons déduire la population initiale pour les paramètres (An, Bn) d'un signal périodique par l'utilisation du théorème de parseval.

Sachant que :

$$P = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} y(n)^2 = A(0)^2 + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N/2} [A(n)^2 + B(n)^2]$$

Donc mathématiquement on déduit que :

$$\begin{cases} A(0)^2 \leq P \\ A(n)^2 \leq 2.P \\ B(n)^2 \leq 2.P \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -\sqrt{P} \leq A(0) \leq \sqrt{P} \\ -\sqrt{2.P} \leq A(n) \leq \sqrt{2.P} \\ -\sqrt{2.P} \leq B(n) \leq \sqrt{2.P} \end{cases}$$

De cette dernière expression on peut conclure deux possibilités de la population initiale pour les paramètres du signal :

1. Pour A(0) :

$$Pop_0 = [-\sqrt{P}, \sqrt{P}]$$

$$\varepsilon_0 = \frac{2 \cdot \sqrt{P}}{N_d}$$

2. Pour A(n) où B(n),  $n \neq 0$  on a :

$$Pop_0 = [-\sqrt{2.p}, \sqrt{2.p}]$$

$$\varepsilon_0 = \frac{2.\sqrt{2.p}}{N_d}$$

b. FONCTION D'OPTIMISATION :

L'algorithme génétique est un algorithme d'optimisation globale, et comme nous avons trois types de paramètre  $A(0), A(k), B(k)$ , on va avoir trois type de fonction d'optimisation c'est-à-dire que pour chaque paramètre a sa propre fonction d'optimisation.

↳ POUR A(0) :

$$f_0 = \frac{1}{N_e} \sum_{n=0}^{N-1} (S(n) - I_p^g)^2$$

↳ POUR A(k) :

$$f_1^k = \frac{1}{N_e} \sum_{n=0}^{N-1} (S(n) - I_p^g \cdot \cos(2\pi k f_0 n T_e))^2$$

↳ POUR B(k) :

$$f_2^k = \frac{1}{N_e} \sum_{n=0}^{N-1} (S(n) - I_p^g \sin(2\pi k f_0 n T_e))^2$$

Chaque fonction d'optimisation nous aide à trouver les individus les plus proches de la valeur exacte du paramètre.

c. PARTIE PROGRAMMATION :

On peut regrouper la programmation en 6 phases principales de programme :

1. Calcul de la puissance moyenne pour identifier la population initiale (l'intervalle).
2. Identifier les individus de cette population.
3. Calculer la fonction d'optimisation pour chaque individu.
4. Identifier l'individu qui a une fonction d'optimisation minimale
5. Donner la nouvelle population (nouvel intervalle).
6. Retour a la phase 2 si la tolérance n'est pas atteinte, si non fin.

IV. RESULTATS :

1. Etude théorique :

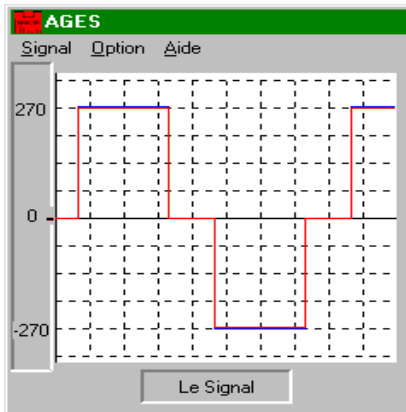


Figure 01 : signal de l'exemple à tester

La décomposition de série de Fourier donne :

$$A(n) = 0, \quad \forall n$$

$$B(n) = 0, \quad n \text{ paire}$$

$$B(n) = 270 \frac{4}{n\pi} \cos\left(\frac{n\pi}{6}\right), \quad n \text{ impair}$$

On présente les résultats des 15 premiers paramètres harmoniques avec une tolérance de 0,1:

n	An	Bn
0	0	0
1	0	297.7102039
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	-59.5050118
6	0	0
7	0	-42.4788261
8	0	0
9	0	0
10	0	0
11	0	26.98127048
12	0	0
13	0	22.80364789
14	0	0
15	0	0

Figure.2. Résultats de calcul

2. Résultat graphique :

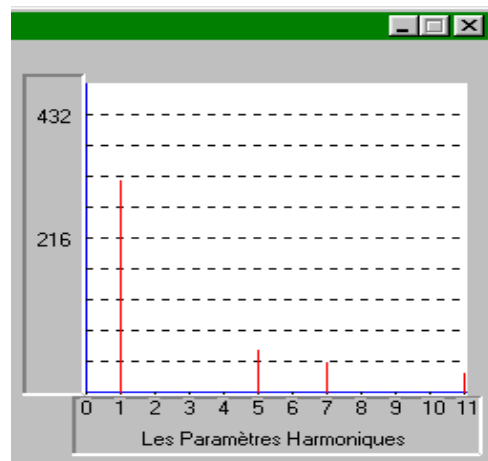


Figure.03. Paramètres Harmoniques

**a. La Fondamental :**

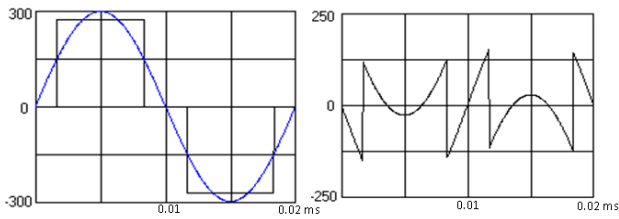


Figure.04. Extraction du fondamental et signal restant

**b. Harmonique 2 :**

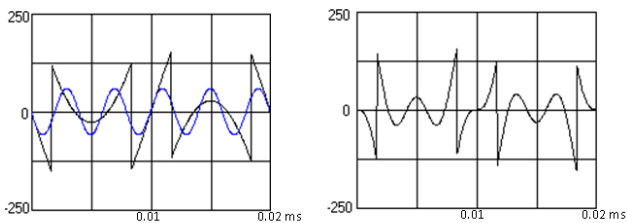


Figure.05. Extraction du 2<sup>ème</sup> harmonique et le signal restant après cette extraction.

**c. Harmonique 3 :**

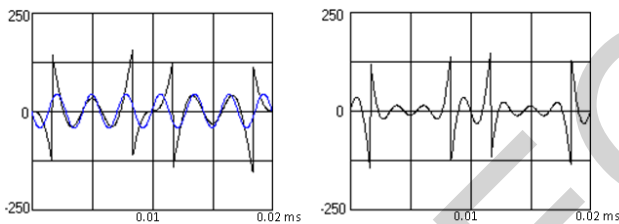


Figure.06. Extraction du 3<sup>ème</sup> harmonique et le signal restant après cette extraction.

**d. Harmonique 4 :**

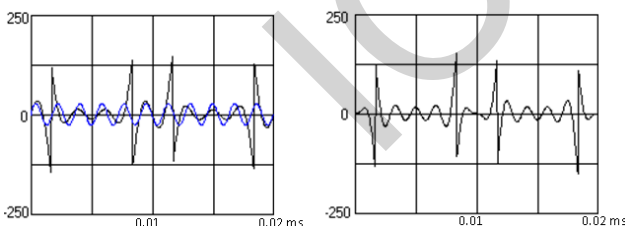


Figure.07. Extraction du 4<sup>ème</sup> harmonique et le signal restant après cette extraction.

**e. Harmonique 5 :**

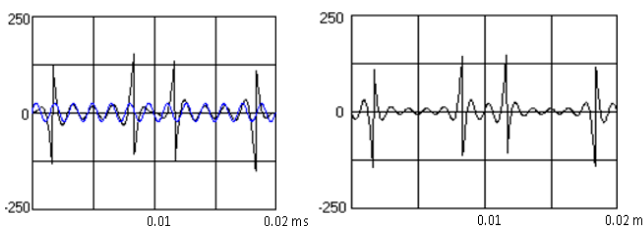


Figure.08. Extraction du 5<sup>ème</sup> harmonique et le signal restant après cette extraction.

**f. Etude comparative :**

Afin d'évaluer les performances de notre méthode, nous avons procédé à une étude comparative avec d'autres techniques spectrales.

harmonique	Calcul		FFT		z-Transformé		Ident. Adap.		A.G	
	Freq	A	Freq	A	Freq	A	Freq	A	Freq	A
1	50	297,7	50	209	49,9	291	50	297	50	297,7
5	250	59,54	250	42,5	249	59,2	250	60,2	250	59,51
7	350	42,53	350	29,3	349	40,4	350	43,3	350	42,47

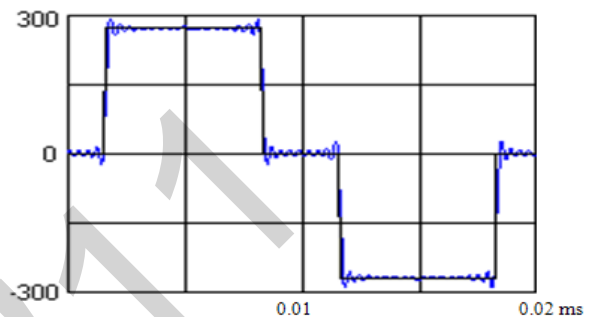


Figure.06. Reconstitution du signal par les harmoniques obtenues par AG (AGES), et comparaison avec le signal analysé.

**V. CONCLUSION :**

Cet article présente une nouvelle technique pour l'estimation spectrale basé sur l'algorithme génétique. Les solutions proposées ont amélioré les performances et minimisé l'erreur grâce au double aspect souplesse et simplicité réalisés par les AGs. De plus, la possibilité d'explorer plusieurs solutions en même temps.

La structure et le principe de fonctionnement de l'AG permet d'assurer une convergence vers la meilleure estimation. Les différents tests ont permis d'obtenir des résultats satisfaisants comparativement aux différentes techniques d'estimation spectrale. Ces résultats nous ont confirmé les capacités puissantes d'approximation et de traitement que possèdent les AGs.

**VI. REFERENCES :**

- [1] F. Krim, «exact PWM waveforms analysis using a novel identification-based Technique», 9th international conference and exhibition on power electronics and motion control, EPE-PEMC 2000 Kosice, Volume 3, pp 136-139, Slovak Republic, 2000.
- [2] Anne Spalanzani, « Algorithmes évolutionnaires pour l'étude de la robustesse des systèmes de reconnaissance automatique de la parole », Université Joseph Fourier - Grenoble I, Thèse de doctorat soutenue 28 Octobre 1999
- [3] G. Legault, « Un Algorithme génétique pour la conception topologique de Réseaux téléinformatique à commutation de Paquets », Mémoire de Maîtrise en mathématique, Université du Québec à Montréal, 1994.
- [4] L. Tamine, M. Boughanem, « Un algorithme génétique spécifique à une reformulation multi-requêtes dans un système de recherche » Université Paul Sabatier, Toulouse, CEPAD 2001.