

ΕΠΤΑ ΟΛΕΘΡΙΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ

Σφάλματα και αποτυχίες μπορούν να συμβούν οποιαδήποτε στιγμή και σε οποιονδήποτε. Για διάφορους λόγους (κούραση, απώλεια συγκέντρωσης, άγχος, κλπ.), και ο πιο έμπειρος και καταρτισμένος μηχανικός (ή επιστήμονας ή επαγγελματία) μπορεί να σφάλει μια ή περισσότερες στιγμές στην καριέρα του.

Σκοπός της λίστας που ακολουθεί είναι να αποφευχθούν σφάλματα και κακές επιλογές στη διάρκεια των εξετάσεων του μαθήματος με απώτερο στόχο να εντυπωθούν αυτά τα σφάλματα και για μελλοντική αποφυγή τους όχι μόνο στα πλαίσια του μαθήματος αλλά και στην εφαρμογή της θεωρίας κυκλωμάτων σε μετέπειτα μαθήματα και κατά την άσκηση του επαγγέλματος.

Τα σφάλματα που περιλαμβάνονται στη λίστα είναι αυτά που εμφανίζονται πιο συχνά στις εξετάσεις (τα παραδείγματα είναι όλα από γραπτά παλαιότερων ετών) και αποκαλύπτουν σοβαρότατες αδυναμίες ενώ η μελέτη τους μπορεί να διορθώσει λανθασμένες αντιλήψεις και να συμπληρώσει κενά από το διάβασμα.

[Σφάλμα 1: Λάθος στα δεδομένα](#)

[Σφάλμα 2: Λάθος σε στοιχειώδη μετασχηματισμό](#)

[Σφάλμα 3: Διαφορετικές συχνότητες στη μόνιμη ημιτονοειδή κατάσταση](#)

[Σφάλμα 4: Σύγχυση μεταξύ \$j\omega\$ και τελεστή \$D\$](#)

[Σφάλμα 5: Διαφορική εξίσωση στη μόνιμη ημιτονοειδή κατάσταση](#)

[Σφάλμα 6: Σύγχυση πεδίων χρόνου και συχνότητας](#)

[Σφάλμα 7: Μη έλεγχος και ερμηνεία των αποτελεσμάτων](#)

Σημ.: Στη συνέχεια η λέξη «κύκλωμα» υπονοεί γραμμικό, χρονικά αμετάβλητο κύκλωμα.

ΣΦΑΛΜΑ 1: ΛΑΘΟΣ ΣΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Καθώς ξαναγράφουμε το κύκλωμα που μας δόθηκε ή που εμείς μόλις συνθέσαμε για να το μελετήσουμε πιο διεξοδικά, κάνουμε λάθος στη συνδεσμολογία ή στο είδος του στοιχείου, ή στην τιμή κάποιου στοιχείου.

Είναι πιθανό αντιγράφοντας το σχέδιο, που ίσως έχει γίνει πρόχειρα με το χέρι, να μπερδέψουμε έναν αντιστάτη με έναν επαγωγό, ή το 100 Ω με 1000, κλπ.

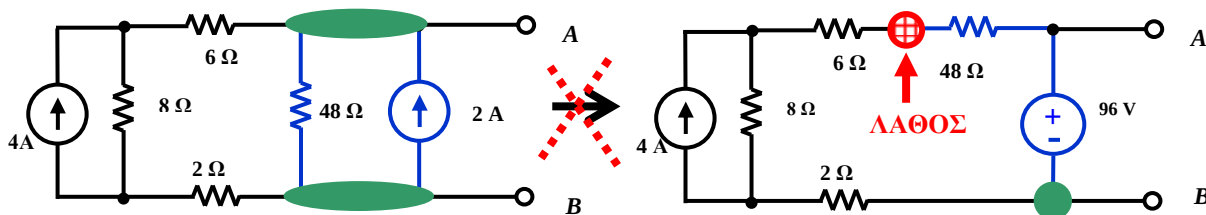
ΑΠΟΦΥΓΗ: Απλά συγκεντρωνόμαστε σ' αυτό που κάνουμε. Δουλεύουμε όταν είμαστε ξεκούραστοι (π.χ. δεν ξενυχτάμε, διαβάζοντας ή όχι, ενώ έχουμε εξετάσεις το επόμενο πρωί...) και στην επαγγελματική ζωή δεν ασχολούμαστε με σοβαρά και απαιτητικά προβλήματα όταν δεν είμαστε σε κατάλληλη σωματική και ψυχική κατάσταση.

ΣΦΑΛΜΑ 2: ΛΑΘΟΣ ΣΕ ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ

Στην ανάλυση κυκλωμάτων, οι μετασχηματισμοί σε ισοδύναμα κυκλώματα κυριολεκτικά «μας λύνουν τα χέρια» σε περίπλοκα προβλήματα. Για να γίνει όμως σωστά ο μετασχηματισμός πρέπει:

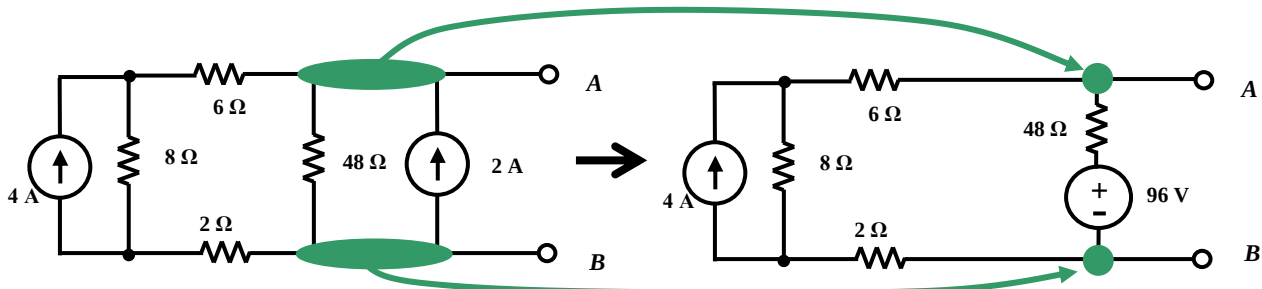
1. να εφαρμοστεί όταν πληρούνται οι αναγκαίες συνθήκες και προϋποθέσεις
2. να εκτελεστεί με τον σωστό τρόπο, όπως προδιαγράφει η σχετική θεωρία.

Ένα παράδειγμα κακής εφαρμογής είναι ίσως πιο εύγλωττο: Στο πιο κάτω κύκλωμα, θέλουμε να μετασχηματίσουμε τον παράλληλο συνδυασμό αντιστάτη και πηγής ρεύματος σε αντίστοιχο συνδυασμό αντιστάτη και πηγής τάσης σε σειρά.



Η κόκκινη τελεία πρέπει να είναι συνδεδεμένη με το σημείο Α.

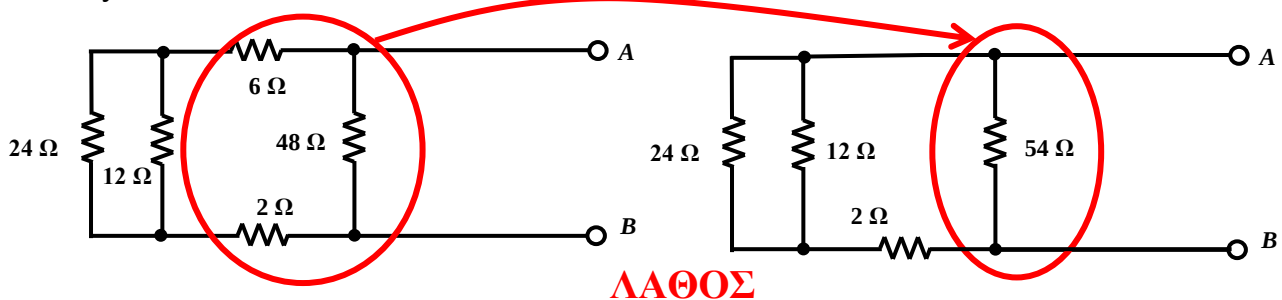
Τα πράσινα βέλη δείχνουν τη σωστή «μετάβαση» που φαίνεται αμέσως πιο κάτω:



Το λάθος οφείλεται μάλλον στην «τυφλή» εφαρμογή της ισοδυναμίας με εντελώς σχηματικό τρόπο, δηλαδή ο αντιστάτης σε ορθή γωνία με την πηγή τάσης, όπως συνήθως απεικονίζεται όταν παρουσιάζεται στη θεωρία χωρίς την παρουσία άλλων στοιχείων.

Το λάθος αποφεύγεται αν έχει κατανοηθεί η θεμελίωση της ισοδυναμίας (στη βάση του μαύρου κουτιού) και η σημασία των ακροδεκτών από τους οποίους «βλέπουμε» τον συνδυασμό που θέλουμε να μετασχηματίσουμε.

Άλλο παράδειγμα κακής εφαρμογής όπου αναζητούμε την ισοδύναμη αντίσταση από τους ακροδέκτες Α και Β:



Πρέπει απολύτως να σεβαστούμε τα σημεία Α και Β γιατί από αυτά «βλέπουμε» το κύκλωμα.

Στο πιο πάνω κύκλωμα, ο συγκεκριμένος μετασχηματισμός που περιλαμβάνει τους αντιστάτες των 48 Ω και 6 Ω, απλά δεν είναι δυνατός διότι οι δυο αντιστάτες δεν (θα) διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα όταν το κύκλωμα δεχθεί μια διέγερση.

ΣΦΑΛΜΑ 3: ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΣΤΗ ΜΟΝΙΜΗ ΗΜΙΤΟΝΟΕΙΑΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Ίσως το πιο συνηθισμένο πρόβλημα στη θεωρία κυκλωμάτων είναι ένα κύκλωμα που δέχεται ημιτονοειδή διέγερση και μας ενδιαφέρει η ανάλυσή του στη μόνιμη κατάσταση, δηλαδή μετά το τέλος του μεταβατικού φαινομένου. Για να διαπιστώσουμε τι ακριβώς συμβαίνει στη μόνιμη κατάσταση χρειάζεται να προσδιορίσουμε τη μερική λύση της διαφορικής εξίσωσης που διέπει το κύκλωμα που εξετάζουμε. Για τη λύση αυτού του προβλήματος έχει εισαχθεί η μέθοδος των φασόρων (στρεφομένων διανυσμάτων), που μας διευκολύνει πάρα πολύ γιατί μετατρέπει ένα πρόβλημα που κανονικά απαιτεί τη λύση της διαφορικής εξίσωσης σε ένα απλό αλγεβρικό πρόβλημα, που όμως εμπλέκει μιγαδικούς αριθμούς.

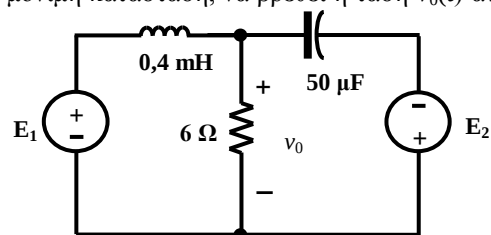
Προβλήματα εμφανίζονται στην κατανόηση του τι συμβαίνει όταν η διέγερση δεν αποτελείται από πηγές μιας και μόνο συχνότητας. Γίνεται εύκολα κατανοητό από όλους όσοι έχουν κάνει έστω και πρόχειρο διάβασμα, ότι σε περίπτωση που η διέγερση περιλαμβάνει πάνω από μια συχνότητα, εφαρμόζουμε την αρχή (γενικό θεώρημα) της επαλληλίας ή υπέρθεσης.

Κανονικά, στο πλαίσιο της αρχής της επαλληλίας επαναλαμβάνουμε την ανάλυση εμπλέκοντας κάθε φορά μόνο τις πηγές που έχουν ίδια συχνότητα και στο τέλος προσθέτουμε τα αποτελέσματα (ΠΡΟΣΟΧΗ: στο πεδίο του χρόνου μόνο! Βλ. [Σφάλμα 4](#)). Όμως, αυτό που συμβαίνει συχνά είναι μια κακή εφαρμογή αυτής της αρχής. Να ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα ([εξετάσεις Φεβρ. 2005](#)):

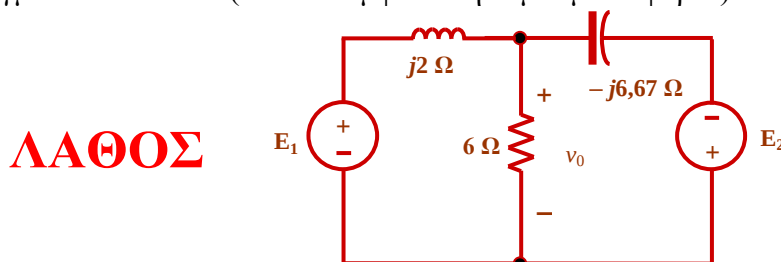
Στο πιο κάτω κύκλωμα, που λειτουργεί σε μόνιμη κατάσταση, να βρεθεί η τάση $v_0(t)$ αν για τις πηγές τάσης ισχύει

$$E_1(t) = 10 \cos(5000t + 53,13^\circ) \text{ V}$$

$$E_2(t) = 8 \sin(3000t) \text{ V}$$



Για τη λύση του προβλήματος, στα περισσότερα γραπτά η μέθοδος της επαλληλίας επιλέχθηκε (πολύ σωστά) σαν καλύτερη στρατηγική. Στην υλοποίηση όμως υπήρξαν διάφορες αστοχίες με κύριο παράδειγμα το ακόλουθο (που δεν εμφανίστηκε μια μόνο φορά!):



Ο συνάδελφός σας υπολόγισε για τη σύνθετη αντίσταση του επαγωγού: $j \times 5000 \times 0,4 \times 10^{-3} = j2 \Omega$ και για τη σύνθετη αντίσταση του πυκνωτή: $1/(j \times 3000 \times 50 \times 10^{-6}) = -j6,67 \Omega$. Και οι δυο τιμές είναι σωστές για την αντίστοιχη συχνότητα, αλλά η ταυτόχρονη συνύπαρξή τους είναι εσφαλμένη!!

Το πρόβλημα εδώ είναι ότι ο συνάδελφός σας έχει σχηματίσει την εντύπωση ότι η συχνότητα της πηγής επηρεάζει μόνο τα στοιχεία που εφάπτονται με αυτήν και πιστεύει ότι η ανάλυση μπορεί να γίνει σε ένα μοναδικό βήμα.

ΑΠΟΦΥΓΗ: Πρέπει να θυμόμαστε ότι οι σύνθετες αντιστάσεις (ή αγωγιμότητες) είναι ΠΑΝΤΑ συνδεδεμένες με μια συχνότητα (θυμηθείτε π.χ. τον τύπο για τον επαγωγό: $j\omega L$, περιλαμβάνει το ω , δηλαδή τη συχνότητα λειτουργίας). *Αν αλλάξει η συχνότητα, θα αλλάξει και η σύνθετη αντίσταση.*

Πρέπει επίσης να εφαρμόζουμε σωστά και με την πλήρη διαδικασία τις γενικές αρχές. Στην επαλληλία, πρέπει να εξουδετερώσουμε τις πηγές με διαφορετικές συχνότητες από αυτή που μας ενδιαφέρει. Αυτό γίνεται βραχυκυκλώνοντας τις πηγές τάσης και ανοιχτοκυκλώνοντας τις πηγές ρεύματος. Τότε μόνο μπορούμε να είμαστε σίγουροι ότι η ανάλυση αντιστοιχεί στη συχνότητα που μας ενδιαφέρει.

ΣΦΑΛΜΑ 4: ΣΥΓΧΥΣΗ ΠΕΔΙΩΝ ΧΡΟΝΟΥ ΚΑΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

Ο μετασχηματισμός στο πεδίο συχνότητας, που υλοποιείται με τη μέθοδο των φασόρων και γενικεύεται σαν μετασχηματισμός Laplace στα «Κυκλώματα ΙΙ» μας παρέχει τη δυνατότητα να λύνουμε κάποια προβλήματα με μεγάλη ευκολία καθώς μετατρέπει ένα πρόβλημα με διαφορική εξίσωση σε πολύ απλούστερο αλγεβρικό. Χρειάζεται όμως να συνειδητοποιούμε και σε ποιο πεδίο θα δώσουμε τις απαντήσεις που έχουν ζητηθεί.

Όταν η ερώτηση αφορά κάποια τάση ή ρεύμα σε κλάδο κυκλώματος που δέχεται ημιτονοειδή διέγερση και βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση, η απάντηση πρέπει οπωσδήποτε να περιλαμβάνει τη συχνότητα λειτουργίας. Επειδή όμως όλη η ανάλυση γίνεται με τη μέθοδο των φασόρων η τελική απάντηση, που ίσως επιτυγχάνεται με πολύ κόπο ή άγχος) δίνεται σε μορφή φάσορα γιατί έχει ξεχαστεί ο αρχικός στόχος.

Να ένα **παράδειγμα**: εμφανίζεται συχνά το φαινόμενο να προστίθενται οι λανθασμένες ποσότητες, ή, για την ακρίβεια, οι σωστές ποσότητες αλλά σε λάθος μορφή. Ας δούμε το πρόβλημα-παράδειγμα που εμφανίστηκε και στο [Σφάλμα 3](#) πιο πάνω (από την [εξέταση Φεβρ. 2005](#)):

Υπολογίζουμε με επαλληλία:

I. Συχνότητα 5000 rad/s (E_2 εξουδετερωμένη):

$$\mathbf{V}_0^{5000} = 15,691 + j5,54 = 16,64 \angle 19,44^\circ$$

II. Συχνότητα 3000 rad/s (E_1 εξουδετερωμένη):

$$\mathbf{V}_0^{3000} = 0,4055 + j1,6633 = 1,712 \angle 76,3^\circ$$

Η **σωστή** συνέχεια είναι ότι από την επαλληλία θα έχουμε

$$v_0(t) = \operatorname{Re} \mathbf{V}_0^{5000} e^{j5000t} + \mathbf{V}_0^{3000} e^{j3000t} = \operatorname{Re} 16,64 \angle 19,44^\circ e^{j5000t} + 1,712 \angle 76,3^\circ e^{j3000t}$$

$$\Rightarrow v_0(t) = 16,64 \cos 5000t + 19,44^\circ + 1,712 \cos 3000t + 76,3^\circ$$

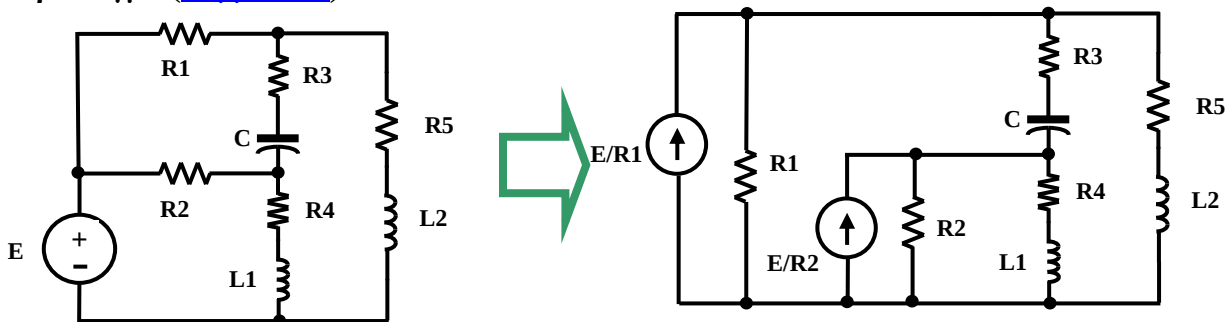
Πολλοί συνάδελφοί σας, πιστεύοντας ότι μπορούν να προσθέσουν τις δυο τάσεις (ίσως απλά και μόνο επειδή αυτό είναι δυνατό και τους «έμοιαζε σωστό»), υπολόγισαν και παρουσίασαν σαν τελικό αποτέλεσμα το άθροισμα $\mathbf{V}_0^{5000} + \mathbf{V}_0^{3000}$ που δεν έχει κανένα (ηλεκτρολογικό) νόημα: ναι μεν έχουμε δυο διανύσματα αλλά στρέφονται με διαφορετικές «ταχύτητες» (παραβίαση του βασικού θεωρήματος).

ΑΠΟΦΥΓΗ: Πρέπει να έχουμε στο μυαλό μας τη «μεγάλη εικόνα», δηλαδή, στη συγκεκριμένη περίπτωση, τον αρχικό μας στόχο. Αν έχουμε ξεκαθαρίσει ότι «κυνηγάμε» ένα σήμα, δηλ. μια συνάρτηση του χρόνου, ποτέ δεν θα μπούμε στον πειρασμό να παρουσιάσουμε μια μιγαδική ποσότητα για τελική απάντηση. Επίσης, αν είχαμε κατανοήσει σωστά τη μέθοδο των φασόρων, και προσπαθούσαμε να «μεταφράσουμε» ένα λανθασμένο αποτέλεσμα όπως το $\mathbf{V}_0^{5000} + \mathbf{V}_0^{3000}$ σε συνάρτηση του χρόνου, θα «σκοντάφταμε» στο ποια συχνότητα εμπλέκεται και θα συνειδητοποιούσαμε το λάθος μας.

ΣΦΑΛΜΑ 5: ΣΥΓΧΥΣΗ ΜΕΤΑΞΥ $j\omega$ ΚΑΙ ΤΕΛΕΣΤΗ D

Στην ανάλυση με τις τεχνικές των κομβικών τάσεων ή των βροχικών εντάσεων, χρησιμοποιείται η μέθοδος της απευθείας κατασκευής του αντίστοιχου γραμμικού συστήματος που εύκολα και γρήγορα μας προετοιμάζει τον δρόμο για τη λύση. Η δομή του πίνακα στο σύστημα αυτό, είναι εντελώς ίδια, είτε λύνουμε ένα πρόβλημα που αφορά μόνο τη μόνιμη ημιτονοειδή κατάσταση, είτε λύνουμε ένα πρόβλημα που περιλαμβάνει και τα μεταβατικά φαινόμενα. Η μόνη διαφορά είναι ότι στην πρώτη περίπτωση εμφανίζεται η ποσότητα $j\omega$ ενώ στη δεύτερη εμφανίζεται ο τελεστής D .

Παράδειγμα ([Φεβρ. 2004](#)):



$$\begin{pmatrix} G1 + \frac{1}{R3 + \frac{1}{CD}} + \frac{1}{R5 + L2 D} & -\frac{1}{R3 + \frac{1}{CD}} \\ -\frac{1}{R3 + \frac{1}{CD}} & G2 + \frac{1}{R3 + \frac{1}{CD}} + \frac{1}{R4 + L1 D} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E/R1 \\ E/R2 \end{pmatrix}$$

Και **ΜΟΝΟ** αν το E είναι ημιτονοειδούς μορφής και ενδιαφερόμαστε αποκλειστικά για τη μόνιμη κατάσταση, θα είχαμε:

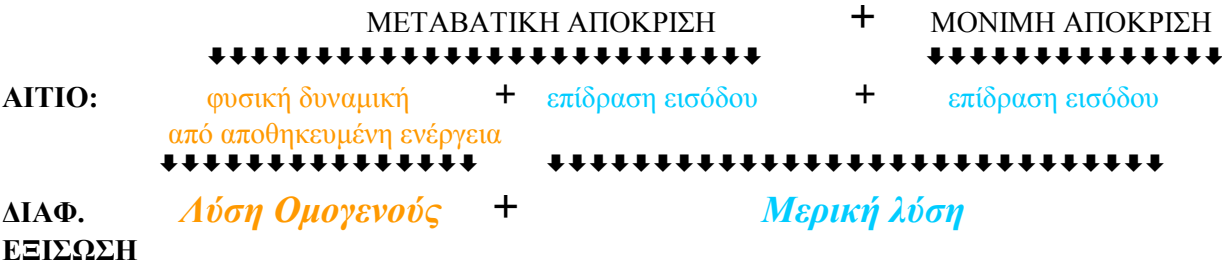
$$\begin{pmatrix} G1 + \frac{1}{R3 + \frac{1}{jC\omega}} + \frac{1}{R5 + jL2\omega} & -\frac{1}{R3 + \frac{1}{jC\omega}} \\ -\frac{1}{R3 + \frac{1}{jC\omega}} & G2 + \frac{1}{R3 + \frac{1}{jC\omega}} + \frac{1}{R4 + jL1\omega} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E/R1 \\ E/R2 \end{pmatrix}$$

Η λύση του πρώτου συστήματος θα καταλήξει σε μια διαφορική εξίσωση (που πρέπει να λυθεί στη συνέχεια) ενώ το δεύτερο σύστημα, που είναι αλγεβρικό, θα μας δώσει τη φασορική μορφή των v_1 και v_2 , που πρέπει στη συνέχεια να μεταφέρουμε στο πεδίο του χρόνου (βλ. [Σφάλμα 4](#)).

ΑΠΟΦΥΓΗ: Με λίγη προσοχή διαπιστώνουμε κατά πόσο το πρόβλημα εμπλέκει απλά και μόνο μόνιμη ημιτονοειδή κατάσταση (οπότε χρειαζόμαστε μόνο το $j\omega$) ή περιλαμβάνει και το μεταβατικό στάδιο (οπότε απαιτείται ο τελεστής D). Απαιτείται λοιπόν κατανόηση της διαφοράς μεταξύ της απόκρισης μόνιμης κατάστασης και της απόκρισης που περιλαμβάνει και μεταβατικό στάδιο. Επίσης, ας κάνουμε τον κόπο να προσέξουμε το είδος της διέγερσης: **αν δεν είναι ημιτονοειδής τότε δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το $j\omega$** . Αν η είσοδος είναι ημιτονοειδές σήμα και διερευνούμε μόνο τη μόνιμη κατάσταση μπορούμε, και μόνο τότε, να χρησιμοποιήσουμε το $j\omega$.

Στα προβλήματα που το ενδιαφέρον μας επικεντρώνεται αποκλειστικά και μόνο στη μόνιμη κατάσταση (συνήθως την ημιτονοειδή αλλά ισχύει και για άλλες διεγέρσεις), το κύκλωμα λειτουργεί (δηλαδή δεν είναι «νεκρό») αλλά ο φυσικός μηχανισμός που προκαλεί τη λειτουργία αυτή έχει πάψει να υφίσταται μεταβολές και έχει περιέλθει σε μια κατάσταση από την οποία δεν μπορεί να ξεφύγει (αν δεν αλλάξει κάτι, π.χ. η μορφή της διεγερσης). Δηλαδή έχει περατωθεί το στάδιο των μεταβατικών φαινομένων καθώς η προϋπάρχουσα αποθηκευμένη ενέργεια έχει καταναλωθεί και έτσι έχει πάψει να επηρεάζει τη λειτουργία του κυκλώματος και η αλληλεπίδρασή της με την είσοδο έχει επίσης εκλείψει. Αυτή η μορφή δίνεται από τη μερική λύση (πιθανόν από κάποιο τμήμα της μόνο) της διαφορικής εξίσωσης που αναπαριστά το κύκλωμα. Ας θυμηθούμε το παρακάτω διάγραμμα, που τα λει όλα:

Πλήρης απόκριση (AMΔ + AMK):



Στην ειδικότερη (αλλά πανταχού παρούσα) περίπτωση της μόνιμης ημιτονοειδούς κατάστασης, αυτό εκφράζεται με το ότι η λύση μπορεί εύκολα να βρεθεί με την αλγεβρική μέθοδο των φασόρων. Φυσικά, η λύση μπορεί και πάλι να βρεθεί με τη βοήθεια μιας διαφορικής εξίσωσης ακολουθώντας τη συνηθισμένη διαδικασία, αλλά αυτό θα ήταν μια μεγάλη σπατάλη χρόνου και προσπάθειας όταν η μέθοδος των φασόρων μπορεί εύκολα και γρήγορα να δώσει τη λύση. (Και μη ξεχνάμε, ότι όσο πιο επιμήκης ή περίπλοκος ο υπολογισμός τόσο πιο μεγάλη η πιθανότητα για σφάλμα).

Ετσι λοιπόν, αν σε ένα πρόβλημα που αφορά μόνιμη ημιτονοειδή κατάσταση (ΜΗΚ) κάποιος αρχίζει τη λύση σχηματίζοντας τη διαφορική εξίσωση του κυκλώματος, τυπικά δεν σφάλλει (γιατί και αυτός ο δρόμος θα οδηγήσει τελικά στη λύση) αλλά σπαταλάει χρόνο ανακαλύπτοντας ξανά τον τροχό (γιατί με κάποια θεία έμπνευση ίσως αναπτύξει από την αρχή τη μέθοδο των φασόρων!).

ΣΦΑΛΜΑ 7: ΜΗ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στο επάγγελμα του μηχανικού η βεβαιότητα είναι πάντα η εξαίρεση και σε ελάχιστες περιπτώσεις μπορούμε να είμαστε εκ των προτέρων σίγουροι για κάτι. Μια από τις περιπτώσεις βεβαιότητας είναι η λύση κυκλωμάτων στα οποία δεν εμπλέκεται ανάδραση. Επειδή η έννοια της ανάδρασης δεν έχει παρουσιαστεί ακόμα, ας πούμε εντελώς περιγραφικά ότι είναι κάτι σαν τον γνωστό «μικροφωνισμό»: όταν απευθυνόμαστε σε ένα πλήθος χρησιμοποιούμε μια μικροφωνική εγκατάσταση όπου ένας ενισχυτής πολλαπλασιάζει την ισχύ της φωνής μας και τη μεταφέρει σε μεγάφωνα. Όταν ο ομιλητής βρίσκεται αρκετά κοντά στα μεγάφωνα, το σήμα που συλλαμβάνει το μικρόφωνο δεν είναι μόνο η φωνή αλλά και η έξοδος των μεγαφώνων. Το κατά κανόνα δυνατό αυτό σήμα από τα μεγάφωνα ενισχύει ο πάντα πρόθυμος ενισχυτής, οπότε το μικρόφωνο παραλαμβάνει ακόμα πιο δυνατό σήμα, που ξαναενισχύεται από τον ενισχυτή κοκ., κι έτσι σύντομα έχουμε το γνωστό ενοχλητικό σφύριγμα της παραμόρφωσης. Αυτή είναι μια περίπτωση **αστάθειας** όπου το πλάτος κάποιου σήματος αυξάνεται χωρίς όριο (μαθηματικά) αλλά πρακτικά είτε καίγεται κάποιο εξάρτημα ή κάποιος παρεμβαίνει για να σταματήσει τη λειτουργία της (μάλλον καπνίζουσας) συσκευής οπότε η εκθετική αύξηση διακόπτεται.

Στα κυκλώματα όπου δεν υπάρχει ανάδραση, όπως συμβαίνει στα «Κυκλώματα Ι», δεν υπάρχει περίπτωση τέτοιας αστάθειας. Αν λοιπόν η μαθηματική ανάλυση δώσει δείγματα αστάθειας, κυρίως με τη μορφή θετικού εκθέτη σε κάποιο εκθετικό, τότε μπορούμε με βεβαιότητα να πούμε ότι κάπου στραβοπατήσαμε (που είναι πολύ εύκολο, ένα απλό πρόσημο κάνει όλη τη διαφορά κι αυτό μπορεί να προκύψει από άτσαλο γράψιμο ενώ ο υπολογισμός είναι σωστός).

ΑΠΟΦΥΓΗ: Έλεγχος των ενδιάμεσων αποτελεσμάτων σε τακτά χρονικά διαστήματα, δηλαδή στο τέλος κάθε φάσης δουλειάς. Π.χ. σε ένα κύκλωμα δεύτερης τάξης, μόλις υπολογίσουμε τις ρίζες της χαρακτηριστικής εξίσωσης ας βεβαιωθούμε ότι δεν είναι θετικές ή ότι έχουν μη θετικό πραγματικό μέρος αν είναι μιγαδικές. Αν αυτό δεν συμβαίνει, πρέπει να σταματήσουμε αμέσως και να κοιτάξουμε προς τα πίσω για να ανακαλύψουμε που έγινε το λάθος. Συνήθως διαπιστώνουμε ότι κάποιο αριθμητικό λάθος έχει αλλάξει όχι μόνο το πρόσημο αλλά και την τιμή της ρίζας.

Πιο γενικά, αυτοί οι έλεγχοι ορθότητας σε κάθε βήμα, χωρίς να είναι χρονοβόροι ή δύσκολοι, αν πραγματοποιηθούν δίνουν μια σιγουριά ότι όλα πάνε καλά. Ανεκτίμητος είναι και ο τελικός έλεγχος που περιλαμβάνει την **επαλήθευση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων**, σε όσο βαθμό είναι αυτό δυνατό. Για παράδειγμα, σε ένα κύκλωμα που έχει δυο σταθερές πηγές τάσης της τάξης των 10 ή 30 V και κάποιους αντιστάτες, αν βγάλουμε ένα αποτέλεσμα 680 V για την τάση ενός κλάδου τότε κάτι δεν πάει καλά. Αντίθετα, σε κύκλωμα RLC, με διέγερση 10 V μπορεί να εμφανιστεί (λόγω συντονισμού) τάση της τάξης kV (βλ. θέμα 6 στις [εξετάσεις Φεβρ. 2004](#)). Τέτοιου είδους έλεγχοι είναι βέβαια χονδρικοί και μπορούν να «πιάσουν» μόνο πολύ μεγάλα λάθη (π.χ., στην πρώτη περίπτωση με τις πηγές και τους αντιστάτες, το αποτέλεσμα μπορεί να φανεί λογικό, π.χ. 8,3 V, αλλά να είναι λανθασμένο). Μόνο με ενδελεχή έλεγχο (ισορροπία ισχύων ή επαλήθευση νόμων Kirchhoff σε όλο το κύκλωμα) μπορούμε να είμαστε απόλυτα βέβαιοι.

Τελικά, το να ξεφύγει κάτι τόσο προφανές όσο η αστάθεια που δεν μπορεί να υπάρξει, δεν είναι τόσο τραγικό όσο η απουσία του επανελέγχου, έστω του τελικού μόνο. Το Σφάλμα 7 στην ουσία θέλει να σας υπενθυμίσει ότι η έλλειψη ενδιάμεσου και τελικού ελέγχου μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες και δεν μπορεί να γίνει αποδεκτή για ένα μέλλοντα επαγγελματία μηχανικό. Στο θέμα του επανελέγχου περιλαμβάνεται και το όχι ασυνήθιστο φαινόμενο να έχει υπολογιστεί το σωστό αποτέλεσμα και να ανακοινώνεται σαν τελική απάντηση κάτι άλλο!!