

Διάγνωση ηλεκτρολογικών προβλημάτων: Πέρα από το Βολτόμετρο



Επιμέλεια άρθρου από: Δημήτρης Α. Πατρίκης - 3 Απρ., 2017

Οι βασικές αρχές της θεωρίας του ηλεκτρισμού δεν έχουν αλλάξει με την πάροδο των ετών, αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι και η διαγνωστική διαδικασία που ακολουθείτε και εφαρμόζετε στο συνεργείο σας για να λύσετε προβλήματα ηλεκτρολογικής φύσεως, θα πρέπει και αυτή να παραμείνει αναλλοίωτη. Σε αυτό το άρθρο δεν θα μιλήσουμε για παλμογράφους ή άλλα πιο παραδοσιακά εργαλεία μέτρησης όπως το Πολύμετρο (Ωμόμετρο / Βολτόμετρο / Αμπερόμετρο). Αντί γι' αυτό, στο άρθρο που διαβάζετε τώρα, θα εστιάσουμε στο πώς μία κάμερα θερμικής απεικόνισης (Θερμοκάμερα) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συμπληρώσει την ηλεκτρική διαγνωστική διαδικασία σας.

Θα ξεκινήσω πρώτα απ' όλα, σημειώνοντας ότι οι τιμές των καμερών θερμικής απεικόνισης έχουν υποχωρήσει σημαντικά κατά τα τελευταία χρόνια. Οι τιμές πώλησης των συσκευών αυτών με τα ελάχιστα χαρακτηριστικά που επιτρέπουν την ρεαλιστική θερμική απεικόνιση, αρχίζουν περίπου από τα €350, και οι συσκευές με τα πιο πλήρη χαρακτηριστικά και δυνατότητες ξεκινούν περίπου από τα €700. Βέβαια, δεν χρειάζεται να τονίσω ότι οι τιμές για τις εξειδικευμένες θερμοκάμερες, υπερβαίνουν τις €45.000. Οι κάμερες θερμικής απεικόνισης, είναι πλέον μια πολύ πιο βιώσιμη επιλογή, ώστε να αρχίσετε να την σκέπτεστε ως ένα πολύ χρήσιμο διαγνωστικό εργαλείο που θα μπορούσατε να προσθέσετε στη συλλογή των εργαλείων που χρησιμοποιείτε για τον εντοπισμό των βλαβών στα διάφορα συστήματα των αυτοκινήτων. Αν είχατε ποτέ ονειρευτεί να ήταν δυνατό να βλέπατε που υπάρχει ένα ηλεκτρικό πρόβλημα, υπαρκτό ή εν εξελίξει, τότε ίσως ήλθε η στιγμή που το όνειρό σας μπορεί να πραγματοποιηθεί. Εμείς εδώ θα εστιάσουμε στα εξής:

- Πώς μπορεί η θερμική απεικόνιση να σας δείξει οπτικά και με ακρίβεια τη θέση των ηλεκτρικών προβλημάτων.
- Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ των θερμόμετρων IR (Infrared), οπτικών θερμόμετρων IR (Infrared), και των καμερών θερμικής απεικόνισης.
- Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να αναζητήσετε σε μια κάμερα θερμικής απεικόνισης.

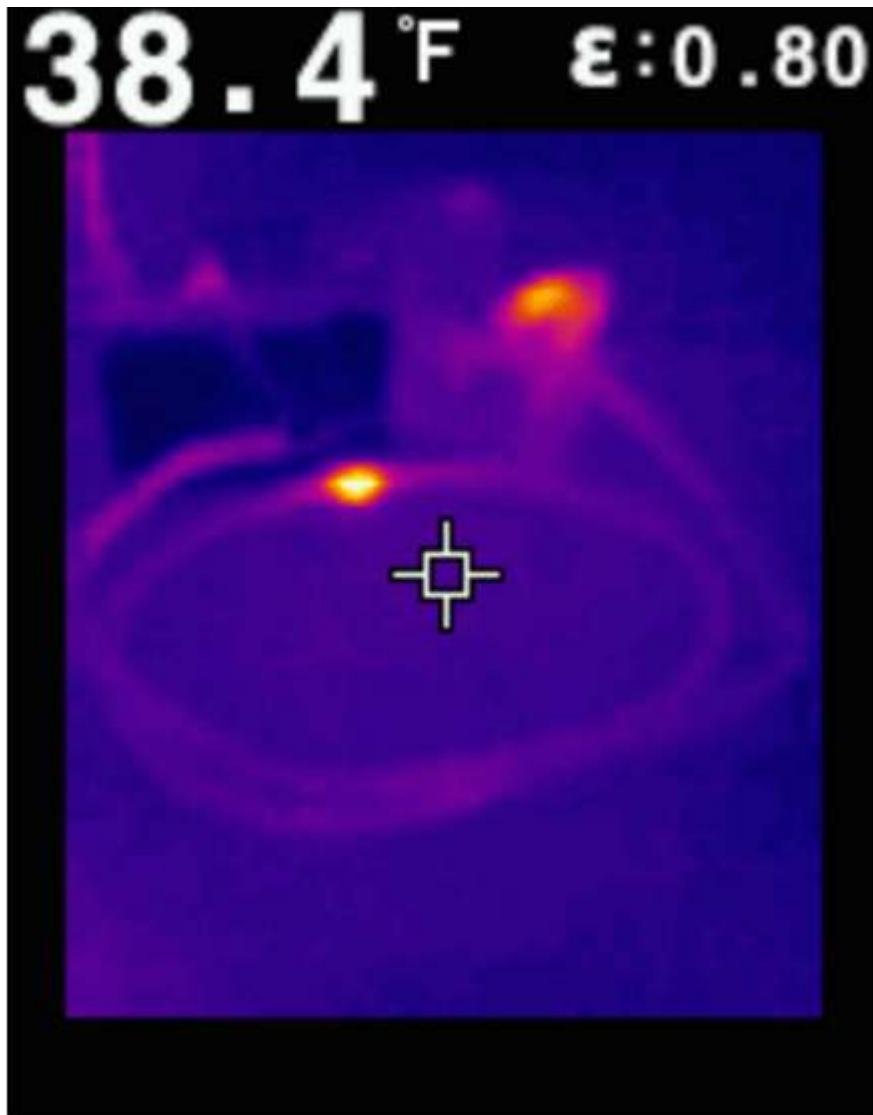
Για να καταλάβουμε πώς μπορεί μια κάμερα θερμικής απεικόνισης να μας δείξει οπτικά τη θέση ενός ηλεκτρικού προβλήματος, θα πρέπει πρώτα να αναφερθούμε στις βασικές αρχές του ηλεκτρισμού. Κάθε φορά που μιλάω για τις αρχές του ηλεκτρισμού, θυμάμαι πάντα ένα πολύ καλό καθηγητή ηλεκτρολογίας που είχα στην τεχνική σχολή πριν πολλά χρόνια. Αυτός ο καθηγητής συνήθιζε να ξεκινάει το μάθημα λέγοντας ότι ο ηλεκτρισμός είναι πολύ απλός, αφού μπορεί να κάνει μόνο δύο πράγματα. Αυτά τα δύο πράγματα είναι να κάνει τα πράγματα ζεστά, και να δημιουργήσει μαγνητικά πεδία. Ενώ αυτό μπορεί να είναι μια κάπως υπερβολικά απλουστευμένη περιγραφή, εν τούτοις, μπορεί να καλύψει πολλές από τις ηλεκτρικές εφαρμογές στο αυτοκίνητο. Αυτό που κάνει τη θερμική απεικόνιση να βοηθάει στη διαγνωστική διαδικασία, είναι το γεγονός ότι ο ηλεκτρισμός συμβάλλει στη δημιουργία θερμότητας. Όταν μέσα από ένα κύκλωμα διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα, τότε αναπτύσσεται θερμότητα. Το πόση θερμότητα αναπτύσσεται, εξαρτάται από παράγοντες όπως η ποσότητα του ρεύματος, η αντίσταση του κυκλώματος ή του αγωγού κ.ά.



Εξομίωση κυκλώματος με μεγάλη αντίσταση λάμπας με **πτώση τάσης** 2.25V σε ένα καλώδιο 2 μέτρων



Θερμική απεικόνιση της μεγάλης αντίστασης του κυκλώματος με Θερμοκάμερα FLIR C2.

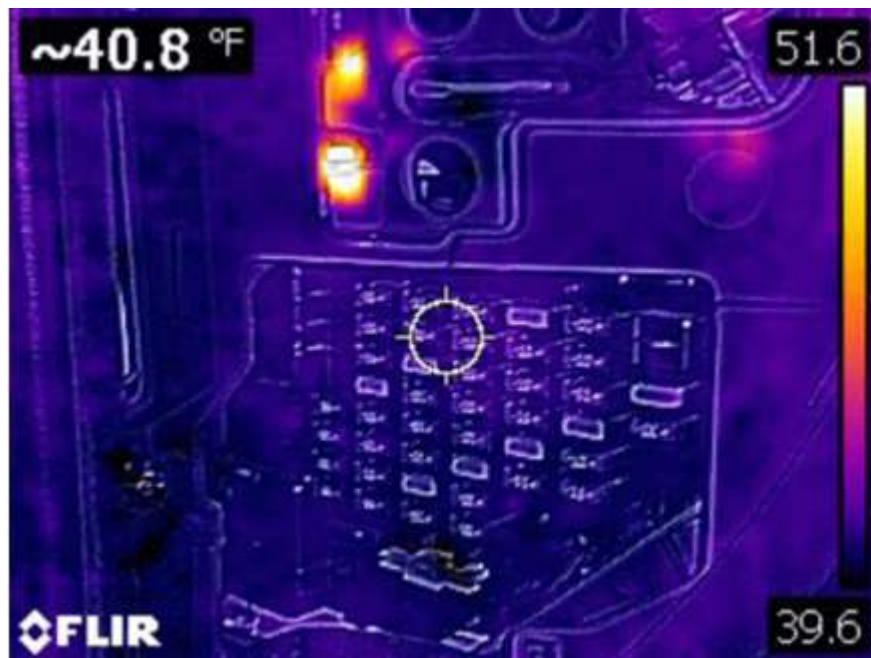


Θερμική απεικόνιση του ίδιου κυκλώματος με Θερμοκάμερα FLIR TG165

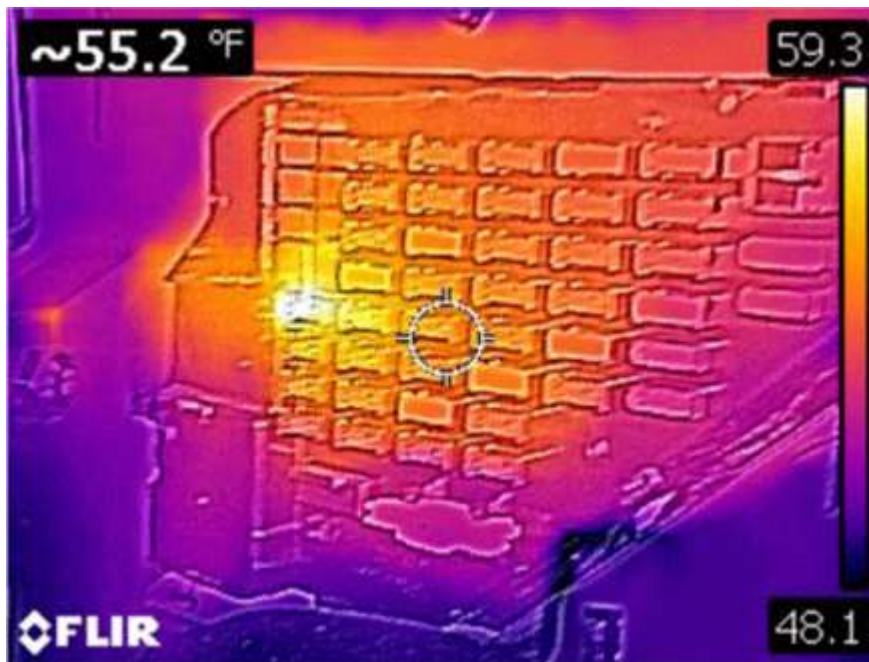
Ποια είναι λοιπόν τα ηλεκτρικά προβλήματα που θα λύνατε με τη βοήθεια αυτής της τεχνολογίας; Πρώτα απ' όλα, για να δημιουργηθεί θερμότητα λόγω της διέλευσης του ρεύματος, το κύκλωμα θα πρέπει να είναι λειτουργικό τουλάχιστον σε κάποιο βαθμό. Αυτό σημαίνει, ότι δεν πρόκειται να σας βοηθήσει να εντοπίσετε μια καμένη ασφάλεια ή ένα σημείο διακοπής του κυκλώματος ή σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση βλάβης που θα εμπόδιζε τελείως τη διέλευση του ρεύματος μέσα από το κύκλωμα. Αντιθέτως, θα σας βοηθούσε να εντοπίσετε προβλήματα σε κυκλώματα που παρουσιάζουν μεγάλη αντίσταση, ανοικτούς κλάδους (διακοπές) κυκλωμάτων με παράλληλη σύνδεση, ή παρασιτικές διαρροές ρεύματος για να αναφέρουμε ορισμένα μόνο παραδείγματα.

Η πιο πιθανή εφαρμογή της χρήσης της θερμικής απεικόνισης στον εντοπισμό ηλεκτρικών προβλημάτων στα αυτοκίνητα είναι τα κυκλώματα που εμφανίζουν υπερβολική αντίσταση. Εάν ασχολείστε συστηματικά με την ηλεκτρική διάγνωση ως μηχανικός ή αν είστε ηλεκτρολόγος, είναι βέβαιο ότι είστε ήδη εξοικειωμένοι με τον όρο πτώση τάσης. Σε ένα κύκλωμα το οποίο λειτουργεί σωστά, όπως ένας προβολέας, ένα μοτέρ μηχανισμού παραθύρου κ.λπ., σχεδόν όλη η διαθέσιμη τάση θα πρέπει να μειωθεί (τάση πηγής εισόδου, σχεδόν 0V εξόδου) στα άκρα του ηλεκτρικού φορτίου (λάμπας, μοτέρ, κ.λπ.). Εάν έχετε ένα κύκλωμα με υπερβολική αντίσταση, αυτό δεν θα λειτουργεί σωστά, αφού δεν θα διαθέτει την απαιτούμενη τάση που χρειάζεται το ηλεκτρικό φορτίο για να λειτουργήσει σωστά. Αυτό συμβαίνει, επειδή τώρα ένα μέρος της διαθέσιμης τάσης

χρησιμοποιείται από την υπερβολική αντίσταση. Χρησιμοποιώντας ένα βολτόμετρο, μπορείτε να ελέγχετε τη θετική και την αρνητική (γείωση) πλευρά του κυκλώματος, ώστε να προσδιορίσετε εκείνη την πλευρά στην οποία πέφτει η τάση λόγω της υπερβολικής αντίστασης. Μόλις καθορίσετε ποιο είναι το μισό μέρος του κυκλώματος που προκαλεί το πρόβλημα, θα πρέπει μετά να μπορείτε ακόμα να εντοπίσετε το ακριβές σημείο της βλάβης. Θα μπορούσατε να αρχίσετε να ξηλώνετε την καλωδίωση ελπίζοντας να βρείτε ένα κατεστραμμένο καλώδιο ή μια κακή σύνδεση, θα μπορούσατε να παρακάμψετε ένα ολόκληρο τμήμα αυτού του κυκλώματος, ή αν είχατε μια κάμερα θερμικής απεικόνισης, θα μπορούσατε απλά να εξετάσετε εκείνο το τμήμα του κυκλώματος που παράγει υπερβολική θερμότητα. Επειδή η αντίσταση σε ένα κύκλωμα παράγει θερμότητα, το τμήμα του κυκλώματος με την υπερβολική αντίσταση θα είναι θερμότερο από το υπόλοιπο κύκλωμα. Αυτή η έννοια δεν περιορίζεται μόνο στις καλωδιώσεις. Σκεφθείτε εφαρμογές όπως οι μπαταρίες των υβριδικών οχημάτων, οι ασφαλειοθήκες κ.λπ.



Ασφαλειοθήκη χωρίς παρασιτική διαρροή (Κάμερα FLIR C2)



Η θερμότερη ασφάλεια στα αριστερά, δείχνει την παρασιτική διαρροή
(Κάμερα FLIR C2)

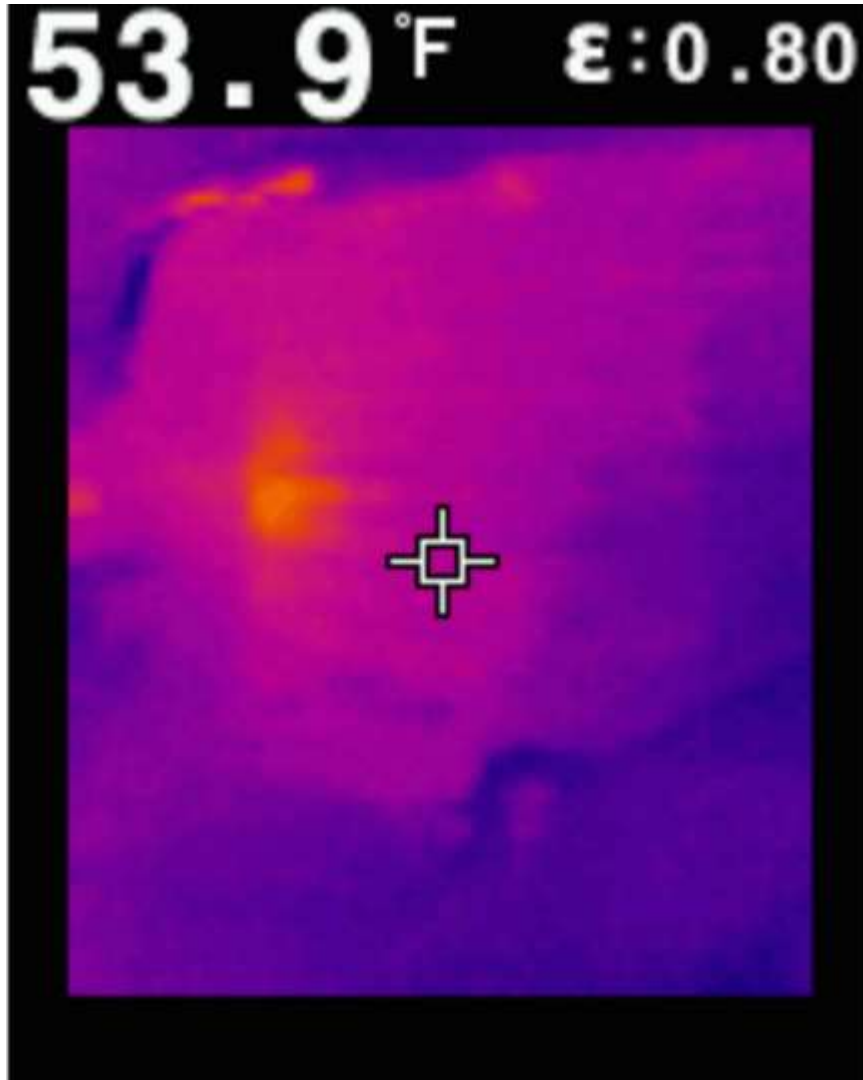
Σε ένα παράλληλο κύκλωμα (όπως η αντίσταση στο πίσω τζάμι) που έχει διακοπή σε ένα κλάδο της αντίστασης ο έλεγχος θα είναι ελαφρώς διαφορετικός. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να ψάχνετε για εκείνο το τμήμα του κυκλώματος που είναι πιο ψυχρό από το υπόλοιπο. Επειδή στον ανοικτό κλάδο ή κλάδους δεν ρέει ρεύμα, δεν θα δημιουργείται θερμότητα. Επαναλαμβάνω, ότι αυτό είναι ένα από τα πολλά παραδείγματα. Το ίδιο θα μπορούσε να ισχύει και για τα θερμαινόμενα καθίσματα ανάλογα με το πώς διευθετούνται οι αντιστάσεις θέρμανσης.

Στο τέλος ας δούμε τις παρασιτικές διαρροές. Θυμηθείτε, ότι η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος παράγει θερμότητα. Αυτό σημαίνει ότι όταν σβήνουμε τον κινητήρα ενός οχήματος και κλείσουμε όλες τις ηλεκτρικές καταναλώσεις, το ηλεκτρικό σύστημα του αυτοκινήτου στο σύνολό του θα πρέπει να αρχίσει να γίνεται ψυχρότερο, επειδή η ροή του ρεύματος έχει διακοπεί. Σε όποιο κύκλωμα εξακολουθεί να ρέει ηλεκτρικό ρεύμα, όταν όλο το όχημα έχει κλειδωθεί, αυτό το κύκλωμα είτε δεν θα κρυώσει καθόλου ή θα είναι πιο θερμό από τα άλλα κυκλώματα στα οποία δεν ρέει ρεύμα. Φυσικά, επειδή οι παρασιτικές διαρροές ρεύματος είναι πολύ μικρές ακόμα και όταν προκαλούν προβλήματα, το ποσό της θερμότητας που παράγεται από αυτές θα είναι ελάχιστο. Αυτό σημαίνει ότι σε αυτές τις περιπτώσεις, ο χειρισμός πρέπει να είναι διαφορετικός. Αφήνοντας το αυτοκίνητο για όλη τη νύχτα και επιτρέποντας στη θερμοκρασία να σταθεροποιηθεί στο υπόλοιπο όχημα, μπορεί να βοηθήσει ώστε η απώλεια ρεύματος να ξεχωρίσει καθώς θα φαίνεται ως ένα θερμότερο σημείο σε μια θερμική απεικόνιση. Τώρα θα σκεφθείτε δικαιολογημένα “Για ποιο λόγο δεν θα μπορούσα να χρησιμοποιήσω ένα θερμόμετρο υπέρυθρης ακτινοβολίας IR;” ή “Ποια είναι η διαφορά ανάμεσα στο οπτικό θερμόμετρο IR και σε μια κάμερα θερμικής απεικόνισης;”

Η ουσία είναι ότι ενώ και τα θερμόμετρα IR και τα οπτικά θερμόμετρα IR έχουν το σκοπό τους, εν τούτοις οι δυνατότητές τους είναι πολύ πιο περιορισμένες από αυτές της κάμερας θερμικής απεικόνισης. Για το σκοπό του άρθρου θα επικεντρωθούμε μόνο στους δύο μείζονες περιορισμούς που έχουν αυτές οι δύο επιλογές θερμόμετρων IR. Ο πρώτος περιορισμός σχετίζεται με κάτι που είναι γνωστό ως Λόγος Μεγέθους Σημείου (Spot Size Ratio). Το SSR αναφέρεται στο πόσο μεγάλη είναι η περιοχή που βλέπει η μέτρηση της θερμοκρασίας με βάση το πόσο μακριά από το αντικείμενο είναι το εργαλείο μέτρησης. Τυπικά, το SSR για τα θερμόμετρα IR

χαμηλότερου κόστους είναι περίπου 6:1. Αυτό σημαίνει ότι εάν το θερμόμετρο είναι 12 εκατοστά μακριά από το αντικείμενο του οποίου μετρούμε τη θερμοκρασία, η περιοχή που καλύπτει ο θερμικός αισθητήρας έχει διάμετρο 2 εκατοστών. Πολλά από τα θερμόμετρα IR έχουν ως οδηγό μια ακτίνα λέιζερ, ή ακόμα και ενδεχομένως δύο ακτίνες. Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ότι ενώ το λέιζερ σας βοηθά να σκοπεύσετε το σημείο που θέλετε να μετρήσετε, η μέτρηση εξακολουθεί να περιορίζεται από το SSR.

Ο δεύτερος περιορισμός των θερμόμετρων IR είναι ότι αυτά τυπικά έχουν μόνο έναν αισθητήρα θερμοκρασίας. Αυτό σημαίνει, ότι το αποτέλεσμα της μέτρησης που εμφανίζεται θα είναι ο μέσος όρος της θερμοκρασίας εντός της εν λόγω περιοχής διαμέτρου των 2 εκατοστών που μετριέται. Όταν προσπαθείτε να μετρήσετε τη θερμοκρασία ενός καλωδίου, μιας μικρής ασφάλειας κ.λπ., η μέτρηση που θα πάρετε, απλά δεν είναι όσο θέλατε ακριβής.



Η θερμότερη ασφάλεια στα αριστερά δείχνει παρασιτική απώλεια
(Κάμερα FLIR TG165)

Αν πάτε σε ένα πιο προηγμένο οπτικό θερμόμετρο IR, τα πράγματα είναι λίγο καλύτερα, όμως, ακριβώς το πόσο καλύτερα είναι λίγο δύσκολο να προσδιοριστεί λόγω των προδιαγραφών. Ένας από τους πιο γνωστούς κατασκευαστές οπτικών θερμόμετρων IR έχει επί του παρόντος δύο μοντέλα. Το ένα μοντέλο έχει SSR = 6: 1, και το άλλο έχει ένα ελαφρώς βελτιωμένο SSR= 9: 1.

Αυτό που κάνει δύσκολη τη σύγκριση μεταξύ των θερμομέτρων IR και της Θερμοκάμερας, είναι η έλλειψη προδιαγραφών σχετικά με τους αισθητήρες των θερμομέτρων IR. Δοκιμές που έχουν γίνει από αξιόπιστους φορείς, απέδειξαν ότι για να είναι ακριβής μια μέτρηση με θερμοόμετρο IR, το εργαλείο έπρεπε να βρίσκεται σε απόσταση 4cm για να μετρήσει με ακρίβεια τη θερμοκρασία ενός αγωγού 6mm. Προφανώς, αυτό δεν είναι πρακτικό για τις περισσότερες εφαρμογές μέτρησης σε αυτοκίνητα.

Ας ρίξουμε μια ματιά τώρα στο πώς όλα αυτά σχετίζονται με τις κάμερες θερμικής απεικόνισης, αλλά και να συζητήσουμε το μεγάλο ερώτημα για το ποσό που θα έπρεπε να ξοδέψετε για να αποκτήσετε μια Θερμοκάμερα. Στο άρθρο χρησιμοποιούμε εικόνες από μια θερμοκάμερα με το εμπορικό σήμα FLIR. Επί του παρόντος η πιο οικονομική θερμοκάμερα με κόστος περίπου €350 που διαθέτει ένα πραγματικό αισθητήρα θερμικής απεικόνισης είναι το μοντέλο FLIR TG165. Το TG165 διαθέτει μια σειρά αισθητήρων με μια ανάλυση 80 x 60, η οποία ισοδυναμεί με 4800 pixels. Με άλλα λόγια αυτό σημαίνει, ότι κάθε φορά που θα πάρετε μια μέτρηση με το TG165 ή οποιαδήποτε άλλη κάμερα θερμικής απεικόνισης με παρόμοιες προδιαγραφές, το αποτέλεσμα είναι ισοδύναμο της χρήσης 4800 θερμομέτρων υπέρυθρων ή περίπου 21 οπτικών θερμομέτρων IR (4800 pixels / 225).

Αυτή η αυξημένη ανάλυση κάνει σίγουρα πολύ πιο εύκολο να δούμε τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας των μικρών εξαρτημάτων από μια λογική απόσταση. Ωστόσο, η θερμοκάμερα TG165 δεν χρησιμοποιεί τον αισθητήρα θερμικής απεικόνισης για να λάβει την πραγματική ανάγνωση της θερμοκρασίας. Αν και αυτή είναι μια πραγματική κάμερα θερμικής απεικόνισης, ο θερμικός αισθητήρας δεν έχει βαθμονομηθεί. Λόγω αυτού, η TG165 βασίζεται σε ένα θερμοόμετρο IR με ένα SSR 24:1 για την αριθμητική εμφάνιση της θερμοκρασίας που μετρήθηκε. Το μοντέλο FLIR με το χαμηλότερο κόστος που διαθέτει βαθμονομημένο αισθητήρα, απ' όσο γνωρίζω, είναι το μοντέλο C2, που πωλείται περίπου € 680 ακολουθούμενο από το E4, που πωλείται περίπου € 950.

Αν ενθουσιαστήκατε από αυτά που διαβάσατε μέχρι τώρα και θελήσετε να κάνετε έρευνα αγοράς, σας προειδοποιώ ότι θα ζαλιστείτε από τον αριθμό των μοντέλων που υπάρχουν, την ποικιλία των τιμών, των διαφορετικών χαρακτηριστικών κ.λπ. Για να σας βοηθήσω να περιορίσετε το εύρος των αναζητήσεών σας, αναφέρω τα βασικά χαρακτηριστικά στα οποία θα μπορούσατε να επικεντρωθείτε:

- **Ανάλυση του αισθητήρα θερμικής απεικόνισης (όχι την οπτική κάμερα):** Μεγαλύτερη είναι καλύτερη, αλλά μπορεί να μην είναι απαραίτητη. Για τις περισσότερες εφαρμογές στη διάγνωση βλαβών στα αυτοκίνητα οποιαδήποτε ανάλυση ίση ή μεγαλύτερη από το 80x60 της TG165 πιθανότατα θα είναι αρκετή.
- **Εύρος μέτρησης θερμοκρασίας:** Οι κάμερες με χαμηλό κόστος συνήθως δεν μπορούν να μετρήσουν τόσο υψηλές θερμοκρασίες. Για τη μέτρηση θερμοκρασιών σε διάγνωση ηλεκτρικών προβλημάτων σε αυτοκίνητα, αυτό συνήθως δεν είναι ζήτημα, αλλά αν θέλετε να μετρήσετε θερμοκρασίες καταλύτη τότε μάλλον θα χρειαστείτε μια κάμερα με μεγαλύτερη αξία αγοράς.
- **Δυνατότητες οπτικής απεικόνισης:** Μερικές θερμικές κάμερες έχουν πλέον τη δυνατότητα να συνδυάζουν την ψηφιακή φωτογραφία και τη θερμική εικόνα.
- **Δυνατότητα μεταφοράς εικόνας σε μορφή αρχείου:** Χρήσιμες ιδιότητες αν κρατάτε αρχεία ή αν θέλετε να πουλήσετε το service στον πελάτη σας, αφού «μια εικόνα αξίζει όσο χίλιες λέξεις».

Να θυμάστε ότι, ενώ το άρθρο αυτό επικεντρώνεται στη χρήση της θερμικής απεικόνισης, όπως και με κάθε ηλεκτρικό διαγνωστικό εργαλείο, υπάρχουν πολλές άλλες πιθανές εφαρμογές στη δουλειά σας. Η εμπειρία λέει ότι μόλις οι τεχνικοί πάρουν στα χέρια τους μια κάμερα θερμικής απεικόνισης, εφευρίσκουν πιθανές χρήσεις περισσότερες και από αυτές που είχε σκεφθεί ο κατασκευαστής.