

uly
SIG
AYT



ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑ ΣΤΗΝ FORMULA 1

Πετρούτσος Άρης

ΙΟΥΛΙΟΣ 2012

ΥΠΕΥΘΥΝΟΙ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ

Αλαφοδήμος Κωνσταντίνος

Νικολάου Γρηγόρης



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	6
Κεφάλαιο 1	7
Εισαγωγή στην Τηλεμετρία.....	7
1.1 Ορισμός της Τηλεμετρίας.....	7
1.2 Επικοινωνία στην Formula 1	8
1.3 Ιστορική αναδρομή.....	11
1.4 Η Formula 1 στην υπηρεσία της ανθρωπότητας.....	12
1.4.1 Αυτοκίνητα παραγωγής.....	13
1.4.2 Περιπολικά-πύραυλοι.....	14
1.4.3 Βελτιωμένη αεροδυναμική για αεροπλάνα.....	14
1.4.4 Ταχύτεροι ανεφοδιασμοί ελικοπτέρων.....	15
1.4.5 Αυξημένη προστασία για τους αρματιστές.....	16
1.4.6 Πιο αποδοτικά ποδήλατα.....	16
1.4.7 Επιρροή και στα χειμερινά σπορ.....	17
1.4.8 Στην υπηρεσία της κολύμβησης.....	18
1.4.9 Τεχνητά μέλη σώματος.....	19
1.4.10 Ορθοπεδικά εξαρτήματα αποκατάστασης.....	19
1.4.11 Τηλεμετρία για ασθενείς.....	19
1.4.12 Ψυχαγωγία.....	19
Κεφάλαιο 2	20
Πρωτόκολλα Επικοινωνίας.....	20
2.1. Επικοινωνία είναι το κλειδί:.....	20
2.2. Ανάλυση δεδομένων και Τηλεμετρία.....	20
2.3 Controller Area Network.....	21
2.3.1 Αυτοκινητοβιομηχανία.....	22
2.3.2 Τεχνολογία.....	22
2.3.3 Μετάδοση δεδομένων.....	24
2.3.4 ID κατανομή.....	25
2.3.5 Bit συγχρονισμού.....	26
2.3.6 Layers.....	27
2.3.7 Frames (Πλαίσια).....	30
2.3.8 Interframe spacing (διάστημα διαπλαίσιου).....	38
2.3.9 Bit πλήρωσης.....	38
2.3.10 Πρότυπα.....	38

2.3.11 Τριτοβάθμιας υλοποιήσεις στρώματος.....	39
2.3.12 Ασφάλεια	40
2.3.13 Ανάπτυξη εργαλείων.....	40
2.4 Multiprotocol Label Switching.....	41
2.4.1 Εισαγωγή στο MPLS	41
2.4.2 Ιστορία	42
2.4.3 Λειτουργία του MPLS	43
2.4.4 Εγκατάσταση και αφαίρεση μονοπατιών.....	45
2.4.5 Multicast	46
2.4.6 MPLS και IP	46
2.4.7 MPLS τοπική προστασία (Fast Reroute).....	47
Κεφάλαιο 3	48
Προγράμματα και τιμόνι της F1	48
3.1 Ηλεκτρονικοί υπολογιστές και διακομιστές:	48
3.2 Έρευνα και Ανάπτυξη σε συνδυασμό με την Καινοτομία.....	48
3.3 ATLAS	59
3.3.1 Προχωρημένης Σύνδεσης Τηλεμετρία και Σύστημα Συλλογής.....	59
3.3.2 Χαρακτηριστικά.....	59
3.3.3 Χρονοδιάγραμμα	59
3.3.4 Ενδείξεις	60
3.3.5 Παράμετροι.....	62
3.3.6 Ανάλυση	62
3.3.7 Διεπαφές λογισμικού	63
3.3.8 Καταγραφή	63
3.4 Το τιμόνι της Formula 1	64
3.4.1 Ιστορική αναδρομή	64
3.4.2 Κατασκευή.....	71
3.4.3 Παραδείγματα.....	72
3.4.4 Ιστορική αναδρομή	77
Κεφάλαιο 4	78
Παράδειγμα πραγματικού αγώνα.....	78
4.1 Τηλεμετρίας και Ανάλυση Δεδομένων Εισαγωγή.....	78
4.2 Συνεχίζοντας την εξέταση των παραμέτρων:	82
4.3 Σύγκριση Γύρου.....	85
Κεφάλαιο 5	99
Αισθητήρια Τηλεμετρίας	99

5.1 Αισθητήρας στάθμης υγρού.....	99
5.1.1 Liquid Level Switches (διακόπτες στάθμης υγρού)	99
5.2 Αισθητήρας Θέσεως	101
5.2.1 Φαινόμενο Hall περιστροφικού αισθητήρα	102
5.2.2 Λεπτή Γραμμική Αγωγήμια πλαστική βάση αισθητηρίου θέσης.....	103
5.2.3 Περιστροφικό αγώγιμο πλαστικό αισθητήριο θέσης.....	104
5.2.4 Γραμμικός αγώγιμος πλαστικός αισθητήρας θέσεως	105
5.2.5 Αισθητήρας θέσης ράβδου (RodPositionSensor)	106
5.3 Αισθητήρες Πίεσης.....	108
5.3.1 ASM Σειρά Μινιατούρας Αισθητήρα Πίεσης	108
5.3.2 Αισθητήρες pitot.....	110
5.4 Αισθητήρες επιτάχυνσης και γυροσκοπίων	111
5.4.1 Γυροσκόπιο τριών αξόνων.....	112
5.4.2 Επιταχυνσιόμετρο τριών αξόνων.....	113
5.4.3 Αισθητήρες επιτάχυνσης και γυροσκοπίου	114
5.5 Αισθητήρες θερμοκρασίας.....	115
5.5.1 Σειρά ETIS υπέρυθροι αισθητήρες θερμοκρασίας	116
5.5.2 Infralite Temperature Sensors (Αισθητήρες θερμοκρασίας Infralite).....	117
5.5.3 Υπέρυθροι αισθητήρες θερμοκρασίας.....	118
5.5.4 InfraredThreadTypeTemperatureSensors (αισθητήρας υπέρυθρης θερμοκρασίας τύπου σπείρωματος).....	119
5.5.5 Υψηλής απόδοσης EGT (αισθητήρες θερμοκρασίας καυσαερίου)	120
5.6 Αισθητήρες Laser	121
5.6.1 Αισθητήρες Laser μηχανοκίνητου αθλητισμού	121
5.6.2 Αισθητήρας λέιζερ μινιατούρα χαμηλού κόστους.....	122
5.6.3 Αισθητήρας ταχύτητας τροχού	123
5.6.4 Αισθητήρες δύναμης αλλαγής ταχύτητας.....	124
5.7 Αισθητήρες ταχύτητας.....	125
5.7.1 Προσαρμοσμένοι Διαφορικοί Hall-Effect αισθητήρες ταχύτητας.....	125
5.8 Αισθητήρες ροής υπερήχων.....	127
5.8.1 Μετρητής υπερήχων ροής καυσίμου	127
5.8.2 Μετρητής υπερήχων ροής λαδιού (Πρωτότυπο)	130
5.8.3 Αισθητήρας μαζικής ροής αέρα.....	131
5.8.4 Αισθητήρας μέτρησης MicroFlow (μικροροής)	133
5.9 Αισθητήρες κατάστασης λαδιού.....	134
5.9.1 Αισθητήρας θραυσμάτων λαδιού.....	134

5.9.2 Αισθητήρας Ποιότητας Λαδιού (Πρωτότυπο).....	136
Βιβλιογραφία	140

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι να μελετηθεί ο τρόπος με τον οποίο εφαρμόζονται διάφορες τεχνικές της τηλεμετρίας στην Formula 1. Συγκεκριμένα θα παρουσιαστούν τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία των οχημάτων με τις εγκαταστάσεις των ομάδων που βρίσκονται στον αγωνιστικό χώρο, τις εγκαταστάσεις εκτός του αγωνιστικού χώρου και επιπλέον με το διοικητικό όργανο του αθλήματος την FIA (Federation Internationale de l'Automobile).

Στο πρώτο κεφάλαιο θα γίνει μια εισαγωγή στην τηλεμετρία όπου θα αναλυθεί ο ορισμός της τηλεμετρίας, θα γίνει μια ιστορική αναδρομή και θα αναφερθούν και άλλες εφαρμογές της τηλεμετρίας. Στο δεύτερο κεφάλαιο θα αναφερθούν πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία και θα αναλυθεί η λειτουργία τους. Κατόπιν στο τρίτο κεφάλαιο θα αναφερθούν κάποια προγράμματα που χρησιμοποιούν οι μηχανικοί της Formula 1, ο τρόπος λειτουργίας τους καθώς και η λειτουργία των τιμονιών που χρησιμοποιούν στα αγωνιστικά αυτοκίνητα. Στο τέταρτο κεφάλαιο θα αναφερθεί το παράδειγμα ενός αγώνα πραγματικού χρόνου και θα αναλυθούν τα στοιχεία που δίνονται ώστε να κατανοηθεί πώς όλα αυτά εφαρμόζονται στην πράξη. Τέλος, στο κεφάλαιο πέντε θα αναφερθεί μια σειρά από αισθητήρια που χρησιμοποιούνται για τις μετρήσεις που γίνονται στο όχημα σε πραγματικό χρόνο, όπως αισθητήρια πίεσης λαδιού, αισθητήρια θερμοκρασίας και άλλα.

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή στην Τηλεμετρία

1.1 Ορισμός της Τηλεμετρίας

Τηλεμετρία είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει την απομακρυσμένη μέτρηση και τη διαβίβαση των πληροφοριών. Η λέξη τηλεμετρία αποτελείται από τα συνθετικά τηλέ που σημαίνει εξ' αποστάσεως και μέτρο που είναι μονάδα μέτρησης του μήκους. Ο τηλεχειρισμός είναι, κατά κάποιον τρόπο, παρόμοιος με την τηλεμετρία, καθώς σημαίνει την αποστολή μιας εντολής ή οδηγίας.

Τηλεμετρία είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην F1, επειδή επιτρέπει στους μηχανικούς να συλλέγουν μια τεράστια ποσότητα δεδομένων κατά τη διάρκεια ενός αγώνα. Τα δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να ερμηνεύονται και να χρησιμοποιούνται για να εξασφαλιστεί ότι το αυτοκίνητο αποδίδει στο βέλτιστο του. Ειδικότερα τα συστήματα της F1 έχουν προχωρήσει, έτσι ώστε ακόμη και ο ενδεχόμενος χρόνος γύρου του αυτοκινήτου να μπορεί να υπολογιστεί.

Παραδείγματα της λειτουργίας των δεδομένων που συλλέγονται από ένα μονοθέσιο της F1:

- επιτάχυνση (G δύναμη) σε όλους τους 3 άξονες
- ενδείξεις θερμοκρασίας (φρένα, ελαστικά, κινητήρας, μετάδοση κ.λπ.)
- ταχύτητα του τροχού
- κίνηση ανάρτησης
- υδραυλική πίεση
- παρακολούθηση της θέσης.

Οι εντολές του οδηγού, επίσης, καταγράφονται, έτσι ώστε η ομάδα να μπορεί να αξιολογήσει τις επιδόσεις και, σε περίπτωση ατυχήματος, η FIA να μπορεί να καθορίσει ή να αποκλείσει το σφάλμα του οδηγού ως πιθανή αιτία.

Παραδείγματα από τις εντολές του οδηγού:

- πεντάλ φρένου κίνησης
- πεντάλ επιτάχυνσης κίνησης
- γωνία στροφής
- θέση ταχυτήτων

Η αμφίδρομη Τηλεμετρία (τηλεμετρία και τηλεχειρισμός) είναι δυνατή και αναπτύχθηκε αρχικά από την TAG Electronics. Το σύστημα αυτό ξεκίνησε ως ένας τρόπος για να στείλει κάποιος ένα μήνυμα στον οδηγό σε ένα σύστημα που επιτρέπει

στους μηχανικούς του αγώνα να ενημερώνουν το αυτοκίνητο σε πραγματικό χρόνο, για παράδειγμα , αλλάζοντας τη χαρτογράφηση του κινητήρα . Ωστόσο, η FIA απαγόρευσε την αμφίδρομη τηλεμετρία από την F1 το 2003. Οι ομάδες της F1 παίρνουν μια μεγάλη ποσότητα εξοπλισμού ηλεκτρονικών υπολογιστών σε κάθε αγώνα για να βοηθήσουν τους οδηγούς και τους μηχανικούς να βρουν τις σωστές ρυθμίσεις και να «θεραπεύσουν» τα προβλήματα του αυτοκινήτου.

Ένα μονοθέσιο της F1 μπορεί να χρησιμοποιήσει δύο τύπους τηλεμετρίας:

1. πληροφορίες πραγματικού χρόνου, οι οποίες αποστέλλονται σε μικρά πακέτα (θέση οχήματος στην πίστα και οι βασικές αναγνώσεις αισθητήρων)
2. μια ποσότητα μικροκυμμάτων, η οποία αποστέλλεται όταν το αυτοκίνητο περνάει τα pits.

Αυτή η ποσότητα των δεδομένων μπορεί να περιέχει περίπου 4 MB της πληροφόρησης που να δίνει στους μηχανικούς μία ζωτική εικόνα για την κατάσταση του αυτοκινήτου. Η τηλεμετρία εκπέμπεται από μια μικρή κεραία που βρίσκεται στο αυτοκίνητο, συνήθως στα πλάγια ή στον εξωτερικό καθρέφτη τον πλησιέστερο στα pits. Επιπλέον 40 MB (περίπου) μπορούν να ληφθούν από το αυτοκίνητο, συνδέοντας ένα φορητό υπολογιστή. Η υποδοχή συνήθως βρίσκεται στα πλάγια ή κοντά στο ρεζερβουάρ.

Ένας μεγάλος αριθμός υπολογιστών χρησιμοποιείται για την επεξεργασία των πληροφοριών που αποστέλλονται από τα αυτοκίνητα, ενώ βρίσκονται στην πίστα. Το εν λόγω λογισμικό χρησιμοποιεί ηλεκτρονικούς υπολογιστές που παρέχονται από εταιρείες όπως η Hewlett Packard, Compaq και TAG Electronics. Το λογισμικό εμφανίζει τις πληροφορίες στις οθόνες με τρόπο που μπορεί να ερμηνευθεί από τους μηχανικούς. Κατά τη διάρκεια ενός αγώνα, ενδείξεις όπως η θερμοκρασία του κινητήρα και η υδραυλική πίεση εξετάζονται λεπτομερώς για να επιβεβαιωθεί ότι μια μεγάλη αποτυχία δεν είναι επικείμενη. Εάν κάποιες ενδείξεις πάνε πάνω ή κάτω από αυτό που αναμένεται κανονικά, οι μηχανικοί μπορούν να επικοινωνήσουν με τον οδηγό και, για παράδειγμα, να του ζητήσουν να χρησιμοποιεί λιγότερες στροφές του κινητήρα ή να φρενάρει νωρίτερα ώστε να προσπαθήσει να αποφύγει βλάβες.

Η McLaren έχει αναπτύξει δικό της σύστημα που ονομάζεται Advanced Telemetry Linked Acquisition System (Προηγμένο σύστημα συλλογής Τηλεμετρίας) (ATLAS). Αυτό το σύστημα εμφανίζει γραφήματα καθενός από τα συστήματα του αυτοκινήτου σε πραγματικό χρόνο σε όλα τα τμήματα της πίστας. Οι περισσότερες από τις κορυφαίες ομάδες έχουν παρόμοια συστήματα, αλλά θεωρείται ότι της McLaren είναι σήμερα ένα από τα καλύτερα.

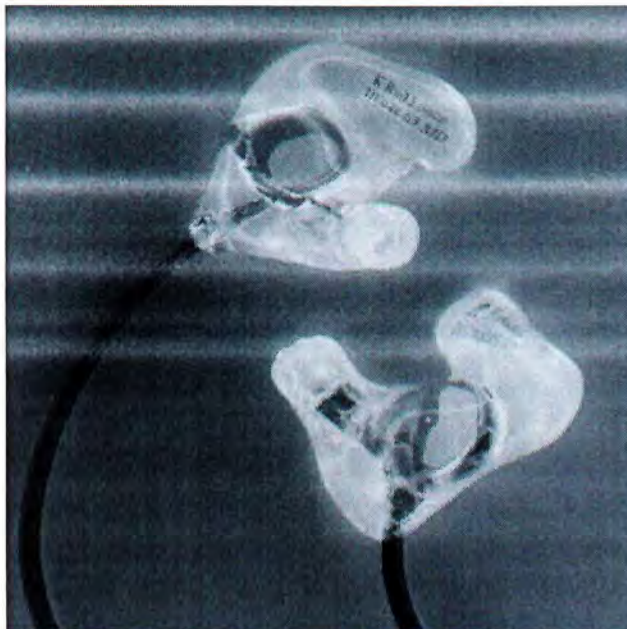
1.2 Επικοινωνία στην Formula 1

Η επικοινωνία είναι το κλειδί για την επιτυχία οποιασδήποτε ομάδας της Formula 1, και αυτό ποτέ δεν είναι πιο σημαντικό από ό,τι κατά τη διάρκεια ενός αγώνα. Το in-car σύστημα επικοινωνίας κάνει ακριβώς αυτό που υποδηλώνει το όνομα του,

επιτρέπει στους οδηγούς να δίνουν και να λαμβάνουν πληροφορίες, ενώ βρίσκονται στην πίστα.

Το σύστημα διαθέτει τρεις βασικές λειτουργίες:

- Επιτρέπει η ομάδα να παρέχει οδηγίες προς τον οδηγό. Αυτό λαμβάνει τη μορφή της στρατηγικής ελέγχου, συμβουλευόντας τον οδηγό για τη θέση του και τον πληροφορεί για απρόβλεπτα γεγονότα ή συνθήκες.
- Χρησιμοποιείται από τον οδηγό για να στείλει σχόλια στο γκαράζ πριν από το pit stop, επιτρέποντας αλλαγές στις ρυθμίσεις που πρέπει να προετοιμάζονται μηχανικοί.
- Σε ακραίες περιπτώσεις, η χρήση του είναι ζωτικής σημασίας καθώς επιτρέπει στον οδηγό να πληροφορηθεί για μία έκτακτη στάση που μπορεί να προκληθεί από ένα αγωνιστικό περιστατικό, για μία διάτρηση ή για την αποτυχία του συστήματος.



Ακουστικά

Οι ομάδες προσπαθούν να κρατήσουν την ομάδα των ανθρώπων που λειτουργούν το σύστημα όσο το δυνατόν μικρότερη, με μόλις τρεις βασικούς ομιλητές που συμμετέχουν για κάθε αυτοκίνητο. Αυτό καθιστά δυνατό να τηρηθούν οι σωστές διαδικασίες και σε προγραμματισμένες και σε έκτακτες στάσεις σε όλη την διάρκεια του αγώνα. Οι ομάδες αυτές περιλαμβάνουν τον οδηγό και τον μηχανικό του αγώνα, μαζί με ένα μέλος της διοίκησης της ομάδας.

Η ομάδα της McLaren Mercedes έχει εργαστεί μαζί με τον επίστημο προμηθευτή της Kenwood για να αναπτύξουν τα δικά τους συστήματα επικοινωνίας μέσα στο αυτοκίνητο. Ασύρματο σύστημα της MP4-19B έχει οριστεί η CBX-780 και βρίσκεται

κάτω από τα γόνατα του οδηγού στο πάτωμα του αυτοκινήτου, ενώ το μικρόφωνο και τα κομμάτια τοποθετούνται στο αυτί στο κράνος. Μέσα στο γκαράζ είναι ένα ψηφιακό σύστημα ενδοεπικοινωνίας που μετατρέπει τον ήχο σε δεδομένα, ένα PC ελεγκτής για την παρακολούθηση και ρύθμιση του συστήματος καθώς και τις μονάδες που εκπέμπουν αναμετάδοση των ραδιοφωνικών σημάτων σε όλη την πίστα. Καθ' όλη τη σεζόν αλλαγές γίνονται για το βασικό σύστημα, το οποίο σύμφωνα με τεχνικούς κανονισμούς που ορίζονται από το διοικητικό όργανο του αθλήματος, την FIA, η ομάδα είναι ελεύθερη να το αναπτύξει, όπως επιθυμεί.

Ο Phil Asbury, ο επικεφαλής των συστημάτων στην McLaren Racing αναφέρει: "Όπως με όλους τους άλλους τομείς της Formula 1, και στον σχεδιασμό αυτοκινήτων, αναζητούμε συνεχώς βελτιώσεις, όσον αφορά τη συσκευασία, την απόδοση, την ποιότητα του ήχου ή την ασφάλεια."

Παρόμοια με τα περισσότερα εξαρτήματα σε ένα μονοθέσιο της Formula 1, το in-car σύστημα επικοινωνίας πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο και ελαφρύτερο, έτσι η συσκευασία του εξοπλισμού ραδιοεπικοινωνίας αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα.

Ο Asbury αναφέρει ότι «εάν αναπτύξουμε μια δυνατότητα να μειωθεί το μέγεθος ή το βάρος του συστήματος, τότε είναι βέβαιο ότι θα εξεταστεί το ενδεχόμενο επένδυσης σε αυτό, ακόμη και αν δεν υπάρχουν άλλα τεχνικά οφέλη».

Δεν είναι μόνο το προσωπικό της ομάδας που εμπλέκεται στις συνομιλίες με τον οδηγό κατά τη διάρκεια του αγώνα, καθώς η FIA προβλέπει ότι πρέπει να έχει πρόσβαση στα κανάλια ήχου μεταξύ των οδηγών και των pits. Αυτό σημαίνει ότι η ομάδα πρέπει να δρομολογήσει μερικά από τα κανάλια ήχου από την ασύρματη επικοινωνία τους και τα ενδοεπικοινωνιακά συστήματα επικοινωνίας απευθείας με το σύστημα ενδοεπικοινωνίας της FIA εκτός της σύνδεσής τους.

1.3 Ιστορική αναδρομή

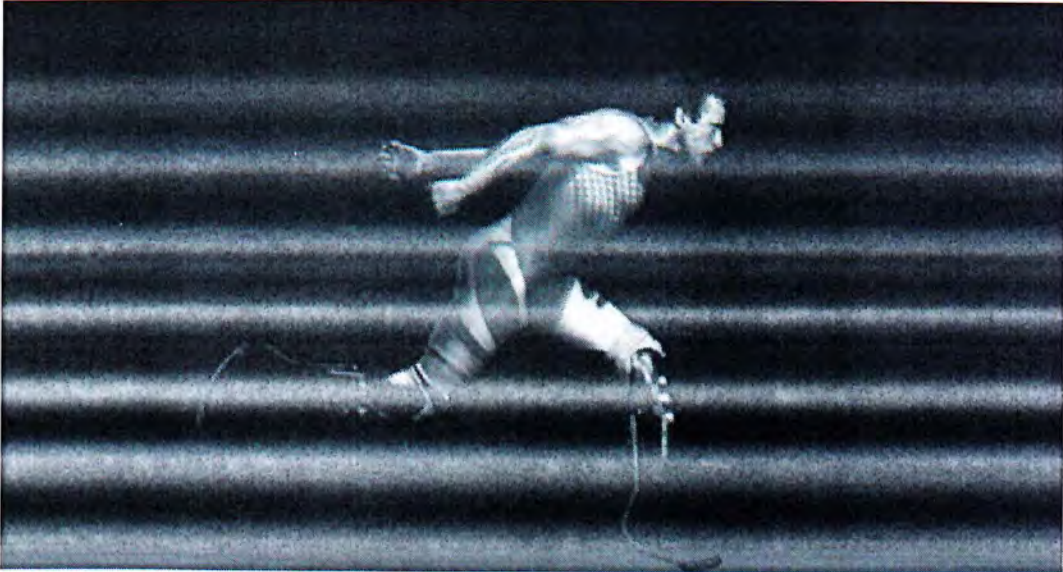
Οι πληροφορίες τηλεμετρίας έχουν τις ρίζες τους στον 19ο αιώνα. Ένα από τα πρώτα κυκλώματα διαβίβασης δεδομένων αναπτύχθηκε το 1845 μεταξύ του Ρώσικου Χειμερινού Παλατιού του Τσάρου και του αρχηγείου του στρατού. Το 1874, γάλλοι μηχανικοί έχτισαν ένα σύστημα καιρικών συνθήκων και αισθητήρες για το βάθος του χιονιού του Mont Blanc, που μετεδίδαν σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες στο Παρίσι. Το 1901 ο Αμερικανός εφευρέτης C. Michalke κατοχυρώνει με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το selsyn, ένα κύκλωμα για την αποστολή πληροφοριών συγχρονισμένης περιστροφής σε μια απόσταση. Το 1906, ένα σύνολο σεισμικών σταθμών χτίστηκαν με τηλεματικό στο Παρατηρητήριο Pulkovo στη Ρωσία. Το 1912, ο Commonwealth Edison ανέπτυξε ένα σύστημα τηλεμετρίας για την παρακολούθηση των ηλεκτρικών φορτίων στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Η Διώρυγα του Παναμά που ολοκληρώθηκε το 1914, χρησιμοποιεί εκτεταμένα συστήματα τηλεμετρίας για την παρακολούθηση κλειδαριών και των επίπεδων του νερού.

Η ασύρματη τηλεμετρία που έκανε τις πρώτες εμφανίσεις στις ραδιοβολίσεις, αναπτύχθηκε ταυτόχρονα το 1930 από τον Robert Bureau στη Γαλλία και Pavel Molchanov στη Ρωσία. Το σύστημα του Molchanov διαμόρφωνε μετρήσεις θερμοκρασίας και πίεσης μετατρέποντάς τις με κώδικα Μόρς ασύρματα. Ο γερμανικός πύραυλος V-2 χρησιμοποιούσε ένα σύστημα πρωτόγονων πολυπλεκτικών ραδιοσήματων που ονομάζεται "Μεσίνα" για να αναφέρει τέσσερις παραμέτρους των πυραύλων, αλλά ήταν τόσο αναξιόπιστο ώστε η Βέρνερ φον Μπράουν υποστήριξε κάποτε ότι ήταν πιο χρήσιμο να παρακολουθεί κανείς τον πύραυλο με κιάλια. Στις ΗΠΑ και την ΕΣΣΔ, το σύστημα Μεσίνα αντικαταστάθηκε γρήγορα με τη βελτίωση των συστημάτων (και στις δύο περιπτώσεις, με βάση διαμόρφωσης παλμού-θέσης).

Τα πρόωρα Σοβιετικά συστήματα τηλεμετρικών διατάξεων του πυραύλου και του χώρου που αναπτύχθηκαν στα τέλη της δεκαετίας του 1940 χρησιμοποιούσαν είτε διαφοροποίηση παλμού-θέσης (π.χ., το δοκιμαστικό σύστημα τηλεμετρίας που αναπτύχθηκε από OKB-MEI) ή παλμικής διάρκειας διαμόρφωση. Στις ΗΠΑ πρώιμο έργο απασχολούσε παρόμοια συστήματα, αλλά αργότερα αντικαταστάθηκε από τον Pulse-Code Modulation (PCM). Αργότερα τα Σοβιετικά διαπλανητικά εξερευνητικά χρησιμοποιούσαν περιτάσσυστήματα ραδιοφώνου, μεταδίδοντας τηλεμετρία με PCM σε ένα δέκατο μέτρουζώνη και PPM σε ένα εκατοστό ζώνη.

1.4 Η Formula 1 στην υπηρεσία της ανθρωπότητας

Η F1 είναι συνώνυμο της ταχύτητας, της εξέλιξης και της εξεζητημένης τεχνολογίας. Πρόκειται για ένα από τα δημοφιλέστερα σπορ παγκοσμίως που όμως δεν έχει μόνο φανατικούς φίλους. Η F1 είναι επιστήμη. Είναι συνώνυμο της ταχύτητας, της εξέλιξης και της εξεζητημένης τεχνολογίας.



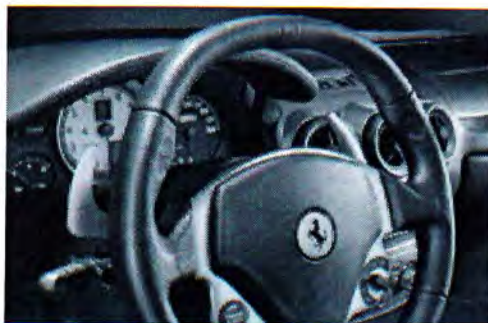
Πρόκειται για ένα πανάκριβο σπορ που το τελευταίο διάστημα προσπαθεί να μπει σε νέα καλούπια λόγω της κρίσης που μαστιάζει την παγκόσμια οικονομία.

Όλες αυτές οι επενδύσεις που γίνονται από τις ομάδες και τους κατασκευαστές στην προσπάθειά τους να ανέβουν στην κορυφή, λειτουργούν προς όφελος όχι μόνο των ίδιων, αλλά και των καθημερινών ανθρώπων.

Κορυφαίοι επιστήμονες και μηχανικοί ξοδεύουν αρκετό χρόνο προκειμένου να βρουν λύσεις που θα τους βοηθήσουν να κατασκευάσουν μονοθέσια-νικητές.

Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται στην F1 εφαρμόζεται και σε τομείς που μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των ανθρώπων.

Οι εφαρμογές που μπορούν να βρεθούν είναι σε κάποιες περιπτώσεις ιδιαίτερα εντυπωσιακές.

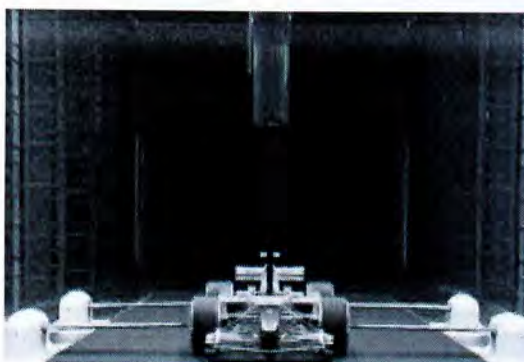


1.4.1 Αυτοκίνητα παραγωγής

Χρόνο με το χρόνο νέες τεχνολογίες χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα παραγωγής οι οποίες έχουν εφαρμοστεί πρώτα στα μονοθέσια της F1.

Traction control, Launch control, αλλαγές ταχυτήτων μέσω πτερυγίων που βρίσκονται πίσω από το τιμόνι και διάφορα άλλα ηλεκτρονικά συστήματα ενσωματώνονται στα αυτοκίνητά μας με στόχο τη βελτίωση των επιπέδων ασφάλειας.

Μελλοντικά αναμένουμε την χρησιμοποίηση του συστήματος ανάκτησης ενέργειας (KERS) το οποίο βρίσκεται στα πρώτα στάδια εξέλιξης στην F1. Παρόμοιο σύστημα χρησιμοποιείται ήδη σε κάποια υβριδικά αυτοκίνητα μόνο που δεν σχετίζεται με αυτό που εξελίσσεται για την F1.



Στα μονοθέσια, το εν λόγω σύστημα θα αποθηκεύει ενέργεια σε μια μπαταρία κατά τη διάρκεια του φρεναρίσματος.

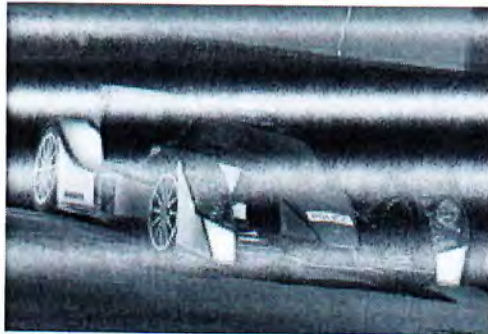
Με το πάτημα ενός κουμπιού η αποθηκευμένη ενέργεια μετατρέπεται σε δύναμη και για μερικά δευτερόλεπτα ο οδηγός έχει στη διάθεσή του επιπλέον 70-80 ίππους που τον βοηθούν να επιχειρήσει προσπέρασμα.

1.4.2 Περιπολικά-πύραυλοι

Το Carago T1 είναι το νέο μοντέλο της αστυνομίας πόλεων. Πρόκειται για ένα διαφορετικό περιπολικό το οποίο χρησιμοποιεί τεχνολογικές λύσεις που προέρχονται απευθείας από την F1.

Είναι ένα διθέσιο supercar με τον κινητήρα -V8 που αποδίδει 575 ίππους- τοποθετημένο στο κέντρο και με εντυπωσιακή αεροδυναμική. Κατασκευασμένο από ανθρακονήματα, μοιάζει περισσότερο με αυτοκίνητο που μετέχει σε αγώνες αντοχής.

Η τελική του ταχύτητα ξεπερνάει τα 320km/h ενώ κάνει τα 0-100 σε λιγότερο από πέντε δευτερόλεπτα.



Είναι σχεδιασμένο από πρώην μηχανικούς της McLaren, το τιμόνι του είναι αφαιρούμενο όπως στα μονοθέσια της F1, ενώ οι αλλαγές γίνονται μέσω πτερυγίων που βρίσκονται στο τιμόνι.

Υπάρχει επίσης διαχύτης που βελτιώνει το "ground effect", τη δυναμική πρόσφυση εδάφους του αυτοκινήτου.

1.4.3 Βελτιωμένη αεροδυναμική για αεροπλάνα

Οι ομάδες της F1 χρησιμοποιούν την υπολογιστική ρευστοδυναμική (Computational Fluid Dynamics ή CFD) σε συνδυασμό με τις αεροδυναμικές σήραγγες ώστε να βελτιώσουν την αεροδυναμική των μονοθεσίων τους.

Η συγκεκριμένη τεχνολογία εφαρμόζεται και στο σχεδιασμό και την εξέλιξη των αεροπλάνων.

Η Force India συνεργάζεται με την Airbus, ενώ η Renault έχει αναπτύξει δεσμούς με την εταιρία έρευνας και εξέλιξης της Boeing, Boeing Phantom Works.



Η δουλειά που γίνεται με την υπολογιστική ρευστοδυναμική αναμένεται να οδηγήσει μελλοντικά σε μείωση κατά 2 με 3% της αεροδυναμικής αντίστασης για τα υπερηχητικά αεροσκάφη.

Υπολογιστική ρευστοδυναμική (CFD): Είναι μία μέθοδος πρόβλεψης της συμπεριφοράς των ρευστών, η οποία βασίζεται στην αριθμητική επίλυση των εξισώσεων συνέχειας και ορμής (εξισώσεις Navier-Stokes) σε συνδυασμό με τις εξισώσεις διατήρησης μάζας και ενέργειας, σε γεωμετρία που ορίζεται από το χρήστη.

Αποτελεί ένα αποτελεσματικό και εύχρηστο εργαλείο προσομοίωσης της συμπεριφοράς των ρευστών. Έτσι μπορεί να μελετηθεί η επίδραση διαφόρων παραμέτρων (γεωμετρικά χαρακτηριστικά του αγωγού, ιδιότητες του ρευστού, συνοριακές συνθήκες κλπ) στα χαρακτηριστικά της ροής (κατανομή ταχύτητας, πτώση πίεσης, μεταφορά θερμότητας, μεταφορά μάζας κλπ).



1.4.4 Ταχύτεροι ανεφοδιασμοί ελικοπτέρων

Εδώ η επιρροή της F1 δεν έχει να κάνει με την τεχνολογία, αλλά με τον τρόπο. Ο Βρετανικός στρατός κατάφερε να μειώσει τον χρόνο ανεφοδιασμού των ελικοπτέρων Apache παρακολουθώντας την διαδικασία των pit-stops της F1.

Πριν από έξι χρόνια μέλη της πολεμικής αεροπορίας αποφάσισαν να εφαρμόσουν τη διαδικασία των ανεφοδιασμών της F1 στον ανεφοδιασμό των πολεμικώνελικοπτέρων.

Τα αποτελέσματα είναι εντυπωσιακά καθώς ο χρόνος ανεφοδιασμού των ελικοπτέρων μειώθηκε κατά το ήμισυ.

Παράλληλα, ακολουθώντας τα πρότυπα της F1, το προσωπικό που ασχολείται αποκλειστικά με τους ανεφοδιασμούς φοράει ειδική, πυρίμαχη στολή.

1.4.5 Αυξημένη προστασία για τους αρματιστές

Στις ΗΠΑ έχουν εξελίξει ένα νέο ειδικό κάθισμα για τα άρματα μάχης με ενσωματωμένη ζώνη ασφαλείας που είναι παρόμοια με αυτή που χρησιμοποιούν οι πιλότοι της F1 στα μονοθέσιά τους.



Πρόκειται για ζώνες πέντε σημείων -η αποδέσμευση είναι πολύ εύκολη- που βρίσκονται πάνω στο κάθισμα και όχι στο πάτωμα ή στο τοίχωμα του άρματος.

Σε περίπτωση έκρηξης, οι αρματιστές μένουν καρφωμένοι στις θέσεις τους και δεν κινδυνεύουν να τραυματιστούν χτυπώντας βίαια πάνω σε σημεία του άρματος.

1.4.6 Πιο αποδοτικά ποδήλατα

Ο παλιός αεροδυναμιστής της Red Bull Racing, Σάιμον Σμαρτ έχει εξελίξει την αεροδυναμική σήραγγα Drag2 Zero η οποία απευθύνεται σε ποδηλάτες που αγωνίζονται σε ποδηλατικούς γύρους ή αγώνες πίστας.

Στόχος είναι η μείωση της αεροδυναμικής αντίστασης βελτιώνοντας τη στάση του σώματός των αθλητών πάνω στο ποδήλατο.



Η εταιρία Velo Science που έχει ο Σμαρτ στη Μεγάλη Βρετανία δοκιμάζει πλαίσια και τιμόνια για ποδήλατα μέσα στη σήραγγα προκειμένου να αυξήσει την αποδοτικότητά τους και να μειώσει την οπισθέλκουσα.

1.4.7 Επιρροή και στα χειμερινά σπορ

Οι εγκαταστάσεις της σήραγγας αεροδυναμικής της BMW έχουν παίξει σημαντικό ρόλο στην επιτυχία των Γερμανικών ομάδων του luge και bobsleigh για πάνω από 20 χρόνια.

Μια συνεργασία μεταξύ του Κέντρου Διαχείρισης Θερμότητας του BMW Group και της ομάδας του luge είναι σε εξέλιξη από τη δεκαετία του 1990.

Εκεί οι αθλητές του luge έχουν πετύχει βελτιστοποίηση τα τελευταία χρόνια.

Μετρήσεις ακριβείας, ακόμα και στις υψηλές ταχύτητες είναι η βάση εξέλιξης του οχήματος.

Και είναι αυτή η ακρίβεια, που έγινε εφικτή στη σήραγγα αεροδυναμικής του BMW Group, το στοιχείο που δίνει ένα αποφασιστικό αγωνιστικό προβάδισμα στους αθλητές, για τους οποίους η νίκη συχνά κρίνεται από χιλιοστά του δευτερολέπτου.



Εξάλλου η Ολυμπιακή Επιτροπή της Ιταλίας (CONI) συνεργάζεται με τη Ferrari με στόχο τη διάκριση στους Ολυμπιακούς Αγώνες.

Σύμφωνα με το project, έχουν δημιουργηθεί τρεις ομάδες εργασίας με διαφορετικό τομέα ειδίκευσης η κάθε μια. Οι τομείς με τους οποίους ασχολούνται είναι: η αεροδυναμική, τα οχήματα και τα υλικά.

Η βάση των τριών ομάδων βρίσκεται στην έδρα της εταιρίας, στο Μαρανέλο και

έχουν άμεση συνεργασία με τους μηχανικούς που εργάζονται στην ομάδα της F1. Με την τεχνογνωσία της και την εμπειρία της στην αεροδυναμική, η ιταλική φίρμα θα βοηθήσει στην κατασκευή και την εξέλιξη bobsleigh, luge, skeleton, αλλά και εξοπλισμού για αγωνιστικό πατινάζ.

Εκτός αυτών, βοήθησε στην κατασκευή και εξέλιξη κανόε και σκαφών κωπηλασίας, ενώ μελλοντικά θα μελετήσει νέες τεχνικές για την ιστιοπλοΐα, την ποδηλασία και το τένις.



1.4.8 Στην υπηρεσία της κολύμβησης

Άλλος ένας τομέας στον οποίο εφαρμόζεται τεχνολογία από F1 είναι η κολύμβηση. Συγκεκριμένα η υπολογιστική ρευστοδυναμική χρησιμοποιείται για την έρευνα και την εξέλιξη των αγωνιστικών «κουστουμιών» που βοηθάνε τους κολυμβητές να βελτιώνουν τις επιδόσεις τους στις πισίνες.

Για παράδειγμα ο Μάικλ Φελπς με την ειδική στολή που του σχεδίασε η Speedo κατάφερε να πάρει οχτώ χρυσά μετάλλια στους Ολυμπιακούς Αγώνες του Πεκίνου.



Η στολή Fastkin κατασκευάζεται ξεχωριστά για κάθε αθλητή ώστε να προσαρμόζεται τέλεια πάνω του. Οι έρευνες έδειξαν ότι με το συγκεκριμένο «κουστόμι» οι κολυμβητές είναι κατά 4% ταχύτεροι στις εκκινήσεις τους, στα σπριντ και στις στροφές, ενώ τους βοηθά να έχουν μεγαλύτερη διάρκεια στην απόδοσή τους.

1.4.9 Τεχνητά μέλη σώματος

Και όμως τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των μονοθεσίων μπορούν να βοηθήσουν ανθρώπους που δεν έχουν κάτω άκρα, όχι μόνο να σταθούν στα πόδια τους αλλά και να λάβουν μέρος σε αγώνες γνωρίζοντας διακρίσεις. Ως παράδειγμα υπάρχει ο νοτιοαφρικανός παραολυμπιονίκης Όσκαρ Πιστόριους ο οποίος χρησιμοποιεί δύο τεχνητά μέλη για πόδια. Τα μέλη είναι κατασκευασμένα από ανθρακονήματα και έχουν τη μορφή των ποδιών των τσίτα, των ταχύτερων θηλαστικών της γης. Τα συγκεκριμένα μέλη λειτουργούν ως αμορτισέρ απορροφώντας τους κραδασμούς και είναι εφεύρεση του Βαν Φίλιπς που έχασε το πόδι του σε ατύχημα που είχε κάνοντας θαλάσσιο σκι. Ο 22 χρονών Πιστόριους έχει κατακτήσει έξι μετάλλια σε Παραολυμπιακούς στον στίβο (πέντε χρυσά και ένα χάλκινο) και έχει τα παγκόσμια ρεκόρ σε 100, 200 και 400μ.

1.4.10 Ορθοπεδικά εξαρτήματα αποκατάστασης

Η McLaren Applied Technologies (επιστημονικός κλάδος της McLaren) έχει εξελίξει το Gen3, ένα πανάλαφρο εξάρτημα ενδυνάμωσης γονάτου το οποίο είναι κατασκευασμένο από ανθρακονήματα. Το εν λόγω εξάρτημα χρησιμοποιεί μικροϋδραυλικά για τον ακριβή έλεγχο των κινήσεων του ασθενή.

1.4.11 Τηλεμετρία για ασθενείς

Μια συσκευή που χρησιμοποιείται εδώ και καιρό από την F1, για τη συλλογή και καταγραφή δεδομένων από τα μονοθέσια σε πραγματικό χρόνο, όπως πχ. θερμοκρασία λαδιού και στροφές του κινητήρα, χρησιμοποιείται τώρα από επαγγελματίες γιατρούς για την παρακολούθηση ασθενών. Πρόκειται για μια συσκευή τηλεμετρίας στην ουσία που έχει κατασκευάσει και εξελίξει η McLaren Applied Technologies, η οποία παρακολουθεί την κατάσταση των βασικών λειτουργιών του ανθρώπινου οργανισμού κατά τη διάρκεια μεταφοράς των ασθενών στο νοσοκομείο.

1.4.12 Ψυχαγωγία

Ακόμα και σε αυτόν τον τομέα υπάρχει κατά κάποιο τρόπο επιρροή από την F1. Το Ovee είναι ένας μίνι σταθμός ψυχαγωγίας που κατασκευάζει η McLaren Applied Technologies. Το Ovee είναι κατασκευασμένο από ανθρακονήματα και κοστίζει 56 χιλιάδες ευρώ.

Κεφάλαιο 2

Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

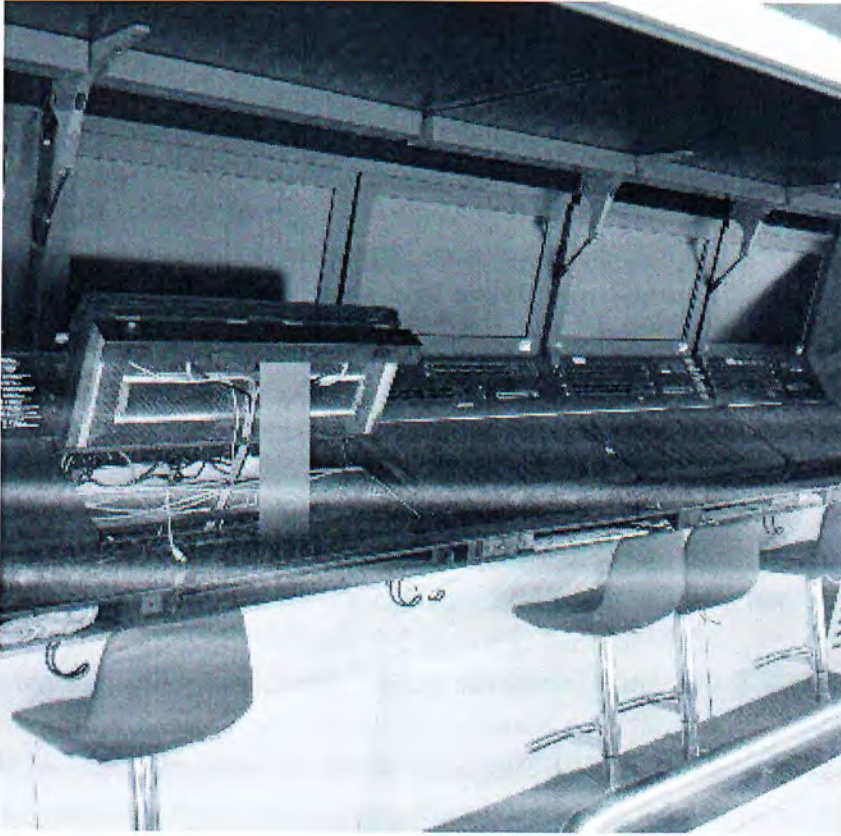
2.1. Επικοινωνία είναι το κλειδί:

Η ομάδα της Ferrari θεωρεί ότι αυτό είναι δεδομένο. Προφανώς σε πραγματικό χρόνο η Τηλεμετρία μοιράζεται μεταξύ του αυτοκινήτου και του γκαράζ της Ferrari, στο pit lane και στο εργοστάσιο στο Maranello. Αυτό συμβαίνει μέσω των Controller Area Network (Δικτύου Ελέγχου Χώρου) (CAN) γραμμών και Ethernet γραμμών . Οι γραμμές CAN συνδέονται με RF πλάκες, οι οποίοι με τη σειρά τους συνδέονται με μια σειρά από κεραίες οι οποίες τοποθετούνται σε όλο το κύκλωμα που επιτρέπει ασύρματη, πραγματικού χρόνου, τηλεμετρία στο γκαράζ . Από εδώ, οι μηχανικοί μπορούν να αλλάξουν τις παραμέτρους του προγράμματος του αυτοκινήτου. Για τη σύνδεση μεταξύ του διακομιστή πίστας και του Maranello, η Ferrari χρησιμοποιεί Multiprotocol Label Switching Network (MPLS), το οποίο επιτρέπει πολύ υψηλά δεδομένα , ταχύτητων μεταφοράς μέχρι 6 megabits / δευτερόλεπτο. Στην πραγματικότητα, τα άτομα στη Maranello έχουν ακόμη και πρόσβαση στην επικοινωνία μεταξύ των οδηγών και των μηχανικών των pit-lane.

Επίσης, το CAN είναι ένα αυτοκινούμενο πρωτόκολλο το οποίο χρησιμοποιείται ακόμη και στα καθημερινά οχήματα μας. Ο Beneventi λέει ότι η ισχυρή φύση του πρωτοκόλλου το καθιστά ιδανικό ακόμη και για τα αυτοκίνητα της Formula 1.

2.2. Ανάλυση δεδομένων και Τηλεμετρία

Η Επικοινωνία και η υπολογιστική ισχύς έχει ως λόγο ύπαρξης να διευκολύνει την ανάλυση των δεδομένων και των προσομοιώσεων σε πραγματικό χρόνο τηλεμετρίας. Σύμφωνα με τον Beneventi η ομάδα συλλέγει περίπου 2 έως 3 GB δεδομένων για ένα αυτοκίνητο κατά τη διάρκεια ενός αγώνα δύο ημερών που αποθηκεύεται στον κεντρικό server στο γκαράζ των pits.



Επίσης, συγχρονίζεται αυτόματα με τον κεντρικό υπολογιστή της Ferrari (στην Maranello) με την βοήθεια του MPLS δικτύου τους. Με βάση αυτά τα δεδομένα και τον πραγματικό χρόνο τηλεμετρίας η ομάδα σχεδιάζει τη στρατηγική του αγώνα και την περαιτέρω ανάπτυξη της αεροδυναμικής σήραγγας του αυτοκινήτου.

2.3 Controller Area Network

Το Controller Area Network (CAN ή CAN bus) είναι ένα πρότυπο δίκτυο μεταφοράς δεδομένων, σχεδιασμένο να επιτρέπει μικροελεγκτές και συσκευές να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσα σε ένα όχημα χωρίς κεντρικό υπολογιστή.

Το CAN είναι ένα πρωτόκολλο βασισμένο στα μηνύματα, σχεδιασμένο ειδικά για αυτοματοποιημένες εφαρμογές, αλλά τώρα χρησιμοποιείται και σε άλλους τομείς όπως βιομηχανική αυτοματοποίηση και ιατρικό εξοπλισμό.

Η ανάπτυξη του CAN bus ξεκίνησε αρχικά το 1983 στη Robert Bosch GmbH. Το πρωτόκολλο κυκλοφόρησε επίσημα το 1986 στο συνέδριο Society of Automotive Engineers (SAE) στο Ντιτρόιτ, στο Μίτσιγκαν. Το πρώτο τσιπ ελεγκτή CAN, παράχθηκε από την Intel και τη Philips, ήρθε στην αγορά το 1987.

Η Bosch δημοσίευσε την ειδική έκδοση του CAN 2.0 το 1991.

Το CAN είναι ένα από τα πέντε πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στο πρότυπο διαγνωστικής οχήματος OBD-II. Το πρότυπο OBD-II είναι υποχρεωτικό για όλα τα αυτοκίνητα και τα ελαφρά φορτηγά που πωλούνται στις Ηνωμένες Πολιτείες από το 1996, και το πρότυπο EOBD έγινε υποχρεωτικό για όλα τα βενζινοκίνητα οχήματα που πωλούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση από το 2001 και όλα τα ντιζελοκίνητα οχήματα από το 2004.

Εφαρμογές

2.3.1 Αυτοκινητοβιομηχανία

Ένα σύγχρονο αυτοκίνητο μπορεί να έχει μέχρι και 70 μονάδες ηλεκτρονικού ελέγχου (ECU) για τα διάφορα υποσυστήματα. Συνήθως ο μεγαλύτερος επεξεργαστής είναι η μονάδα ελέγχου του κινητήρα (και μονάδα ελέγχου κινητήρα / ECM ή συστήματα ελέγχου κινητήρα / PCM στα αυτοκίνητα). Άλλοι επεξεργαστές χρησιμοποιούνται για τους αερόσακους, τροχούς πέδησης / ABS, αυτόματου πιλότου, ηλεκτρικά υποβοηθούμενο τιμόνι / EPS, συστήματα ήχου, παράθυρα, πόρτες, προσαρμογή καθρεφτών, επαναφόρτιση της μπαταρίας και συστημάτων για υβριδικά / ηλεκτρικά αυτοκίνητα, κλπ. Μερικά από αυτά αποτελούν ανεξάρτητα υποσυστήματα, αλλά η επικοινωνία μεταξύ άλλων είναι ουσιαστικής σημασίας. Ένα υποσύστημα μπορεί να χρειαστεί να ελέγχει κινητήρες ή να λαμβάνει πληροφορίες από τους αισθητήρες. Το πρωτότυπο CAN επινοήθηκε για να καλύψει τις ανάγκες αυτές.

Το CANbus μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα οχήματα για να συνδεθούν η μονάδα ελέγχου κινητήρα και η μετάδοση, ή (σε διαφορετικό bus) για να συνδεθούν οι κλειδαριές θυρών, ο έλεγχος κλίματος, ο έλεγχος θέσεων, κλπ. Σήμερα το CAN bus χρησιμοποιείται επίσης ως fieldbus σε γενικό αυτοματοποιημένο περιβάλλον, πρωτίστως λόγω του χαμηλού κόστους ορισμένων ελεγκτών και επεξεργαστών CAN.

2.3.2 Τεχνολογία

Το CAN είναι ένας πρότυπος σειριακός αναμεταδοτικός κύριος πολλαπλός δίαυλος για τη σύνδεση των μονάδων ηλεκτρονικού ελέγχου (ECU).

Κάθε κόμβος έχει τη δυνατότητα να στέλνει και να λαμβάνει μηνύματα, αλλά όχι ταυτόχρονα. Ένα μήνυμα αποτελείται κυρίως από μία ID (ταυτότητα), η οποία αντιπροσωπεύει την προτεραιότητα του μηνύματος, μέχρι και οκτώ bytes δεδομένων. Μεταδίδεται σειριακά πάνω στο δίαυλο. Αυτό το σχήμα σήματος είναι κωδικοποιημένο σε non-return-to-zero (NRZ) και είναι αισθητή από όλους τους κόμβους.

Οι συσκευές που είναι συνδεδεμένες μέσω ενός δικτύου CAN είναι συνήθως αισθητήρες, ενεργοποιητές, και άλλες συσκευές ελέγχου. Αυτές οι συσκευές δεν συνδέονται άμεσα με το δίαυλο, αλλά μέσω ενός host επεξεργαστή και έναν ελεγκτή CAN.

Αν ο δίαυλος είναι άδειος, κάθε κόμβος μπορεί να αρχίσει να μεταδίδει. Σε περίπτωση που δύο ή περισσότεροι κόμβοι αρχίσουν την αποστολή μηνυμάτων, ταυτόχρονα, το μήνυμα με την πιο κυρίαρχη ταυτότητα ID (η οποία έχει τα πιο κυρίαρχα bits, δηλαδή, μηδενικά) θα αντικαταστήσουν της λιγότερης κυριότητας ταυτότητες των άλλων κόμβων, έτσι ώστε τελικά (μετά από αυτή την διαιτησία για την ταυτότητα) μόνο το κυρίαρχο μήνυμα παραμένει και παραλαμβάνεται από όλους τους κόμβους. Ο μηχανισμός αυτός αναφέρεται ως προτεραιότητα με βάση την διαιτησία του διαύλου. Μηνύματα με αριθμητικά μικρότερες τιμές των IDs (ταυτοτήτων) έχουν μεγαλύτερη προτεραιότητα και μεταδίδονται πρώτα. Κάθε κόμβος απαιτεί :

Κεντρικό Επεξεργαστή

- Ο κεντρικός επεξεργαστής αποφασίζει τι σημαίνουν τα μηνύματα που δέχεται και ποιά μηνύματα θέλει να μεταδώσει αυτός.
- Αισθητήρες, ενεργοποιητές και συσκευές ελέγχου μπορούν να συνδεθούν με τον κεντρικό επεξεργαστή.

CAN ελεγκτή (υλικού με ένα σύγχρονο ρολόι).

- Λήψη : ο ελεγκτής CAN αποθηκεύει τα ληφθέντα bits σειριακά από το δίαυλο μέχρι ένα ολόκληρο μήνυμα να είναι διαθέσιμο, το οποίο μπορεί να ληφθεί στη συνέχεια από τον κεντρικό επεξεργαστή (συνήθως μετά την πρόκληση μιας διακοπής από τον ελεγκτή CAN).
- Αποστολή: ο κεντρικός επεξεργαστής αποθηκεύει τα μεταδιδόμενα μηνύματα του σε έναν ελεγκτή CAN, ο οποίος μεταδίδει τα bits σειριακά πάνω στο δίαυλο.

Πομποδέκτης

- Λήψη: προσαρμόζει τη στάθμη σήματος από το δίαυλο σε επίπεδα που ο ελεγκτής CAN αναμένει και έχει προστατευτικό κύκλωμα που προστατεύει τον ελεγκτή CAN.
- Μετάδοση: μετατρέπει το μεταδιδόμενο-bit σήμα που λαμβάνει από τον ελεγκτή CAN σε ένα σήμα που στέλνεται πάνω στο δίαυλο.

Ρυθμός bit έως και 1 Mbit / s είναι δυνατόν κατά μήκος του δικτύου κάτω από 40

m. Η μείωση του ρυθμού bit επιτρέπει μεγαλύτερες αποστάσεις δικτύου (π.χ., 500 μ. σε 125 kbit / s).

Η ζεύξη δεδομένων CAN πρωτόκολλου επιπέδου είναι τυποποιημένη σε ISO 11.898 έως I (2003). Το πρότυπο αυτό περιγράφει κυρίως το στρώμα ζεύξης δεδομένων (που αποτελείται από τουπόστρωμα τηλογικής του ελέγχου σύνδεσης (LLC) και τουπόστρωμα του ελέγχου πρόσβασης μέσου (MAC)) και ορισμένες πτυχές του φυσικού επιπέδου του μοντέλου αναφοράς OSI. Όλα τα άλλα στρώματα του πρωτοκόλλου είναι η επιλογή του σχεδιαστή δικτύου.

2.3.3 Μετάδοση δεδομένων

Το CAN διαθέτει αυτόματη διαιτησία χωρίς μετάδοση. Όταν ένα CAN μήνυμα που μεταδίδεται με την υψηλότερη προτεραιότητα πετύχει, και ο κόμβος που διαβιβάζει το χαμηλότερο μήνυμα προτεραιότητα θα το καταλάβει αυτό θα σταματήσει και θα περιμένει.

Αυτό επιτυγχάνεται με το CAN να μεταδίδει τα δεδομένα με ένα δυαδικό μοντέλο του "κυρίαρχων" bits και "υπολειπόμενων" bits, όπου κυρίαρχο είναι μια λογική 0 και υπολειπόμενο είναι μια λογική 1. Όποτε υπάρχει είτε ανοικτού συλλέκτη, ή ενσύρματο ή φυσική υλοποίηση του διαύλου (αλλά δεδομένου ότι κυρίαρχο είναι 0 αυτό μερικές φορές αναφέρεται ως ενσύρματο). Αν ένας κόμβος μεταδίδει κυρίαρχο bit και ο άλλος κόμβος μεταδίδει ένα υπολειπόμενο bit το κυρίαρχο κομμάτι «κερδίζει» (ένα λογικό ΚΑΙ μεταξύ των δύο)

Πίνακες αληθείας για κυρίαρχο / υπολειπόμενο, λογική ή και λογική και (για σύγκριση)

Κατάσταση διαύλων με δύο κόμβους μετάδοσης			Λογικό Η		Λογικό Και	
	Κυρίαρχο	Υπολειπόμενο	0	1	0	1
Κυρίαρχο	Κυρίαρχο	Κυρίαρχο	0	0	0	0
Υπολειπόμενο	Κυρίαρχο	Υπολειπόμενο	1	1	1	0

Έτσι, αν ένα υπολειπόμενο bit μεταδίδεται, ενώ ένα κυρίαρχο bit αποστέλλεται, το κυρίαρχο bit εμφανίζεται, απόδειξη της σύγκρουσης. (Όλες οι άλλες συγκρούσεις είναι αόρατες.) Το κυρίαρχο bit επιβεβαιώνεται με τη δημιουργία μιας τάσης μέσα από τα καλώδια, ενώ ένα υπολειπόμενο bit απλά δεν επιβεβαιώνεται στον δίαυλο. Εάν οποιοσδήποτε κόμβος ορίζει μια διαφορά τάσης, όλοι οι κόμβοι θα το

δούν. Έτσι δεν υπάρχει καμία καθυστέρηση στα μηνύματα υψηλότερης προτεραιότητας, και ο κόμβος που διαβιβάζει τα χαμηλότερα μηνύματα προτεραιότητας αυτομάτως προσπαθεί να τα αναμεταδώσει σε έξι κύκλους μηχανής (ρολόι) μετά το τέλος του κυρίαρχου μηνύματος.

Όταν χρησιμοποιείται με ένα διαφορικό δίαυλο, η έννοια του μεταφορέα πολλαπλής πρόσβασης / bitwise arbitration (CSMA / BA) εφαρμόζεται : αν δύο ή περισσότερες συσκευές αρχίσουν να διαβιβάζουν την ίδια στιγμή, υπάρχει ένα σύστημα που στηρίζεται στην προτεραιότητα διαιτησίας ώστε να αποφασίσει σε ποια θα χορηγηθεί άδεια για να συνεχίσει τη μετάδοση. Η λύση του CAN σε αυτό είναι προτεραιότητα διαιτησίας (και για το κυρίαρχο μήνυμα χωρίς καθυστέρηση), καθιστώντας το CAN κατάλληλο για προτεραιότητα πραγματικού χρόνου σε συστήματα επικοινωνιών.

Κατά τη διάρκεια της διαιτησίας, κάθε κόμβος μετάδοσης παρακολουθεί την κατάσταση του δίαυλου και συγκρίνει το ληφθέν bit με το μεταδιδόμενο bit. Εάν ένα κυρίαρχο bit ληφθεί όταν ένα υπολειπόμενο bit μεταδίδεται τότε ο κόμβος σταματά τη μετάδοση (δηλαδή, έχασε την διαιτησία). Η διαιτησία πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της μετάδοσης του πεδίου αναγνωριστικού. Κάθε κόμβος όταν αρχίζει να μεταδίδει την ίδια στιγμή στέλνει ένα ID(ταυτότητα) με κυρίαρχο το δυαδικό 0, ξεκινώντας από το υψηλό bit. Μόλις το ID τους είναι ο μεγαλύτερος αριθμός (χαμηλότερης προτεραιότητας) θα στείλουν 1 (υπολειπόμενο) και θα δούν 0 (κυρίαρχη), έτσι ώστε να κάνουν πίσω. Στο τέλος της μετάδοσης ID, όταν όλοι οι κόμβοι εκτός από έναν θα έχουν υποχωρήσει, το μήνυμα με την υψηλότερη προτεραιότητα περνάει μέσα ανεμπόδιστο.

Για παράδειγμα, θεωρούμε ένα 11-bit ID (ταυτότητα) CAN δικτύου, με δύο κόμβους με ID (ταυτότητα) των 15 (δυαδική αναπαράσταση, 00000001111) και 16 (δυαδική αναπαράσταση, 00000010000). Εάν αυτοί οι δύο κόμβοι μεταδίδουν ταυτόχρονα, ο καθένας θα διαβιβάζει τα πρώτα έξι μηδενικά του ID του, χωρίς να έχει γίνει κάποια απόφαση διαιτησίας. Όταν το 7ο bit μεταδίδεται, ο κόμβος με την ταυτότητα των 16 θα μεταδώσει το 1 (υπολειπόμενο) για την ταυτότητα του, και ο κόμβος με την ταυτότητα των 15 θα μεταδώσει 0 (κυρίαρχη) για την ταυτότητα του. Όταν συμβαίνει αυτό, ο κόμβος με την ταυτότητα των 16 θα συνειδητοποιήσει ότι έχασε την διαιτησία του, και θα επιτρέψει στον κόμβο με την ταυτότητα των 15 να συνεχίσει τη μεταφορά του. Αυτό εξασφαλίζει ότι ο κόμβος με την χαμηλότερη τιμή bit θα κερδίσει πάντα την διαιτησία. Η ταυτότητα με τον μικρότερο αριθμό θα κερδίσει το δικαίωμα χρήσης.

2.3.4 ID κατανομή

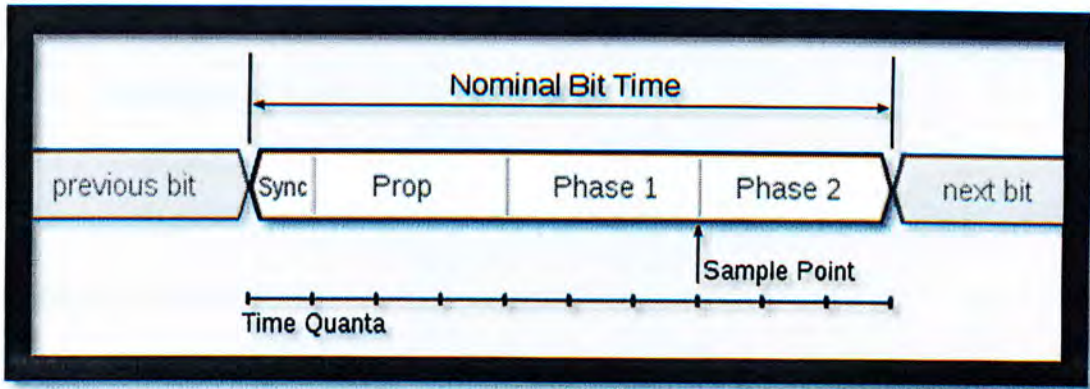
Το μήνυμα της ID (ταυτότητα) πρέπει να είναι μοναδικό σε ένα δίαυλο CAN, αλλιώς οι δύο κόμβοι θα συνεχίσουν την μετάδοση πέρα από το τέλος του τομέα διαιτησίας (ID) προκαλώντας ένα σφάλμα.

Η επιλογή των ταυτοτήτων (ID) για μηνύματα συχνά γίνεται απλά με βάση την αναγνώριση του τύπου των δεδομένων και του κόμβου αποστολής, ωστόσο, όπως η ταυτότητα χρησιμοποιείται επίσης ως μηνύμα προτεραιότητας, αυτό μπορεί να οδηγήσει σε φτωχές επιδόσεις πραγματικού χρόνου. Για παράδειγμα, αν ένα επείγον μήνυμα με μια σύντομη προθεσμία έχει αριθμητικά υψηλή ταυτότητα (χαμηλή προτεραιότητα) τότε η μετάδοση του μπορεί να καθυστερήσει από άλλα μηνύματα με μικρότερες αριθμητικές ταυτότητες (υψηλότερη προτεραιότητα), έστω και αν αυτά τα μηνύματα μπορεί να έχουν πολύ μεγαλύτερες προθεσμίες.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, τα μηνύματα του CAN σε αυτόματα συστήματα, τους δόθηκαν τυπικά ταυτότητες με βάση μόνο το είδος των δεδομένων και τον κόμβο αποστολής, και αυτό οδήγησε στην ευρέως διαδεδομένη, αλλά λανθασμένη πεποίθηση ότι η χρησιμοποίηση ενός χαμηλού δίαυλου CAN γύρω στα 30% ήταν απαραίτητη για να διασφαλίσει ότι όλα τα μηνύματα θα τηρούν τις προθεσμίες τους. Ωστόσο, εάν οι ταυτότητες αντί να καθορίζονται με βάση την προθεσμία του μηνύματος, έτσι ώστε όσο μικρότερη είναι η προθεσμία, τόσο μικρότερη να είναι η αριθμητική ταυτότητα και ως εκ τούτου, όσο μεγαλύτερη είναι η προτεραιότητα του μηνύματος, τότε η χρήση του δίαυλου από 70 έως 80% μπορεί συνήθως να επιτευχθεί πριν κάποιο μήνυμα από τις προθεσμίες χαθεί.

2.3.5 Bit συγχρονισμού

Κάθε κόμβος σε ένα δίκτυο CAN έχει το δικό του ρολόι, και κανένα ρολόι δεν αποστέλλεται κατά τη διάρκεια της μετάδοσης δεδομένων. Ο συγχρονισμός γίνεται διαιρώντας κάθε κομμάτι του πλαισίου σε ένα ορισμένο αριθμό τμημάτων: Συγχρονισμός, Διάδοση, φάση 1 και φάση 2. Το μήκος του κάθε τμήματος φάσης μπορεί να ρυθμιστεί με βάση τις συνθήκες του δικτύου και του κόμβου. Το σημείο δειγματοληψίας βρίσκεται μεταξύ Phase Buffer Segment 1(φάση ρύθμισης κατά τομέα 1) και Phase Buffer Segment 2(φάση ρύθμισης κατά τομέα 2), το οποίο βοηθά να διευκολύνουν τον συνεχή συγχρονισμό. Ο συνεχής συγχρονισμός με τη σειρά του δίνει τη δυνατότητα στον δέκτη να είναι σε θέση να διαβάζει σωστά τα μηνύματα.



Ένα παράδειγμα CAN Bit συγχρονισμού με 10 κβάντα χρόνου ανά bit.

2.3.6 Layers

Το πρωτόκολλο CAN, όπως και πολλά πρωτόκολλα δικτύωσης, μπορεί να αναλυθεί στα ακόλουθα αφαιρετικά επίπεδα :

Επίπεδο εφαρμογών

Επίπεδο αντικειμένου

- Μήνυμα για φιλτράρισμα
- Μήνυμα και διαχείριση κατάστασης

Επίπεδο μεταφοράς

Το μεγαλύτερο μέρος από το πρότυπο CAN εφαρμόζεται και για το στρώμα μεταφοράς. Το στρώμα μεταφοράς λαμβάνει μηνύματα από το φυσικό στρώμα και μεταδίδει τα μηνύματα στο στρώμα αντικειμένου. Το στρώμα μεταφοράς είναι υπεύθυνος για το χρονοδιάγραμμα των bit και το συγχρονισμό, τη διαμόρφωση μηνύματος, διαιτησία, αναγνώριση, τον εντοπισμό σφαλμάτων και τη σηματοδότηση, και περιορισμό σφάλματος.

Εκτελεί:

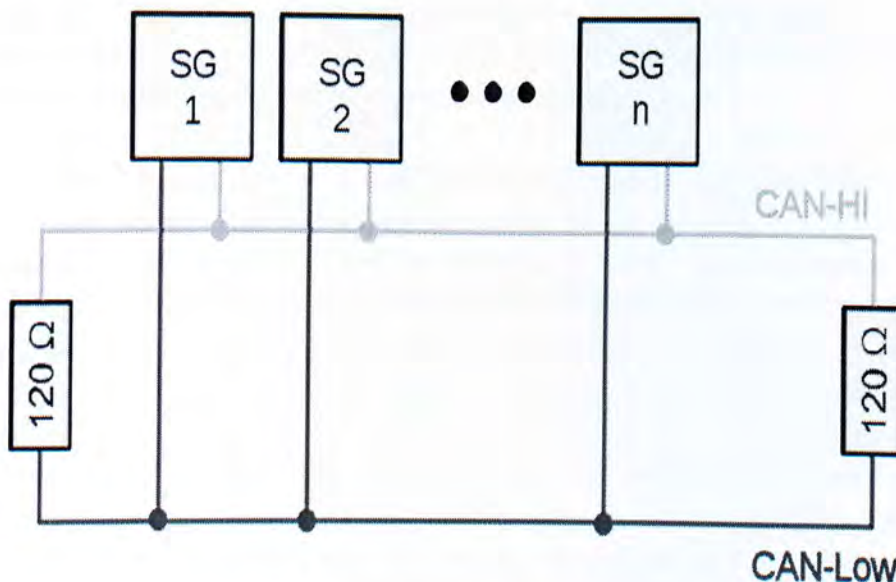
- Περιορισμός σφάλματος
- Ανίχνευση σφάλματος
- Επικύρωση μηνύματος
- Αναγνώριση
- Διαιτησία

- Διαμόρφωση μηνύματος
- Ταχύτητα μεταφοράς και Χρονομέτρηση
- Πληροφορίες δρομολόγησης

Φυσικό στρώμα

Το CAN bus(ISO11898-1: 2003) αρχικά ορίζει το πρωτόκολλο επιπέδου γραμμής με αφηρημένες απαιτήσεις για το φυσικό στρώμα, για παράδειγμα, υποστηρίζοντας τη χρήση ενός μέσου με πολλαπλή πρόσβαση από bit του επιπέδου μέσω της χρήσης των κυρίαρχων και υπολειπόμενων καταστάσεων. Οι ηλεκτρικές πτυχές του φυσικού επιπέδου (τάση, ρεύμα, τον αριθμό των αγωγών) προσδιορίζονται στο ISO11898-2: 2003, το οποίο είναι πλέον ευρέως αποδεκτό. Ωστόσο, τα μηχανικά θέματα του φυσικού επιπέδου (τον τύπο σύνδεσης και τον αριθμό, τα χρώματα, τις ετικέτες, τους ακροδέκτες) δεν έχουν ακόμα επίσημα καθοριστεί. Ως αποτέλεσμα, μια αυτοματοποιημένη ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU) θα έχει συνήθως μια συγκεκριμένη επί παραγγελία υποδοχή που συνδέει τις γραμμές διάυλων του CAN. Παρ'όλα αυτά, αρκετά εκ των πραγμάτων πρότυπα για τη μηχανική εφαρμογή έχουν προκύψει, το πιο κοινό είναι το τύπου 9-pin D-sub με τους ακόλουθους ακροδέκτες:

- pin 2: CAN-Low (CAN-)
- pin 3: GND (Γείωση)
- pin 7: CAN-High (CAN +)
- pin 9: CAN V + (Ισχύς)



Δείγμα διάυλου CAN ηλεκτρικής τοπολογίας με αντιστάσεις τερματισμού.

Αυτό το εκ των πραγμάτων πρότυπο για τη μηχανική του CAN απαιτεί κόμβους που να έχουν αρσενικές και θηλυκές 9-pin D-sub υποδοχές ηλεκτρικά ενσύρματες μεταξύ τους παράλληλα εντός του κόμβου. Η δύναμη του διαύλου τροφοδοτείται με το αρσενικό βύσμα ενός κόμβου και ο δίαυλος αντλεί δύναμη από το θηλυκό βύσμα του κόμβου. Αυτό ακολουθεί την ηλεκτρική σύμβαση μηχανικών που αναφέρει ότι οι πηγές ενέργειας τερματίζονται στα θηλυκά βύσματα. Η υιοθέτηση του προτύπου αυτού βοηθάει στην αποφυγή της ανάγκης της κατασκευής προσαρμοσμένων διαχωριστών για την συνδέση δύο σετ καλωδίων διάλου σε μια ενιαία D υποδοχή σε κάθε κόμβο. Τέτοιες όχι συνηθισμένες (custom) δέσμες καλωδίων (splitters) που ενώνουν τους αγωγούς έξω από τον κόμβο μειώνουν την αξιοπιστία των διάλων, εξάλλειφουν την εναλλαξιμότητα του καλωδίου, μειώνουν τη συμβατότητα των δεσμών καλωδίωσης, και αύξανουν το κόστος.

Η απουσία μιας πλήρους προδιαγραφής φυσικού στρώματος (μηχανικών εκτός από ηλεκτρικών) ελευθέρωσε τις προδιαγραφές του CAN bus (διάλου) από τις δυσκολίες και την πολυπλοκότητα της φυσικής υλοποίησης. Ωστόσο, άφησε τις υλοποιήσεις του CAN bus ανοικτές για τη διαλειτουργικότητα θεμάτων που οφείλονται σε μηχανική ασυμβατότητα.

Η ανοσία στο θόρυβο στο ISO11898-2: 2003 επιτυγχάνεται με τη διατήρηση της αντίστασης του διαφορικού του διαύλου σε χαμηλό επίπεδο με χαμηλής αξίας αντιστάσεις (120 ohms) σε κάθε άκρο του διαύλου. Ωστόσο, όταν είναι αδρανές, μιας χαμηλής αντίστασης δίαυλος, όπως το CAN αντλεί περισσότερο ρεύμα (και δύναμη) από ό,τι άλλοι δίαυλοι σηματοδότησης βασιζόμενοι σε τάση. Στα συστήματα CAN bus, ο ισορροπημένος χειρισμός γραμμής, όπου το ρεύμα σε μια γραμμή σήματος είναι ακριβώς ισορροπημένο με την ισχύ στην αντίθετη κατεύθυνση στο άλλο σήμα παρέχει ένα ανεξάρτητο, σταθερό 0 αναφοράς V για τους δέκτες. Η καλύτερη πρακτική καθορίζει ότι τα συμμετρικά ζευγάρια σημάτων του CANbus μπορούν να μεταφερθούν σε συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων σε ένα θωρακισμένο καλώδιο για την ελαχιστοποίηση των RF εκπομπών και τη μείωση της ευαισθησίας παρεμβάσεων στο ήδη θορυβώδες περιβάλλον RF ενός αυτοκινήτου.

Το ISO11898-2 παρέχει κάποια ανοσία σε κοινή τάση λειτουργίας μεταξύ του πομπού και του δέκτη, έχοντας ένα 0V να κινείται κατά μήκος του διαύλου για να διατηρήσει έναν υψηλό βαθμό σύνδεσης τάσης μεταξύ των κόμβων. Επίσης, στις εκ των πραγμάτων μηχανικές ρυθμίσεις που αναφέρονται παραπάνω, μια παροχή περιλαμβάνεται για τη διανομή ενέργειας σε καθένα από τους κόμβους πομποδέκτη. Το σχέδιο παρέχει μια κοινή παροχή για όλους τους πομποδέκτες. Η πραγματική τάση που θα εφαρμοστεί από το δίαυλο και την οποία οι κόμβοι θα εφαρμόσουν σε αυτόν είναι συγκεκριμένης εφαρμογής και όχι τυπικά καθορισμένη. Το κοινό πρακτικό σχέδιο του κόμβου παρέχει κάθε κόμβο με πομποδέκτες που είναι οπτικά απομονωμένοι από τον κόμβο υποδοχής τους και αντλούν 5V γραμμικά οργανωμένη τάση τροφοδοσίας για τους πομποδέκτες από την καθολική οδό παροχής που παρέχεται από το δίαυλο. Αυτό επιτρέπει συνήθως λειτουργικό περιθώριο επί της

οδού παροχής, ώστε να είναι επαρκές για να επιτρέψει τη διαλειτουργικότητα μεταξύ πολλών τύπων κόμβων. Τυπικές τιμές της τάσης τροφοδοσίας σε τέτοια δίκτυα είναι 7 έως 30 V. Ωστόσο, η έλλειψη ενός επίσημου προτύπου σημαίνει ότι οι σχεδιαστές του συστήματος είναι υπεύθυνοι για την συμβατότητα της οδού παροχής.

Το ISO11898-2 περιγράφει την ηλεκτρική υλοποίηση που σχηματίζεται από μία multi-dropped single-ended ισορροπημένη γραμμική ρύθμιση με αντιστάσεις τερματισμού σε κάθε άκρο του διαύλου. Σε αυτήν τη ρύθμιση η κυρίαρχη κατάσταση προβάλλεται από έναν ή περισσότερους πομπούς μεταγωγής του CAN-για την προμήθεια 0 V και (ταυτόχρονα) για την αλλαγή CAN + με την τάση +5 V τάση διαύλου προκειμένου να αποτελούν μια τρέχουσα διαδρομή μέσα από τις αντιστάσεις που τερματίζουν τον δίαυλο. Ως εκ τούτου οι αντιστάσεις τερματισμού αποτελούν ουσιαστικό συστατικό στοιχείο του συστήματος σηματοδότησης και περιλαμβάνονται για να περιορίσει η αντανάκλαση του κύματος σε υψηλή συχνότητα. Κατά τη διάρκεια μιας υποτελούς κατάστασης οι γραμμές του σήματος και αντίσταση παραμένουν σε κατάσταση υψηλής αντιστάσης σε σχέση με τις δύο ράγες. Τάσεις και στα δύο CAN + και CAN- έχουν την τάση (ασθενώς) προς ½ οδικής τάσης. Κατά τη διάρκεια της κυρίαρχης κατάστασης οι γραμμές του σήματος και οι αντιστάσεις μεταβαίνουν σε μια κατάσταση χαμηλής αντίστασης σε σχέση με τις ράγες, έτσι ώστε το ρεύμα να ρέει μέσα από την αντίσταση. Η τάση του CAN + τείνει στο +5 V και του CAN-τείνει στο 0 V. Μια υπολειπόμενη κατάσταση υπάρχει μόνο μέσα στο δίαυλο, όταν κανένας από τους πομπούς του διαύλου δεν υποστηρίζει κυρίαρχη κατάσταση. Ανεξάρτητα από την κατάσταση σήματος τα σήματα των γραμμών είναι πάντα σε κατάσταση χαμηλής αντίστασης με σεβασμό μεταξύ τους λόγω των αντιστάσεων τερματισμού στο τέλος του διαύλου.

Αυτή η στρατηγική σηματοδότησης διαφέρει σημαντικά από άλλες τεχνολογίες γραμμής ισορροπημένης μετάδοσης όπως RS-422 / 3, RS-485, κ.λπ., τα οποία απασχολούν διαφορετική γραμμή οδηγών / δέκτες και χρησιμοποιούν ένα σύστημα σηματοδότησης με βάση της διαφορετικής κατάστασης τάσης της ισορροπημένης γραμμής που διασχίζεται από ένα θεωρητικό 0 V. Η πολλαπλή πρόσβαση σε τέτοια συστήματα συνήθως βασίζεται στα μέσα υποστήριξης τριών καταστάσεων (ενεργός υψηλή, ενεργός χαμηλή και ανενεργό tri-state) και εξετάζεται στο πεδίο του χρόνου. Η πολλαπλή πρόσβαση στο CAN bus επιτυγχάνεται με την ηλεκτρική λογική του συστήματος υποστήριξης μόνο δύο καταστάσεων οι οποίες είναι θεωρητικώς ανάλογες με το «ενσύρματο ή» δίκτυο.

2.3.7 Frames (Πλαίσια)

Ένα δίκτυο CAN μπορεί να ρυθμιστεί να λειτουργεί με δύο διαφορετικές μορφές μηνύματος (ή "πλαίσιο"): το πρότυπο ή η βασική μορφή πλαισίου (ή CAN 2.0 A), και η εκτεταμένη μορφή πλαισίου (ή CAN 2.0 B). Η μόνη διαφορά μεταξύ των δύο πλαισίων είναι ότι το «βασικό πλαίσιο CAN» υποστηρίζει μήκος από 11 bits για το αναγνωριστικό, και το "εκτεταμένο πλαίσιο CAN" υποστηρίζει ένα μήκος 29 bits για

το αναγνωριστικό, που αποτελείται από τα 11-bit αναγνωριστικό («αναγνωριστικό βάσης») και μία 18-bit επέκταση («επέκταση αναγνωριστικού»). Η διάκριση μεταξύ του πλαισίου βάσης CAN και του εκτεταμένου πλαισίου CAN γίνεται με τη χρήση του bit IDE, το οποίο μεταδίδεται ως κυρίαρχο στην περίπτωση ενός πλαισίου 11-bit, και διαβιβάζεται ως υπολειπόμενο στην περίπτωση ενός 29-bit frame. Οι ελεγκτές CAN που υποστηρίζουν εκτεταμένα μηνύματα μορφή πλαισίου είναι επίσης σε θέση να στέλνουν και να λαμβάνουν μηνύματα σε μορφή πλαισίου βάσης CAN. Όλα τα πλαίσια ξεκινούν με ένα start-of-frame (SOF)(αρχή του πλαισίου) bit που υποδηλώνει την έναρξη της μετάδοσης πλαισίου.

Το CAN έχει τέσσερις τύπους πλαισίων:

- Δεδομένα πλαισίου: ένα πλαίσιο που περιλαμβάνει δεδομένα κόμβου για μετάδοση
- Απομακρυσμένου πλαισίου: ένα πλαίσιο που ζητά τη μετάδοση ενός συγκεκριμένου αναγνωριστικού
- Πλαίσιο Σφάλματος: ένα πλαίσιο που διαβιβάζεται από ένα κόμβο ανίχνευσης σφάλματος
- Πλαίσιο Υπερφόρτωσης: ένα πλαίσιο για την χορήγηση μιας καθυστέρησης μεταξύ των δεδομένων ή / και απομακρυσμένου πλαισίου

Στοιχεία πλαισίου

Το πλαίσιο των δεδομένων είναι το μόνο πλαίσιο για την πραγματική μετάδοση δεδομένων. Υπάρχουν δύο μορφές μηνυμάτων:

- Βασική μορφή πλαισίου: με 11 bits αναγνωριστικού
- Εκτεταμένη μορφή πλαισίου: με 29 bits αναγνωριστικού

Το CAN πρότυπο που απαιτεί την εφαρμογή πρέπει να αποδεχθεί τη βασική μορφή πλαισίου ή μπορεί να δεχθεί την εκτεταμένη μορφή πλαισίου, αλλά πρέπει να ανεχθεί την εκτεταμένη μορφή πλαισίου.

Βασική μορφή πλαισίου

Η μορφή πλαισίου έχει ως εξής:

Όνομα πεδίου	Μήκος (bits)	Σκοπός
Start-of-frame	1	Υποδηλώνει την αρχή της μετάδοσης πλαισίου
Αναγνωριστικό	11	Ένα (μοναδικό) αναγνωριστικό για τα δεδομένα το οποίο αντιπροσωπεύει επίσης την προτεραιότητα του μηνύματος
Remote transmission request (RTR) (Απομακρυσμένη αίτηση μεταφοράς)	1	Κυρίαρχο (0) (βλέπε Απομακρυσμένου Πλαισίου παρακάτω)
Identifier extension bit (IDE) (Επέκταση Αναγνωριστικού)	1	Πρέπει να είναι κυρίαρχο (0) Προαιρετικά
Reserved bit (r0) (Κατοχυρωμένο bit)	1	Κατοχυρωμένο bit (πρέπει να οριστεί ως κυρίαρχο (0), αλλά γίνεται δεκτό είτε ως κυρίαρχο ή υπολειπόμενο)
Data length code (DLC)*	4	Αριθμός των bytes των δεδομένων (0–8 bytes)

(Μήκος Κώδικα Δεδομένων)		
Πεδίο δεδομένων	0–64 (0-8 bytes)	Δεδομένα προς μετάδοση (μήκος σε bytes που υπαγορεύονται από το DLC τομέα)
CRC	15	Cyclic Redundancy Check (Κυκλικός Έλεγχος πλεονασμού)
CRC διαχωριστής	1	Πρέπει να είναι υπολειπόμενο (1)
ACK υποδοχή	1	Ο πομπός στέλνει υπολειπόμενο (1) και κάθε δέκτης μπορεί να προβάλει ένα κυρίαρχο (0)
ACK διαχωριστής	1	Πρέπει να είναι υπολειπόμενο (1)
End-of-frame (EOF)	7	Πρέπει να είναι υπολειπόμενο (1)

Εκτεταμένη μορφή πλαισίου

Η μορφή πλαισίου έχει ως εξής:

Όνομα πεδίου	Μήκος (bits)	Σκοπός
Start-of-frame	1	Υποδηλώνει την αρχή της μετάδοσης πλαισίου
Αναγνωριστικό A	11	Το πρώτο μέρος του (μοναδικό) αναγνωριστικού για τα δεδομένα το οποίο αντιπροσωπεύει επίσης την προτεραιότητα του μηνύματος
Substitute remote request (SRR) (Υποκατάστατο απομακρυσμένης αίτησης)	1	Πρέπει να είναι υπολοιπόμενο (1) Προαιρετικά
Identifier extension bit (IDE) (Εκτεταμένο αναγνωριστικό bit)	1	Πρέπει να είναι υπολοιπόμενο (1) Προαιρετικά
Αναγνωριστικό B	18	Δεύτερο μέρος του (μοναδικού)

		αναγνωριστικού για τα δεδομένα που αντιπροσωπεύει, επίσης, την προτεραιότητα του μηνύματος
Remote transmission request (RTR) (Αίτηση Απομακρυσμένης Μεταφοράς)	1	Πρέπει να είναι κυρίαρχο (0)
Remote transmission request bits (r0, r1) (bits αίτησης Απομακρυσμένης Μεταφοράς)	2	Κατοχυρωμένα bits(πρέπει να οριστεί ως κυρίαρχο (0), αλλά γίνεται δεκτό είτε ως κυρίαρχο ή υπολειπόμενο)
Data length code (DLC)* (Μήκος Κώδικα Δεδομένων)	4	Αριθμός των bytes των δεδομένων (0–8 bytes)
Πεδίο δεδομένων	0–8 bytes	Δεδομένα προς μετάδοση (μήκος σε bytes που υπαγορεύονται από το DLC τομέα)
CRC	15	Cyclic Redundancy Check (Κυκλικός Έλεγχος πλεονασμού)
CRC αναγνωριστικό	1	Πρέπει να είναι υπολειπόμενο (1)
ACK υποδοχή	1	Ο πομπός στέλνει υπολειπόμενο (1) και κάθε δέκτης μπορεί να προβάλλει ένα κυρίαρχο (0)

ACK αναγνωριστικό	1	Πρέπει να είναι υπολειπόμενο (1)
End-of-frame (EOF)	7	Πρέπει να είναι υπολειπόμενο (1)

Τα δύο αναγνωριστικά πεδία (A & B) συνδυάζονται για να σχηματίσουν ένα 29-bit αναγνωριστικό.

* Είναι φυσικά δυνατό για μια τιμή μεταξύ 9-15 να μπορεί να διαβιβάζεται στο 4-bit DLC, αν και τα στοιχεία είναι ακόμη περιορισμένα σε οκτώ bytes. Ορισμένοι ελεγκτές επιτρέπουν τη μετάδοση και/ή τη λήψη ενός DLC μεγαλύτερου από οκτώ bytes, αλλά το πραγματικό μήκος των δεδομένων είναι πάντα περιορισμένο σε οκτώ bytes.

Απομακρυσμένο πλαίσιο

- Γενικά η μετάδοση δεδομένων γίνεται σε αυτόνομη βάση, με τον κόμβο πηγής δεδομένων (π.χ., ένας αισθητήρας) να αποστέλλει ένα πλαίσιο δεδομένων. Είναι επίσης πιθανό, ωστόσο, για έναν κόμβο προορισμού να ζητήθουν τα δεδομένα από την πηγή με την αποστολή ενός Remote Frame (απομακρυσμένου πλαισίου).
- Υπάρχουν δύο διαφορές ανάμεσα σε ένα πλαίσιο δεδομένων και ένα απομακρυσμένο πλαίσιο. Πρώτον, το RTR-bit μεταδίδεται ως κυρίαρχο bit στο πλαίσιο δεδομένων και, δεύτερον, στο απομακρυσμένο πλαίσιο δεν υπάρχει πεδίο δεδομένων.

δηλαδή,

- RTR = 0? Κυρίαρχο σε δεδομένα πλαισίου
- RTR = 1? Υπολειπόμενο σε απομακρυσμένο πλαίσιο

Στην πολύ απίθανη περίπτωση ενός πλαισίου δεδομένων και ενός απομακρυσμένου πλαισίου με το ίδιο αναγνωριστικό που μεταδίδονται την ίδια στιγμή, το πλαίσιο δεδομένων κερδίζει στην διαίτησία, λόγω της κυριαρχίας του RTR bit που ακολουθεί το αναγνωριστικό. Με τον τρόπο αυτό, ο κόμβος που διαβίβασε το απομακρυσμένο πλαίσιο λαμβάνει τα επιθυμητά δεδομένα αμέσως.

Σφάλμα πλαισίου

Το σφάλμα πλαισίου αποτελείται από δύο διαφορετικά πεδία:

- Το πρώτο πεδίο δίνεται από την υπέρθεση των σημαίων σφάλματος (6-12 κυρίαρχο / υπολειπόμενο bits) που παρέχεται από διαφορετικούς σταθμούς.
- Το ακόλουθο δεύτερο πεδίο είναι ο διαχωριστής σφάλματος (8 υπολειπόμενα bits).

Υπάρχουν δύο τύποι σημαίων λάθους:

Ενεργός Σημαία Σφάλματος

- έξι κυρίαρχα bits - Διαβιβάζονται από κόμβο ο οποίος ανιχνεύει ένα σφάλμα στο δίκτυο που είναι σε λάθος κατάσταση "σφάλμα ενεργό".

Παθητική Σημαία Σφάλμα

- έξι υπολειπόμενα bits – Διαβιβάζονται από κόμβο ο οποίος ανιχνεύει ένα ενεργό πλαίσιο σφάλματος στο δίκτυο που είναι σε λάθος κατάσταση "παθητικό σφάλμα".

Πλαίσιο υπερφόρτωσης

Το πλαίσιο υπερφόρτωσης περιλαμβάνουν δύο bit πεδίων, σημαίας υπερφόρτωσης και διαχωριστής υπερφόρτωσης. Υπάρχουν δύο είδη συνθήκης υπερφόρτωσης που μπορούν να οδηγήσουν στη μετάδοση της σημαίας υπερφόρτωσης:

1. Οι εσωτερικές συνθήκες ενός δέκτη, ο οποίος απαιτεί μια καθυστέρηση στο επόμενο πλαίσιο δεδομένων ή απομακρυσμένο πλαίσιο.
2. Ανίχνευση ενός κυρίαρχου bit κατά τη διάρκεια της διακοπής.

Η έναρξη ενός πλαισίου υπερφόρτωσης λόγω της πρώτης περίπτωσης επιτρέπεται μόνο να ξεκινά στο πρώτο χρόνο του bit της αναμενόμενης διακοπής, ενώ τα πλαίσια υπερφόρτωσης λόγω της δεύτερης περίπτωσης ξεκινούν ένα bit μετά τον εντοπισμό του κυρίαρχου bit. Η σημαία υπερφόρτωσης αποτελείται από έξι κυρίαρχα bits. Η γενική μορφή αντιστοιχεί σε αυτό του ενεργού σφάλματος σημαίας. Η μορφή της σημαίας υπερφόρτωσης καταστρέφει την σταθερή μορφή του πεδίου διακοπής. Κατά συνέπεια, όλοι οι άλλοι σταθμοί ανιχνεύουν επίσης μια κατάσταση υπερφόρτωσης και από την μεριά τους αρχίζουν μετάδοση μιας σημαίας υπερφόρτωσης. Ο διαχωριστής υπερφόρτωσης αποτελείται από οκτώ υπολειπόμενα bits. Ο διαχωριστής υπερφόρτωσης είναι της ίδιας μορφής με το διαχωριστή σφάλματος.

2.3.8 Interframe spacing (διάστημα διαπλαισίου)

Τα δεδομένα πλαισίων και τα απομακρυσμένα πλαίσια είναι χωρισμένα από προηγούμενα πλαίσια από ένα πεδίο bit που ονομάζεται διάστημα interframe. Τα πλαίσια υπερφόρτωσης και τα πλαίσια σφάλματος δεν έχουν προηγήθει από το διάστημα interframe και τα πολλαπλά πλαίσια υπερφόρτωσης δεν χωρίζονται από ένα διάστημα interframe. Το διάστημα Interframe περιέχει τα πεδία διακοπής bitκαι διαύλων σε αδράνεια όπως επίσηςγια τους παθητικούς σταθμούς σφάλματος οι οποίοι έχουν πομπό του προηγούμενου μηνύματος με αποτέλεσμα να αναστείλουν τη μετάδοση. Το διάστημα Interframe αποτελείται από τρία τουλάχιστον διαδοχικά υπολειπόμενα bits.

2.3.9 Bit πλήρωσης

Στο CAN πλαίσιο, ένα bit αντίθετης πολικότητας, παρεμβάλλεται μετά από πέντε συνεχόμενα bits της ίδιας πολικότητας. Η πρακτική αυτή ονομάζεται bit πλήρωσης, και οφείλεται στην μη επιστροφή στο μηδέν (non-returntozero)(NRZ) έγκριση κωδικοποίησης. Τα πλήρες πλαίσια δεδομένων αδειάζουν από τον δέκτη. Από την στιγμή που η μέθοδος bit πλήρωσης χρησιμοποιείται, έξι συνεχόμενα bits του ίδιου τύπου (111111 ή 000000), θεωρούνται ως σφάλμα.

Το Bit πλήρωσης σημαίνει ότι εσταλμένα πλαίσια δεδομένων θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερα από ό, τι θα περίμενε κανείς με την απλή απαρίθμηση των bits που εμφανίζονται στους πίνακες παραπάνω.

2.3.10 Πρότυπα

Υπάρχουν αρκετά CAN φυσικά πρότυπα στρώματος:

- ISO 11898-1: CAN Data Link Layer (Στρώμα ζεύξης δεδομένων) και PhysicalSignaling (Φυσική Σηματοδότηση)
- ISO 11898-2: CAN υψηλής ταχύτητας μεσαίας πρόσβασης μονάδα
- ISO 11898-3: CAN με χαμηλή ταχύτητα, με ανοχή βλάβης, μέσο εξαρτώμενης διασύνδεσης
- ISO 11898-4: CAN Επικοινωνίας σκανδαλισμού χρόνου
- ISO 11898-5: CAN υψηλής ταχύτητας μεσαίας πρόσβασης μονάδα με χαμηλής κατανάλωσης
- ISO 11898-6: CAN υψηλής ταχύτητας μεσαίας πρόσβασης μονάδα με επιλεκτική λειτουργία αφύπνισης

- ISO 11992-1: CAN με ανοχή σφαλμάτων για την επικοινωνία φορτηγά/ρυμουλκούμενα
- ISO 11783-2: 250 kbit / s, Γεωπονικό Πρότυπο
- SAE J1939-11: 250 kbit / s, ShieldedTwistedPair (θωρακισμένο καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους) (STP)
- SAE J1939-15: 250 kbit / s, UnshieldedTwistedPair (αθωράκιστο καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους) (UTP) (μειωμένο στρώμα)
- SAE J2411: Single-wire CAN (ενιαίουκαλωδίου) (SWC)

Το ISO 11898-2 χρησιμοποιεί ισορροπημένο σύστημα σηματοδότησης δύο καλωδίων. Είναι το φυσικό στρώμα που χρησιμοποιείται πιο πολύ σε εφαρμογές κινητήρων αυτοκινήτων και βιομηχανικών δικτύων ελέγχου.

Το ISO 11898-4 πρότυπο ορίζει την επικοινωνία του χρόνου σκανδαλισμού σχετικά με το CAN (time-triggeredCAN) (TTCAN). Βασίζεται στα δεδομένα του πρωτόκολλου CAN επιπέδου γραμμής παρέχοντας ένα ρολόι του συστήματος για τον προγραμματισμό των μηνυμάτων.

Το SAE J1939 πρότυπο χρησιμοποιεί ένα διπλό καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους, το -11 έχει μια ασπίδα γύρω από το ζευγάρι, ενώ το -15 δεν έχει. Το SAE 1939 χρησιμοποιείται ευρέως σε βαρέα (φορτηγά) και αυτοκινητοβιομηχανίες καθώς και στον τομέα των γεωργικών και κατασκευής εξοπλισμού.

Το ISO 11783-2 χρησιμοποιεί τέσσερα αθωράκιστα συνεστραμμένα καλώδια, δύο για το CAN και δύο για το terminatingbiascircuit (τερματισμός κλίσης κυκλώματος) (TBC) ισχύς και τη γείωση. Αυτός ο δίαυλος χρησιμοποιείται για τους γεωργικούς ελκυστήρες. Αυτός ο δίαυλος έχει σκοπό να παρέχει διασύνδεση με οποιαδήποτε εφαρμογή ακολουθώντας το πρότυπο.

2.3.11 Τριτοβάθμιας υλοποιήσεις στρώματος

Καθώς το πρότυπο CAN δεν περιλαμβάνει εργασίες των πρωτοκόλλων επιπέδου εφαρμογής, όπως ο έλεγχος της ροής, τη συσκευή αντιμετώπισης, και τη μεταφορά των μπλοκ δεδομένων μεγαλύτερα από ένα μήνυμα, και πάνω απ' όλα, τα δεδομένα εφαρμογής, δημιουργήθηκαν πολλές εφαρμογές πρωτοκόλλων ανώτερων επιπέδων. Μεταξύ αυτών είναι:

- DeviceNet (που χρησιμοποιείται για βιομηχανικό αυτοματισμό)
- CANopen (που χρησιμοποιείται για βιομηχανικό αυτοματισμό)
- Smart Distributed System (SDS)(Εξυπνοσύστημαδιανομής)
- CANaerospace (για τον κλάδο των αερομεταφορών)
- SAE J1939 (βαρέα οδικά οχήματα)

- Το πρότυπο ISO 15765-4
- ISO 11783 ή ISOBUS (γεωργία)
- SmartCraft
- NMEA 2000 (θαλάσσια βιομηχανία)
- CAN Kingdom
- SafetyBUS p (που χρησιμοποιείται για βιομηχανικό αυτοματισμό)
- EnergyBus (χρησιμοποιείται για ηλεκτρικά οχήματα)
- MilCAN
- RV-C (που χρησιμοποιούνται για οχήματα αναψυχής)
- ARINC 825 (για τον κλάδο των αερομεταφορών)
- Για τα επιβατικά αυτοκίνητα, οι κατασκευαστές προτίμησαν να αναπτύξουν ο καθένας το δικό τους πρότυπο. Παραδείγματα:
 - GMLAN (για την General Motors)
- CCP / XCP
- ISO14229

2.3.12 Ασφάλεια

Το CAN είναι ένα χαμηλού επιπέδου πρωτόκολλο, και δεν υποστηρίζει κανένα χαρακτηριστικό ασφαλείας εγγενώς. Οι αιτήσεις αναμένεται να αναπτύσσουν τους δικούς τους μηχανισμούς ασφαλείας, π.χ., για τον έλεγχο ταυτότητας μεταξύ τους. Σε αντίθετη περίπτωση, μπορεί να οδηγήσει σε διάφορα είδη συγκρούσεων αν ο αντίπαλος καταφέρει να εισάγει μηνύματα στον δίαυλο. Μηχανισμοί κωδικοποίησης υπάρχουν για τη μεταφορά δεδομένων που μπορεί να τροποποιήσει το λογισμικό της μονάδας ελέγχου, όπως η λήψη του λογισμικού ή των κωδικών κλειδιών, αλλά συνήθως όχι για τυπική επικοινωνία.

2.3.13 Ανάπτυξη εργαλείων

Κατά την ανάπτυξη ή/και κατά την αντιμετώπιση προβλημάτων στο CAN bus, η εξέταση των σημάτων του υλικού μπορεί να είναι πολύ σημαντική. Λογικοί αναλυτές και αναλυτές διαύλων είναι εργαλεία τα οποία συλλέγουν, αναλύουν, αποκωδικοποιούν, αποθηκεύουν τα σήματα, ώστε οι άνθρωποι να μπορούν να δουν της υψηλής ταχύτηταςκυματομορφές στον ελεύθερο χρόνο τους. Υπάρχουν επίσης εξειδικευμένα εργαλεία, καθώς και οθόνες CAN bus.

2.4 Multiprotocol Label Switching

Το Multiprotocol Label Switching (MPLS) είναι ένας μηχανισμός υψηλής απόδοσης τηλεπικοινωνιακών δικτύων που κατευθύνει τα δεδομένα από έναν κόμβο του δικτύου στον επόμενο με βάση τις σύντομες ετικέτες πορείας, όχι μέσω των μακρών διευθύνσεων δικτύου, αποφεύγοντας πολύπλοκες αναζητήσεις σε έναν πίνακα δρομολόγησης. Οι ετικέτες προσδιορίζουν εικονικές συνδέσεις (μονοπάτια) μεταξύ απομακρυσμένων κόμβων και όχι τελικά σημεία. Το MPLS μπορεί να ενσωματώσει πακέτα των διαφόρων πρωτοκόλλων δικτύου. Το MPLS υποστηρίζει ένα φάσμα τεχνολογιών πρόσβασης, συμπεριλαμβανομένων των T1/E1, ATM, Frame Relay και DSL.

2.4.1 Εισαγωγή στο MPLS

Το MPLS είναι ένα εξαιρετικά επεκτάσιμο, αγνωστικό πρωτόκολλο, μεταφορά-στοιχείων μηχανισμός. Σε ένα δίκτυο MPLS, στα πακέτα δεδομένων έχουν ανατεθεί ετικέτες. Οι αποφάσεις προώθησεων πακέτων που λαμβάνονται αποκλειστικά και μόνο για το περιεχόμενο αυτής της ετικέτας, χωρίς την ανάγκη να εξετασθεί το ίδιο το πακέτο. Αυτό επιτρέπει σε κάποιον να δημιουργήσει end-to-end κυκλώματα σε οποιοδήποτε μέσο μεταφοράς, χρησιμοποιώντας οποιοδήποτε πρωτόκολλο. Το κύριο όφελος είναι η εξάλειψη της εξάρτησης από τα δεδομένα μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας στο επίπεδο γραμμής, όπως ασύγχρονου τρόπου μεταφοράς (ATM), Frame Relay, Σύγχρονα Οπτικά Δίκτυα (SONET) ή Ethernet, και να εξαλείψει την ανάγκη για πολλαπλά στρώματα-2 δίκτυα για την ικανοποίηση διαφόρων τύπων της κυκλοφορίας. Το MPLS ανήκει στην οικογένεια των δικτύων μεταγωγής πακέτων.

Το MPLS λειτουργεί σε ένα στρώμα OSI μοντέλο που θεωρείται γενικά ότι βρίσκεται μεταξύ των παραδοσιακών ορισμών του στρώματος 2 (δεδομένα στρώματος γραμμής) και του στρώματος 3 (στρώμα δικτύου), και έτσι συχνά αναφέρεται ως ένα «στρώμα 2,5» πρωτόκολλο. Είχε σχεδιαστεί για να παρέχει μια ενιαία υπηρεσία μεταφοράς-δεδομένων και για τους δύο τύπους, βάση-κυκλώματος πελατών και μεταγωγής-πακέτων πελατών, που παρέχουν ένα μοντέλο παροχής υπηρεσιών datagram. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά πολλών διαφορετικών ειδών κίνησης, συμπεριλαμβανομένων των πακέτων IP, καθώς και τη μητρική ATM, SONET, πλαίσια Ethernet.

Μια σειρά από διαφορετικές τεχνολογίες προηγουμένως αναπτύχθηκαν με κατ' ουσίαν ταυτόσημους στόχους, όπως Frame Relay και ATM. Οι MPLS τεχνολογίες έχουν εξελιχθεί έχοντας στο μυαλό τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες των ATM. Πολλοί μηχανικοί δικτύων συμφωνούν ότι η ATM θα πρέπει να αντικατασταθεί με ένα πρωτόκολλο που απαιτεί λιγότερη επιβάρυνση, ταυτόχρονα να παρέχει σύνδεση με προσανατολισμό τις υπηρεσίες για μεταβλητού μήκους καρτέ. Το MPLS αντικαθιστά ορισμένες από αυτές τις τεχνολογίες στην αγορά. Είναι πολύ πιθανό ότι η MPLS θα αντικαταστήσει πλήρως τις τεχνολογίες αυτές στο μέλλον, ευθυγραμμίζοντας ως εκ τούτου αυτές τις τεχνολογίες με τις τρέχουσες και μελλοντικές ανάγκες της τεχνολογίας. [1]

Πιο συγκεκριμένα, το MPLS απαλλάσσεται από το κελί-μεταγωγής και σηματοδότησης-πρωτόκολλο πακέτο των ATM. Το MPLS αναγνωρίζει ότι οι μικρές κυψέλες ATM δεν χρειάζονται στον πυρήνα των σύγχρονων δικτύων, καθώς σύγχρονα οπτικά δίκτυα (από το 2008) είναι τόσο γρήγορα (σε 40 Gbit / s και πάνω) όπου ακόμη και πλήρους μήκους 1500 byte πακέτα δεν υφίστανται σημαντικές πραγματικού -χρόνου καθυστερήσεις αναμονής (η ανάγκη να μειωθούν οι καθυστερήσεις αυτές - π.χ., για την υποστήριξη της κυκλοφορίας φωνής - ήταν το κίνητρο για τη φύση των κυψελών του ATM).

Την ίδια στιγμή, το MPLS προσπαθεί για τη διατήρηση της μηχανικής κίνησης και out-of-band ελέγχου που έκανε τα Frame Relay και ATM ελκυστικά για την ανάπτυξη μεγάλης κλίμακας δίκτυα.

Ενώ τα οφέλη της διαχείρισης της κυκλοφορίας της μετάβασης στο MPLS είναι αρκετά πολύτιμα (καλύτερη αξιοπιστία, αυξημένη απόδοση), υπάρχει μια σημαντική απώλεια της ορατότητας και της πρόσβασης στο MPLS cloud για τα τμήματα IT.

2.4.2 Ιστορία

Το 1996 μια ομάδα από την Ipsilon Networks πρότεινε ένα «πρωτόκολλο διαχείρισης της ροής». Η "IP Μεταγωγή" τεχνολογία τους, η οποία ορίστηκε μόνο να εφαρμόζεται σε ATM, δεν είχε επιτύχει δεσπόζουσα θέση στην αγορά.

Η Cisco Systems εισήγαγε μια σχετική πρόταση, που δεν περιοριζόταν σε ATM μετάδοσεις, που ονομάζονταν "Tag Switching». [4] Ήταν μία ιδιόκτητη πρόταση της Cisco, και μετονομάστηκε σε "Switching Label". Είχε παραδοθεί στο Internet Engineering Task Force (IETF) για το άνοιγμα της τυποποίησης. Στο έργο IETF εμπλέκονται προτάσεις από άλλους προμηθευτές, και η ανάπτυξη ενός πρωτοκόλλου συναίνεσης που συνδυάζει στοιχεία από την εργασία πολλών προμηθευτών ».

Ένα πρωτότυπο κίνητρο επρόκειτο να επιτρέψει τη δημιουργία απλών υψηλής ταχύτητας διακοπών, δεδομένου ότι για σημαντικό χρονικό διάστημα ήταν αδύνατο να διαβιβάσουν πακέτα IP εξ ολοκλήρου στο hardware. Ωστόσο, η πρόοδος σε VLSI είχαν κάνει τέτοιες συσκευές πραγματικότητα. Συνεπώς, τα πλεονεκτήματα του MPLS κυρίως περιστρέφονται γύρω από τη δυνατότητα να υποστηρίζει πολλαπλά μοντέλα υπηρεσιών και να εκτελεί τη διαχείριση της κυκλοφορίας. Το MPLS προσφέρει επίσης ένα ισχυρό πλαίσιο ανάκαμψης, η οποία υπερβαίνει το απλό δαχτυλίδι προστασίας των σύγχρονων οπτικών δικτύων (Synchronous Optical Networking) (SONET / SDH).

2.4.3 Λειτουργία του MPLS

Το MPLS λειτουργεί με την προσθήκη πακέτων με επικεφαλίδα MPLS, που περιέχουν μία ή περισσότερες ετικέτες. Αυτό ονομάζεται μια στοίβα ετικέτας. Κάθε καταχώρηση στοίβας ετικέτας περιέχει τέσσερα πεδία:

- Μία 20-bit τιμή ετικέτας.
- Ένα 3-bit πεδίο Traffic Class για το QoS (Quality of service , ποιότητα υπηρεσιών) προτεραιότητας (experimental , πειραματική) και ECN (Explicit Congestion Notification , Αποκλειστική Γνωστοποίηση συμφόρησης).
- Ένα 1-bit κάτω από τη στοίβα του flag. Αν το bit τεθεί, αυτό σημαίνει ότι η τρέχουσα ετικέτα είναι η τελευταία στη στοίβα.
- Ένα 8-bit TTL (Time to Live) τομέα.

Αυτά τα MPLS-χαρακτηρισμένα πακέτα αλλάζουν μετά από μια ετικέτα αναζήτησης / διακόπτη αντί για μια αναζήτηση στον IP πίνακα. Όπως προαναφέρθηκε, όταν το MPLS επινοήθηκε, η αναζήτηση ετικέτας και μεταγωγή ετικέτας ήταν πιο γρήγορα από έναν πίνακα δρομολόγησης ή RIB (Routing Information Base , Δρομολόγηση Βάση Πληροφοριών) αναζήτησης, επειδή θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί άμεσα εντός των μεταγωγικών ινών και όχι της CPU.

Οι δρομολογητές που εκτελούν δρομολόγηση βασιζόμενοι μόνο στην ετικέτα ονομάζονται δρομολογητές διακόπτη ετικέτας (Label Switch routers(LSRs)). Τα σημεία εισόδου και εξόδου ενός δικτύου MPLS ονομάζονται label edge routers (δρομολογητές άκρης ετικέτας) (LERs), τα οποία , αντίστοιχα , ωθούν μια ετικέτα MPLS σε ένα εισερχόμενο πακέτο και τη αναδύουν από το απερχόμενο πακέτο. Εναλλακτικά, υπό το προτελευταίο hop popping αυτή η λειτουργία μπορεί αντ ' αυτού να εκτελείται από τον LSR άμεσα συνδεδεμένη με το LER.

Οι ετικέτες είναι κατανεμημένες μεταξύ LERs και LSRs χρησιμοποιώντας το Label Distribution Protocol (πρωτόκολλο διανομής ετικετών) (LDP). Το LSRs σε ένα

"decapsulation". Αν η αναδύομενη ετικέτα ήταν η τελευταία στη στοίβα ετικέτας, το πακέτο "φεύγει" από τη σήραγγα MPLS. Αυτό γίνεται συνήθως από τον δρομολογητή εξόδου, αλλά δείτε στο Penultimate Hop Popping (PHP) παρακάτω.

Κατά τη διάρκεια αυτών των ενεργειών, δεν εξετάζεται το περιεχόμενο του πακέτου κάτω από τη στοίβα ετικέτας MPLS. Πράγματι δρομολογητές διέλευσης συνήθως χρειάζονται να εξετάσουν μόνο την πιο πάνω ετικέτα στη στοίβα. Η διαβίβαση του πακέτου γίνεται με βάση το περιεχόμενο των ετικετών, οι οποίες επιτρέπουν "ανεξαρτήτου πρωτοκόλλου προώθηση των πακέτων" που δεν χρειάζεται να εξετάσουν ένα πρωτόκολλο που εξαρτάται από πίνακα δρομολόγησης και αποφεύγει τις ακριβές IP μεγαλύτερου προορισμού αντιστοιχίας σε κάθε ώθηση.

Στο δρομολογητή εξόδου, όταν η τελευταία ετικέτα αναδυθεί, μόνο το ωφέλιμο φορτίο παραμένει. Αυτό μπορεί να είναι ένα πακέτο IP, ή οποιαδήποτε από μια σειρά άλλων ειδών ωφέλιμων φορτίων πακέτου. Ο δρομολογητής εξόδου πρέπει συνεπώς να έχει πληροφορίες δρομολόγησης για το ωφέλιμο φορτίο του πακέτου, δεδομένου ότι οφείλει να τη διαβιβάσει χωρίς τη βοήθεια των πινάκων αναζήτησης ετικέτα. Ένας MPLS δρομολογητής διέλευσης δεν έχει καμία τέτοια απαίτηση.

Σε ορισμένες ειδικές περιπτώσεις, η τελευταία ετικέτα μπορεί επίσης να αναδυθεί μακριά στην προτελευταία ώθηση (η ώθηση πριν από το δρομολογητή εξόδου). Αυτό ονομάζεται **penultimate hop popping (PHP)**. Αυτό μπορεί να είναι ενδιαφέρον σε περίπτωση που ο δρομολογητής εξόδου έχει πολλά πακέτα αφήνοντας το MPLS τούνελ, και έτσι ξοδεύει υπέρμετρα ποσά του χρόνου της CPU σε αυτά. Με τη χρήση PHP, ο δρομολογητής διέλευσης συνδέεται άμεσα με το δρομολογητή εξόδου ξεφορτώνοντας αποτελεσματικά, αναδύοντας την τελευταία ετικέτα από μόνος του.

Το MPLS μπορεί να κάνει χρήση των ήδη υπαρχόντων δικτύων ATM ή στην υποδομή των frame relay (πλαισίων ρελέ), όπως οι ροές που επισημαίνονται μπορούν να αντιστοιχιστούν σε ATM ή σε frame relay εικονικού κυκλώματος αναγνωριστικών, και το αντίστροφο.

2.4.4 Εγκατάσταση και αφαίρεση μονοπατιών

Υπάρχουν δύο τυποποιημένα πρωτόκολλα για τη διαχείριση των μονοπατιών MPLS : Το Label Distribution Protocol (ετικέτα πρωτόκολλο διανομής) (LDP) και το RSVP-TE, μια επέκταση του ResourceReservationProtocol (πρωτοκόλλου κράτησης πόρων) (RSVP) για τη μηχανική κίνηση.

Επιπλέον, υπάρχουν επεκτάσεις του BGP πρωτόκολλου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διαχειριστεί μια πορεία MPLS.

Μια επικεφαλίδα MPLS δεν προσδιορίζει το είδος των δεδομένων που μεταφέρονται μέσα στο μονοπάτι MPLS. Αν κάποιος θέλει να μεταφέρει δύο διαφορετικούς τύπους κυκλοφορίας μεταξύ δύο δρομολογητών, με διαφορετική μεταχείριση από τους δρομολογητές πυρήνα για κάθε τύπο, ένας από τους δύο πρέπει να καθιερώσει ένα ξεχωριστό μονοπάτι MPLS για κάθε είδος κίνησης.

2.4.5 Multicast

Multicast ήταν ως επί το πλείστον μια μετά-σκέψη στο σχεδιασμό MPLS. Εισήχθη από το point-to-multipoint RSVP-TE. Οδηγήθηκε από τις ServiceProvider (πάροχο υπηρεσιών) απαιτήσεις για τη μεταφορά ευρυζωνικών βίντεο μέσω MPLS. Από την έναρξη της RFC 4875 έχει υπάρξει τεράστιο κύμα προς το συμφέρον και την ανάπτυξη του MPLS multicast και αυτό έχει οδηγήσει σε διάφορες νέες εξελίξεις, τόσο στην IETF και στα προϊόντα της ναυτιλίας.

2.4.6 MPLS και IP

Το MPLS δεν μπορεί να συγκριθεί με το IP ως ξεχωριστή οντότητα, επειδή λειτουργεί σε συνδυασμό με το IP και το IGP της IP πρωτόκολλα δρομολόγησης. Το MPLS LSPs παρέχει δυναμικά, διαφανή εικονικά δίκτυα με την υποστήριξη για τη μηχανική κίνηση, η ικανότητα να μεταφέρει Layer-3 (IP) VPNs με επικάλυψη χώρους διευθύνσεων, καθώς και υποστήριξη για Layer-2 pseudowires (ψευδοκαλωδίων) χρησιμοποιώντας Pseudowire Emulation (Προσομείωση ψευδοκαλωδίων) Edge-to-Edge (άκρη σε άκρη) (PWE3) που είναι ικανές να μεταφέρουν μια ποικιλία ωφέλιμα φορτία μεταφοράς (IPv4, IPv6, ATM, Frame Relay, κλπ.). Το MPLS είναι οι συσκευές με δυνατότητα που αναφέρεται ως LSRs. Οι LSR συσκευές παρέχουν λειτουργίες μηχανικής κίνησης που μπορούν να ορισθούν με :

- ρητή hop-by-hop διαμόρφωση,
- δυναμική δρομολόγηση από τον Constrained Shortest Path First (CSPF) αλγόριθμο, ή

- ρυθμίζεται ως μια χαλαρή διαδρομή που αποφεύγει μια συγκεκριμένη IP ή η οποία είναι εν μέρει ρητή και εν μέρει δυναμική.

Σε ένα καθαρό δίκτυο IP, η συντομότερη διαδρομή προς έναν προορισμό επιλέγεται, ακόμη και όταν γίνεται μεγαλύτερη συμφόρηση. Εν τω μεταξύ, σε ένα δίκτυο IP με MPLS Traffic Engineering CSPF δρομολόγησης, περιορισμοί όπως το RSVP εύρος ζώνης των μετατοπιζομένων συνδέσεων μπορούν επίσης να θεωρηθούν, με αποτέλεσμα να επιλεγεί η συντομότερη διαδρομή με διαθέσιμο εύρος ζώνης. MPLS Traffic Engineering (Μηχανικών κυκλοφορίας) εξαρτάται από τη χρήση των TE επεκτάσεων του OSPF ή IS-IS και RSVP. Εκτός από τον περιορισμό του RSVP εύρος ζώνης, οι χρήστες μπορούν επίσης να ορίσουν τους δικούς τους περιορισμούς, καθορίζοντας τις ιδιότητες συνδέσεων και ειδικές απαιτήσεις για τις σήραγγες στη διαδρομή (ή όχι στη διαδρομή) πάνω από τους συνδέσμους με ορισμένες ιδιότητες.

2.4.7 MPLS τοπική προστασία (Fast Reroute)

MPLS τοπική προστασία

Σε περίπτωση αποτυχίας στοιχείου δικτύου όταν οι μηχανισμοί ανάκτησης απασχολούνται στο IP layer, η αποκατάσταση μπορεί να διαρκέσει αρκετά δευτερόλεπτα που μπορεί να είναι απαράδεκτο για εφαρμογές πραγματικού χρόνου όπως το VoIP και η εφαρμογή στην τελεμετρία της F1 . Σε αντίθεση, η MPLS τοπική προστασία πληρεί τις απαιτήσεις των εφαρμογών σε πραγματικό χρόνο με τους χρόνους ανάκτησης συγκρίσιμα με αυτά του SONET δακτυλίου κάτω των 50 ms.

Κεφάλαιο 3

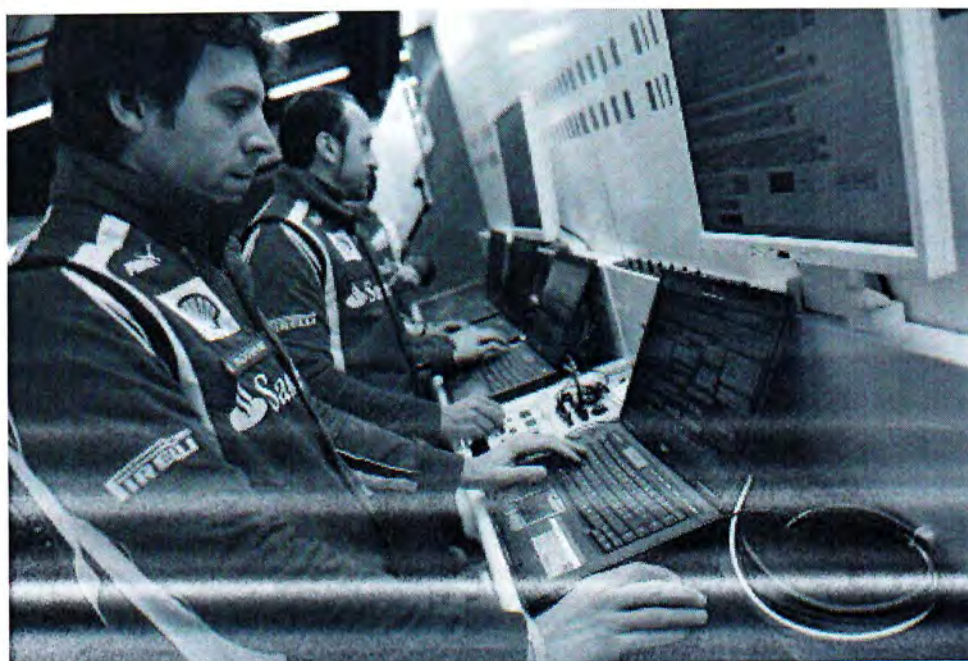
Προγράμματα και τιμόνι της F1

3.1 Ηλεκτρονικοί υπολογιστές και διακομιστές:

Είναι εύκολο να υποθέσουμε ότι στα μονοθέσια της F1 είναι όλα σχετικά με την ιπποδύναμη, αλλά λόγω του επιπέδου πολυπλοκότητας των εν λόγω οχημάτων, υπάρχει μια τεράστια συνεργεία μεταξύ λογισμικού και υλικού, τόσο στο γκαράζ της Ferrari στην πίστα και στη Ferrari HQ στην Maranello. Η ομάδα της Ferrari χρησιμοποιεί μια πληθώρα από Laptops της Acer, Servers και Rack βασισμένα σε μηχανήματα, μεταξύ των οποίων τα περισσότερα τρέχουν με quad-core επεξεργαστές συνδεδεμένα με 8GB μνήμης RAM τα οποία επίσης λειτουργούν με ειδικά προσαρμοσμένο λογισμικό που προορίζεται για τη συλλογή δεδομένων, τηλεμετρίας και των έργων. Τα μηχανήματα με τα οποία η ομάδα της Ferrari ταξιδεύει σε όλο τον κόσμο είναι γενικά φορητά, και μαζί με αυτούς τους σταθμούς εργασίας της ομάδας απασχολεί, επίσης, μια μυριάδα οθονών, που πάλι παρέχονται από την Acer. Σε γενικές γραμμές, φαίνεται ότι η Ferrari όχι μόνο χρησιμοποιεί αρκετά σοβαρή ιπποδύναμη των κινητήρων της, αλλά επίσης δίνει μεγάλη προσοχή και στις ανάγκες της με τους υπολογιστές.

3.2 Έρευνα και Ανάπτυξη σε συνδυασμό με την Καινοτομία

Από το 2008, η FIA έχει επιφέρει αυστηρά πρωτόκολλα Ηλεκτρονικής Μονάδας Ελέγχου, όπου όλες οι βελτιώσεις που αφορούν τις επιδόσεις παραμένουν σταθερές για όλους τους κατασκευαστές, και μόνο η διαχείριση του ECU του αυτοκινήτου μπορεί να κατασκευαστεί προσαρμοσμένα από τους κατασκευαστές. Αυτό οδήγησε σε μια κατάσταση όπου μερικοί από τους πιο πλούσιους κατασκευαστές όπως η Ferrari δεν αποκτούν πλεονεκτήματα απόδοσης λόγω της οικονομικής τους δύναμης όπου ο προϋπολογισμός της επεξεργασίας του αυτοκινήτου θα μπορούσε να φτάσει στα ύψη, με αποτέλεσμα αυτή η κατάσταση να αφήνει ελάχιστο χώρο στους κατασκευαστές να καινοτομήσουν στις τεχνολογίες της F1.



Σύμφωνα με τον Beneventi, αυτό δεν είναι εντελώς λάθος : ενώ κάνει μείωση προϋπολογισμών, αναγκάζει, επίσης, την ομάδα να καινοτομεί σε διαφορετικές τεχνολογίες. Για παράδειγμα, ένα μονοθέσιο της F1 είναι εξοπλισμένο με έναν μετρητή Arotation, το οποίο είναι ουσιαστικά ένας αισθητήρας που βοηθά τους μηχανικούς να παρακολουθήσουν την τοποθέτηση των διαφόρων στοιχείων στο εσωτερικό του αυτοκινήτου. Με τους νέους κανόνες, η Ferrari κάνει τα F1 αυτοκίνητά της σε σχεδόν 1/4 του προϋπολογισμού που συνήθιζε να χρησιμοποιεί, το οποίο οδήγησε την ομάδα να αναπτύξει μια εντελώς νέα τεχνολογία από το μηδέν για το μετρητή Arotation καθώς η προηγούμενη τεχνολογία δεν θα μπορούσε να ενταχθεί στον προϋπολογισμό. Παρά τους νέους δημοσιονομικούς περιορισμούς, Beneventi αναφέρει ότι η νεότερη γενιά των αυτοκινήτων Ferrari F1 είναι εξοπλισμένα με πολύ πιο περίπλοκα μικρομηχανήματα από ό, τι οι προκάτοχοί τους, τα οποία αναπτύχθηκαν με μεγαλύτερους προϋπολογισμούς.



Παρά τα λαμπερά φρένα, δεν βγάνει κάποιο συμπέρασμα για την απόδοση ενός αυτοκινήτου της F1 μόνο κοιτώντας το.

Οι οπαδοί της Formula 1 γνωρίζουν ότι το ανταγωνισμός σε αγώνες αυτοκινήτων υψηλότερου επιπέδου είναι μια πράξη της τεχνολογίας καθώς είναι σπορ και οι ομάδες της F1 οφείλουν να είναι αναμφισβήτητα οι λαίμαργοι καταναλωτές του αθλητικού κόσμου των πληροφοριών και στατιστικών. Η Τηλεμετρία αναφέρεται στην αυτόματη μέτρηση και τη διαβίβαση των δεδομένων μέσω καλωδίου, ραδιοκυμάτων, ή άλλα μέσα από μια απομακρυσμένη πηγή, με άλλα λόγια σε αυτή την περίπτωση, ένα αγωνιστικό αυτοκίνητο F1 κινείται με ταχύτητες έως και 250 μίλια/ώρα. Πρόκειται για τεράστιες ποσότητες δεδομένων. Για παράδειγμα, οι 150.000 μετρήσεις που έγιναν από τον υπολογιστή της Williams F1 BMW FW26 από περίπου 200 ξεχωριστούς αισθητήρες στο αυτοκίνητο κατά τη διάρκεια μιας τυπικής δοκιμαστικής λειτουργίας. Όλα αυτά αποστέλλονται πίσω στα pit μέσω ζωντανής μετάδοσης ραδιοφωνικών ή τα κατεβάζουν από τον υπολογιστή του αυτοκινήτου και στη συνέχεια αποστέλλονται σε μηχανικούς πίσω στην αίθουσα ελέγχου UK στο Woking στις ειδικές σωληνώσεις των οπτικών ινών. Κατά τη διάρκεια των πραγματικών αγώνων, είναι περίπου 25 βασικές λειτουργίες ενεργού παρακολούθησης, με περίπου 1MB δεδομένων ανά δευτερόλεπτο που στέλνονται πίσω, από το αυτοκίνητο. Μερικά στατιστικά δεν εκπλήσουν αφού φαίνονται και με το καθημερινό αυτοκίνητο μέσω του ταμπλό, όπως οι στροφές του κινητήρα, το νερό και η θερμοκρασία λαδιού, ταχύτητα εδάφους και καύσιμα. Ωστόσο, θα είναι απίθανο να υπάρχει μια ομάδα αναλυτών που ελέγχει την ακριβή στιγμή τις αλλαγές των ταχυτήτων, τη θερμοκρασία των ελαστικών, ή το φρενάρισμα του αυτοκινήτου. Θα αναλύσουμε πως μοιάζουν οι διεπαφές που χρησιμοποιούν οι μηχανικοί.



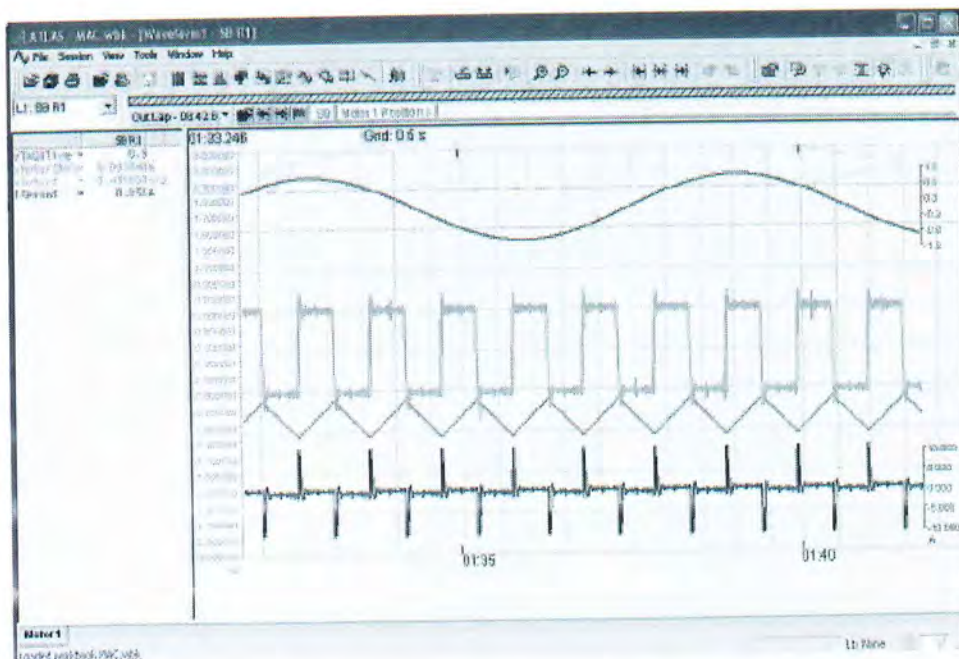
Φωτογραφία του Data Center Operations της McLaren από της 24 Ιουνίου 2010.

Τα δεδομένα από τη μονάδα ελέγχου του κινητήρα του αυτοκινήτου (ECU) και πολυάριθμων άλλων αισθητήρων είναι πυκνά και πολλών μεταβλητών. Αυτά τα δεδομένα που πρέπει να ερμηνεύουν πρέπει να το κάνουν σε πραγματικό χρόνο, διότι μια γρήγορη απόφαση μπορεί να επηρεάσει την έκβαση του αγώνα. Οι συνθέσεις της οθόνης πρέπει να είναι ιδιαίτερα ευέλικτες και προσωπικές, και να δείχνουν ισχυρές σχέσεις μέσω των απεικονίσεων. Οι μηχανικοί της McLaren είναι τόσο καλοί στην ερμηνεία των δεδομένων προκειμένου να κατανοηθούν τα σύνθετα συστήματα που έχουν εμπλακεί στη διαμόρφωση της εναέριας κυκλοφορίας και τωνδρομολογιών των ταξί στο Heathrow, το πιο πολυσύχναστο αεροδρόμιο του κόσμου, καθώς και τον εξορθολογισμό έκτακτης ανάγκης κυκλοφορίας δωματίων σε ένα νοσοκομείο του Λονδίνου. Για το μεγαλύτερο μέρος, οι μηχανικοί αγώνα χρησιμοποιούν MS Excel, το οποίο αναρτάται μέσω ODBC σε μια ειδική πραγματικού χρόνου σχεσιακή βάση δεδομένων που εξυπηρετείται απευθείας από τις λωρίδες των pit. (Για την ακρίβεια, χρησιμοποιούν ένα ειδικό αγωνιστικό προσανατολισμό σχεδιασμένο για client στην κορυφή του Excel, συνήθως μία από τις δύο παραλλαγές που προβλέπονται από την McLaren Electronic Systems. Το ένα ονομάζεται ATLAS, το άλλο λέγεται Monitor System. Και οι δύο clients εργάζονται με ένα ειδικό ζευγάρι διακομιστών που συνδέονται με ένα προηγμένο σύστημα συλλογής δεδομένων. Όλες οι ομάδες χρησιμοποιούν την ίδια βασική εξέδρα τηλεμετρίας κατά τη διάρκεια του αγώνα, ως μέρος των κανονισμών F1 από το 2008, αλλά είναι ελεύθεροι να χρησιμοποιούν ό, τι θέλουν κατά τη διάρκεια της δοκιμής.)

ATLAS διαχωρίζει τις διαφορετικές μετρήσεις από το σύστημα συλλογής δεδομένων σε τρεις γενικές κατηγορίες:

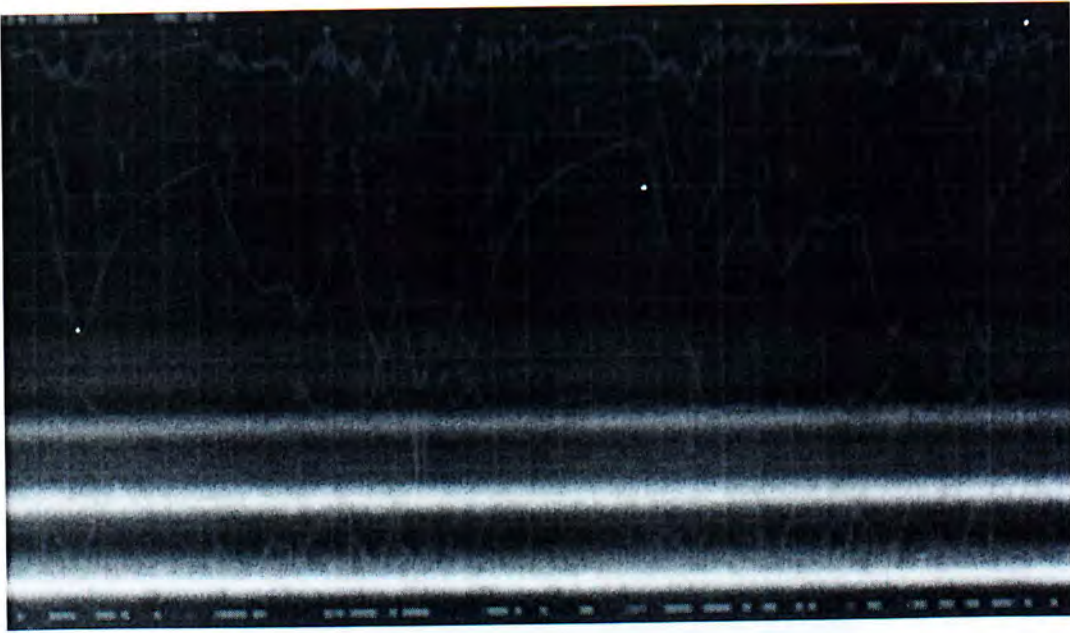
- Κινητήρας: στροφές ανά λεπτό, καύσιμα και την πίεση του λαδιού, νερού, πετρελαίου, και θερμοκρασίες εξάτμισης, την τάση της μπαταρίας, θερμοκρασία αέρα εισαγωγής, και αισθητήρα θέσης γκαζιού.
- Πλαίσιο: ταχύτητα του τροχού, τη γωνία διεύθυνσης, πέδηση και στροφές g-force, κίνηση αμορτισέρ, πίεση φρένων και θερμοκρασίας, φορτία ανάρτησης, την πίεση των ελαστικών και την θερμοκρασία τους, καθώς και την διαφορά ροής του αέρα και των μέτρων πίεσης του αέρα γύρω από τα βασικά σημεία του αυτοκινήτου.
- Driver: βασικά οτιδήποτε ελέγχεται από τον οδηγό, όπως γκάζι, τα ταχύτητες, τη γωνία διεύθυνσης, και την πίεση των φρένων.

Η κίνηση μετριέται με μέσα όπως τα δυναμόμετρα και αισθητήρες ροής αέρα. Η θερμότητα μετράται με μη-επαφή υπέρυθρης απεικόνισης (μέσω θερμικής απεικόνισης, ή θερμογραφία) και την άμεση επαφή με θερμομέτρα. Τα δεδομένα από κάθε αισθητήρα αποσπώνται ως ξεχωριστό "κανάλι", το οποίο οι μηχανικοί μπορούν να διαμορφώσουν στο ATLAS λογισμικό τους. Όταν ένας μηχανικός ρυθμίζει τις παραμέτρους εμφάνισης τους, έχουν μια επιλογή από τις επιλογές εμφάνισης για κάθε συγκεκριμένη ροή δεδομένων. Ένα μόνο κανάλι ή συνδυασμός των καναλιών μπορεί να επιλεγεί για κάθε πλακάκι στο περιβάλλον ελέγχου. Time-series γραφήματα, κυματομορφές, scatterplots, και ιστογράμματα είναι δημοφιλείς επιλογές για την απεικόνιση των ίδιων datastreams. 3D χάρτες wireframe του αυτοκινήτου και 2D του κυκλώματος είναι κοινές εικόνες φόντου για στοιχεία-χάρτη. Συχνά δύο ή περισσότερα κανάλια υπερκαλύπτονται - όπως είναι ο χρόνος δέλτα μεταξύ των γύρων πάνω στην πίεση φρένων - για να βγούν κάποια συμπεράσματα με τα δεδομένα. Για να γίνει αυτό, η ύπαρξη διαφορετικών μέτρων που πρέπει να μοιράζονται μια κοινή κλίμακα - όπως % βασίζεται σε προ-προγραμματισμένο όρια. Αυτό οδηγεί σε ένα κλίμα όπου κάθε οθόνη έχει ρυθμιστεί με τις προτιμήσεις των χρηστών - όχι αντίθετα με τα τερματικά των δεδομένων της αγοράς που έχουν ρυθμιστεί για τους οικονομικούς εμπόρους.



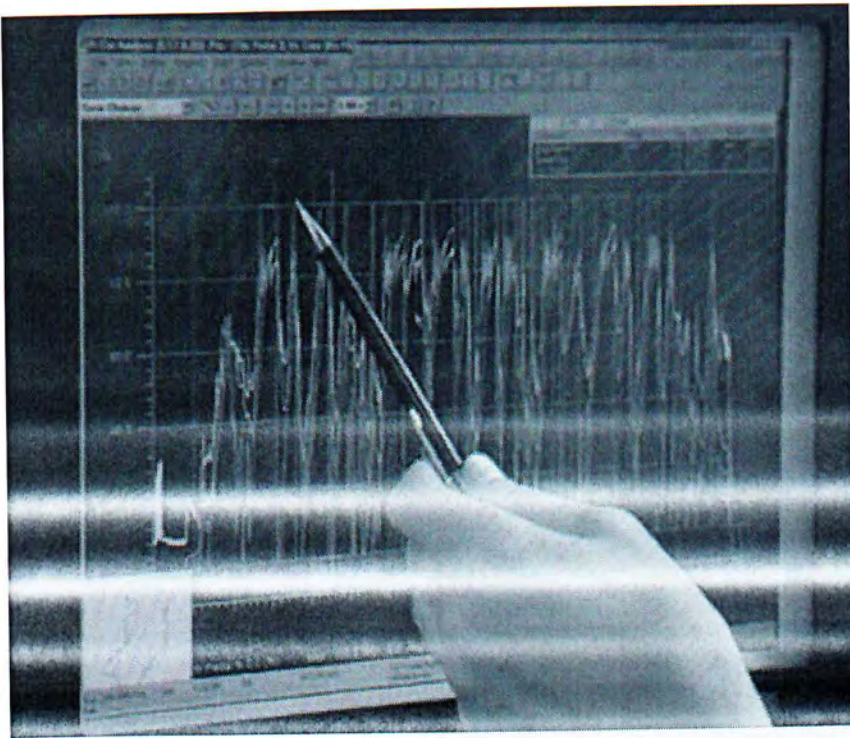
Παράδειγμα απεικόνισης κυματομορφής χρησιμοποιώντας μια ροή δεδομένων από ένα μονοθέσιο της F1. Το λογισμικό είναι Atlas, το οποίο βασίζεται σε MS Excel συνδεδεμένο σε πραγματικού χρόνου βάση δεδομένων μέσω ODBC.

Οι μηχανικοί του αγώνα βασικά εστιάζονται σε δύο τομείς: 1) παρακολούθησης οτιδήποτε μπορεί να προκαλέσει κατάρρευση του αυτοκινήτου, όπως κιβώτιο ταχυτήτων και διάφορα υδραυλικές θερμοκρασίες, και 2) εξετάζοντας τους τομείς που μπορούν να συντονιστούν κατά τη διάρκεια του αγώνα, όπως το διαφορικό του αυτοκινήτου (το οποίο επιτρέπει στους δύο πίσω τροχούς να γυρίζουν με διαφορετικούς ρυθμούς και είναι ζωτικής σημασίας για πράγματα όπως την είσοδο και την έξοδο γωνίας). Αυτή τη χρονιά στην F1 οι κανονισμοί επιτρέπουν τηλεμετρία να είναι μόνο ένας τρόπος - που σημαίνει ότι οι μηχανικοί δεν μπορούν πλέον να κάνουν ασηρήματες αλλαγές απευθείας στο αυτοκίνητο - αλλά χρησιμοποιούν τις πληροφορίες που προέρχονται από το αυτοκίνητο για την επικοινωνία της στρατηγικής με τον οδηγό και να κάνουν τις αλλαγές που μπορούν στις λωρίδες των pit. Οι οδηγοί χρησιμοποιούν τα δεδομένα τηλεμετρίας για να μελετήσουν τη δική τους συμβολή, όπως το σύστημα πέδησης, το σύστημα διεύθυνσης τροχιάς, και γκαζιού. Θα δείτε τους οδηγούς που αναζητούν "ίχνη" στις λωρίδες των pit για να παρακολουθούν και να βελτιώνουν την απόδοσή τους.

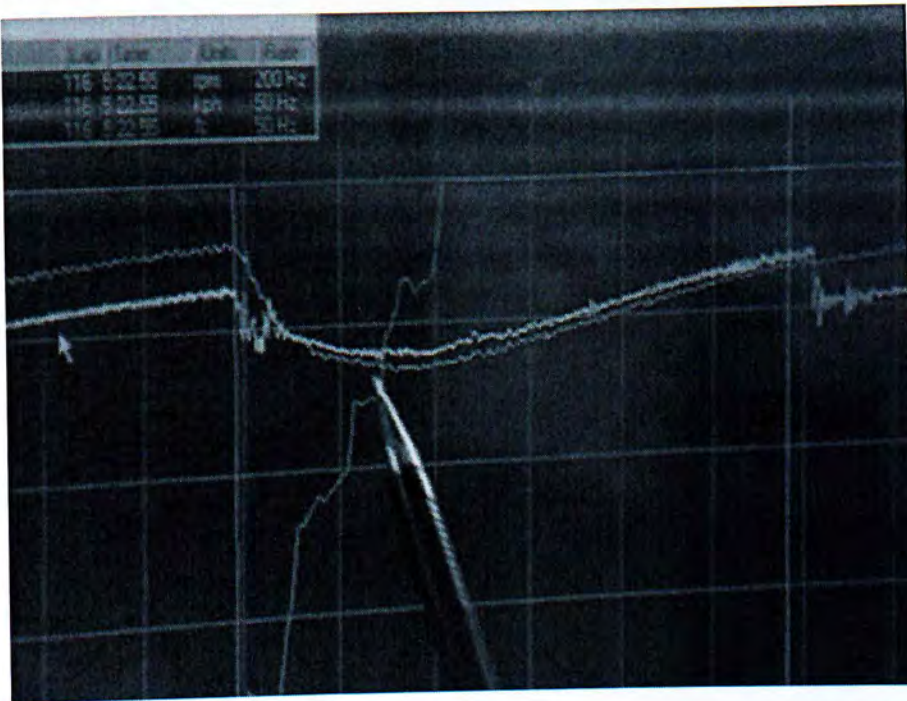


Παράδειγμα της τηλεμετρίας "ίχνη" υπό τις εντολές του οδηγού, όπως διεύθυνσης, πέδησης, και γκαζιού.

Θα δείτε, σε οποιαδήποτε γραφήματα των οθονών που επικεντρώνονται σε δεδομένα τηλεμετρίας, ότι περίπου οι μισές από τις οθόνες έχουν ένα μαύρο φόντο και οι μισές από αυτές έχουν ένα λευκό φόντο. Το μαύρο φόντο εμφανίζει την τάση να είναι γράφημα χρονικής σειράς, όπου τα πιο σημαντικά στοιχεία που ακολουθούν είναι οι κυματιστές γραμμές - οι οποίες συχνά είναι υψηλής ανάλυσης, φαίνονται πολύ διακριτικά ως προς το χρώμα, και στενά τοποθετημένα το ένα δίπλα στο άλλο. Το μαύρο φόντο προσφέρει εξαιρετική αντίθεση ενάντια σε χρώματα με υψηλή φωτεινότητα, όπως το κίτρινο, ή προειδοποιητικά χρώματα όπως το πράσινο και το κόκκινο. Το λευκό φόντο εμφανίζει την τάση να χρησιμοποιείται για αριθμητικά δεδομένα που προβάλλονται σε μορφή πλέγματος, παρέχοντας ένα πιο ήσυχο περιβάλλον αυξημένης σαρωτικότητας και αναγνωσιμότητας. Δεν υπάρχουν σκληροί και γρήγοροι κανόνες εδώ, όμως. Εν μέρει το μαύρο φόντο είναι πολιτιστικό - μια διατήρηση από την εποχή που σοβαρές διεπαφές ονομάστηκαν «τερματικά» και είχε την εικόνα και την αίσθηση για να ταιριάζει.

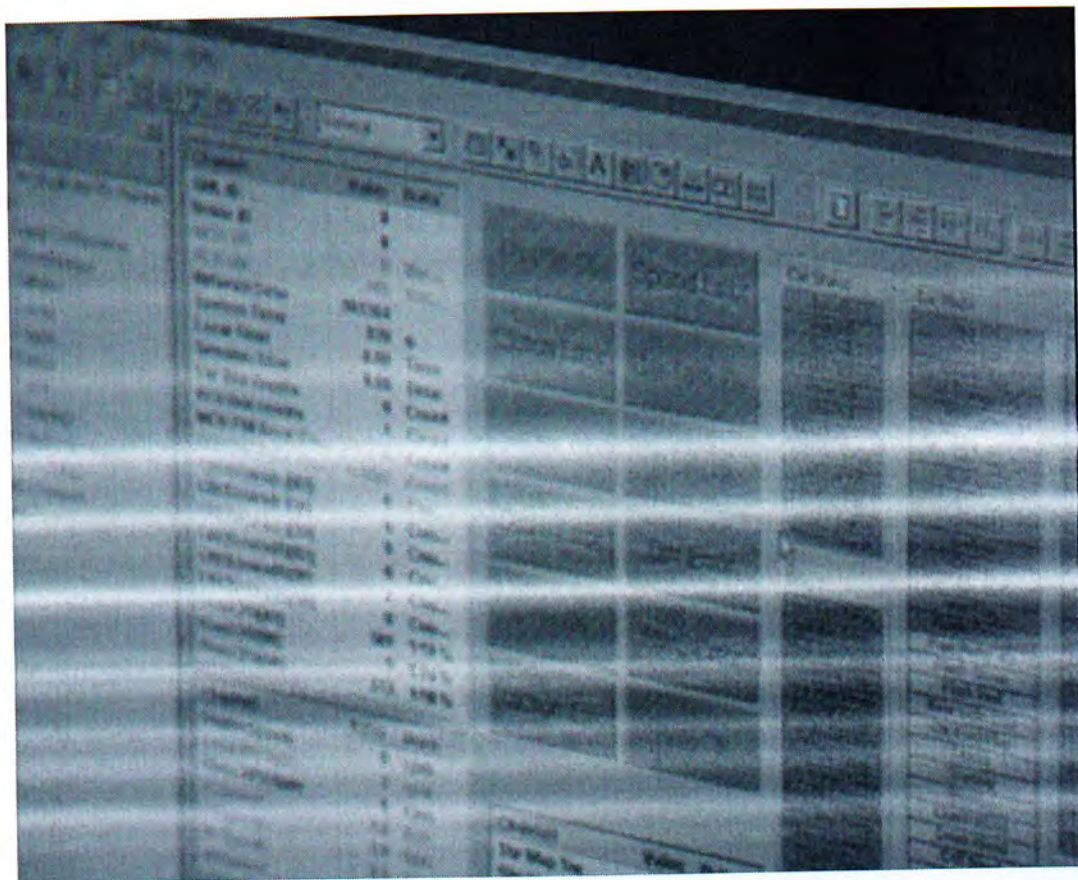


Τχη τηλεμετρίας από ένα γύρο στο Silverstone, εμφανίζεται ως επιφάνεια χρονολογικών σειρών από καταγεγραμμένα δεδομένα. Οι γύροι σημειώνονται με τις λεπτές μωβ γραμμές (που εκτείνονται πάνω και κάτω από τις γραμμές του πλέγματος.) Βλέπουμε πως, όπως και με πολλές χρονολογικές σειρές απεικονίσεων των δεδομένων, η απλή πάροδος του χρόνου δεν είναι μια καλή επεξηγηματική μεταβλητή. Τα πράγματα μοιάζουν παρόμοια από τα «10.000 πόδια».



Μεγέθυνση στην πρώτη στροφή στο Silverstone («Corner Copse».) Η μπλε γραμμή είναι το γκάζι, η λευκή γραμμή είναι το RPM (στροφές ανά λεπτό) του κινητήρα, και η κίτρινη γραμμή είναι η ταχύτητα του αυτοκινήτου. Θα παρατηρήσετε ότι

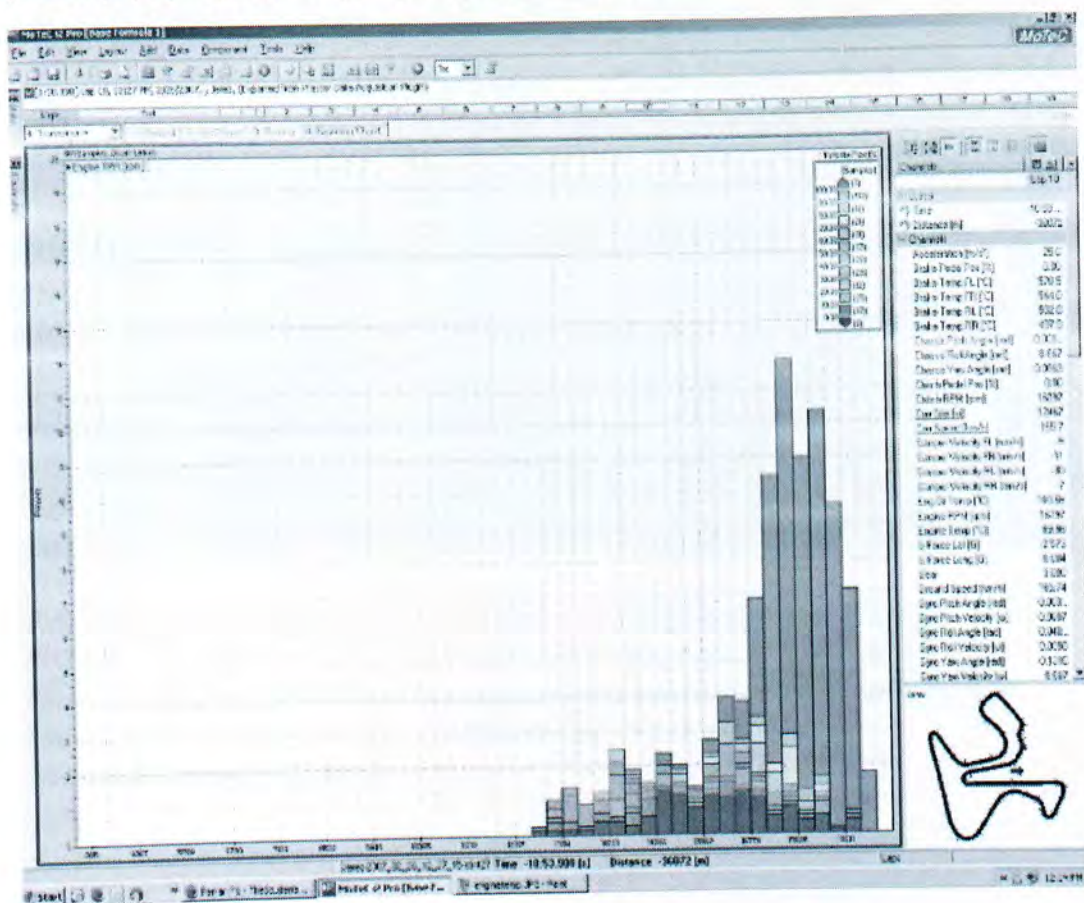
η ταχύτητα του αυτοκινήτου και του γκαζιού συσχετίζονται στενά. Αυτό συμβαίνει επειδή τα μονοθέσια της F1 έχουν πολύ χαμηλή αδράνεια (που επιβραδύνουν γρήγορα, όταν δεν επιτάχυνουν).



Μία πραγματικού χρόνου διεπαφή παρακολούθησης αυτοκινήτου έχει ρυθμιστεί ώστε να προειδοποιεί τον μηχανικό του αγώνα για βασικούς δείκτες αξιοπιστίας. Τα πράσινα και τα κόκκινα φώτα προειδοποίησης χρησιμοποιούνται για να προειδοποιήσουν όταν οι συνθήκες είναι μέσα σε ένα όριο ασφαλείας, και η υποστήριξη των δεδομένων είναι κοντά για την αντιμετώπιση προβλημάτων. Παρατηρήστε πως μερικά από τα κανάλια τηλεμετρίας ομαδοποιούνται σε κουτιά που αντιστοιχούν στα φώτα προειδοποίησης, αλλά ότι είναι χωρικά συνεχόμενα. Άλλα κανάλια δεν ανταποκρίνονται στις προειδοποιητικές λυχνίες και είναι θεματικά χωριστά, όπως η «κατάσταση του αυτοκινήτου». Οι διεπαφές τηλεμετρίας είναι, κατά κανόνα, εξαιρετικά εξαστομικευμένες.

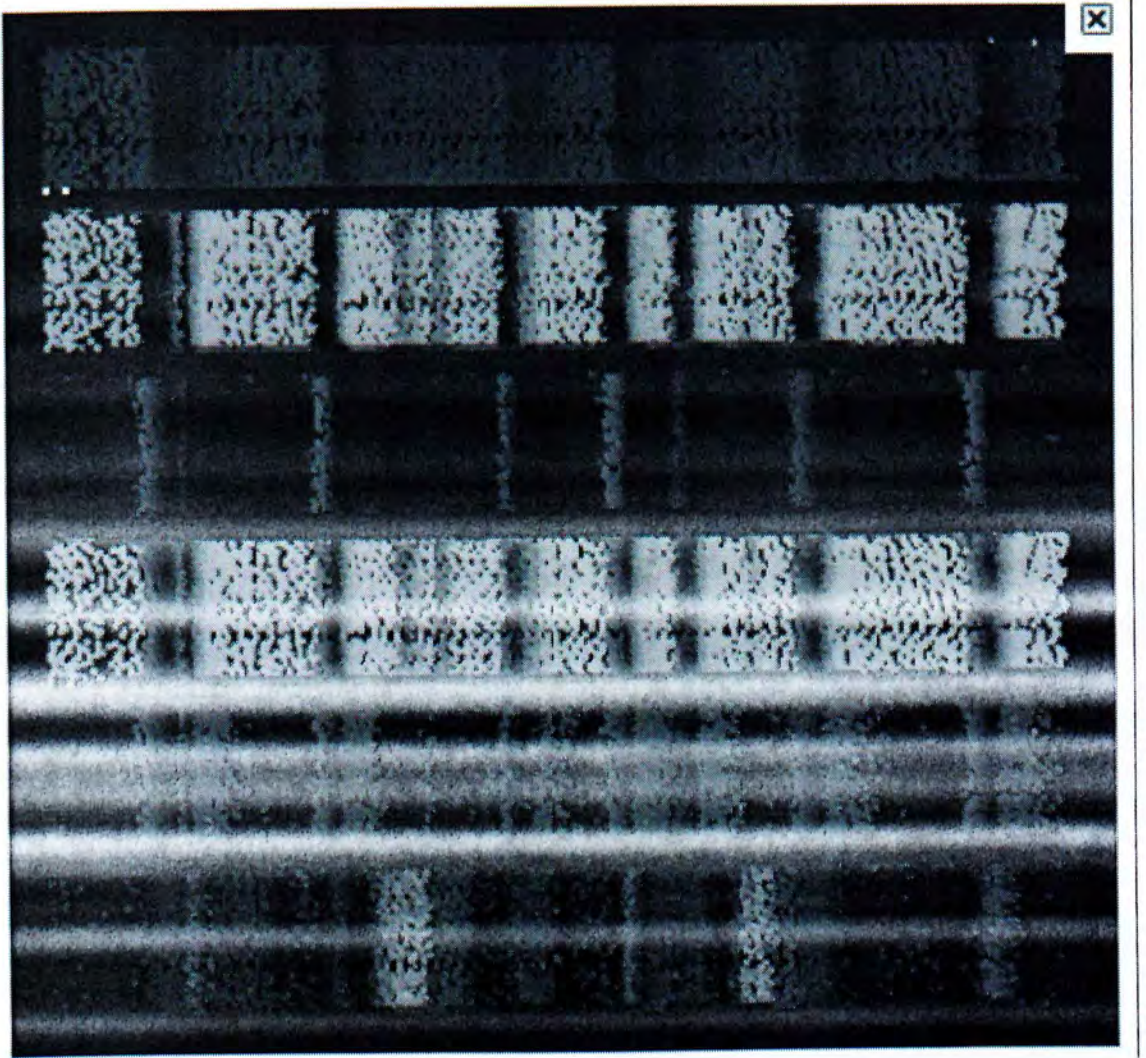
Οι κινητήρες F1 είναι διαφορετικοί από τους κινητήρες των αυτοκινήτων δρόμου με μερικούς αξιοσημείωτους τρόπους, ένας εκ των οποίων είναι η αυξημένη ΤΕ (θερμική απόδοση). Της ενέργειας του καυσίμου που έχει αρχικά τεθεί σε έναν κύλινδρο, μόνο το 1 / 3 προκύπτει ως ιπποδύναμη σε οποιαδήποτε μηχανή - αλλά ένα μονοθέσιο της F1 τοβελτιστοποιεί αυτό κατά τουλάχιστον 30% χρησιμοποιώντας λεπτομερώς ελεγχόμενο χρονισμό της ανάφλεξης, η ροή του καυσίμου προς τους

κυλίνδρους, ροής αέρα, και μέσω των προηγμένων υλικών στην κατασκευή του κινητήρα. Όλο αυτό επιτυγχάνεται μέσα από προσεκτική παρακολούθηση των δεδομένων σύμφωνα με το υπόδειγμα απόδοσης κάθε ομάδας. Οι κινητήρες F1 επίσης έχουν εξωφρενικά υψηλές στροφές μηχανής σε σύγκριση με έναν κινητήρα σε ένα αυτοκίνητο δρόμου, ή ακόμα και άλλα αγωνιστικά αυτοκίνητα - μέχρι 18K RPMs. Αυτό δημιουργεί ένα απίστευτο ποσό μηχανικής φθοράς, η οποία είναι ένας άλλος λόγος για τον οποίο οι κινητήρες F1 παρακολουθούνται προσεκτικά κατά τη σύντομη διάρκεια ζωής τους (περίπου 400 χιλιόμετρα!). Μερικά μέρη, όπως οι βαλβίδες, πρέπει να είναι πολύ ελαφριά για να χειριστεί τέτοια ταχεία και επαναλαμβανόμενη κίνηση. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει πολύπλοκα σχέδια του κινητήρα στα οποία απαιτείται λογισμικό για την αντιμετώπιση της αστάθειας. Αλλά ενώ όλες οι ομάδες της F1 χρησιμοποιούσαν τις ίδιες πληροφορίες από την ίδια ECU τώρα, τα ακριβή στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση του κινητήρα ποικίλλουν και είναι ένα βασικό μέρος της μηχανικής στρατηγικής του αγώνα.



Είναι δύσκολο να κατασκοπεύεις τη στρατηγική της τηλεμετρίας μιας πραγματική ομάδα της F1, λόγω του ανταγωνιστικού χαρακτήρα του αθλητισμού, αλλά οι ενθουσιώδεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν το λογισμικό προσομοίωσης rFactor για να βρεθούν υποθετικά κοντά στο πραγματικό αποτέλεσμα. Εδώ είναι μια φανταστική ματιά σε διάφορες παραμέτρους της θερμοκρασίας του κινητήρα και τον τρόπο με τον οποίο ανταποκρίνονται σε ανεπαίσθητες αλλαγές σε παράγοντες όπως η πρόσληψη του αέρα, κλπ.

Μερικές ομάδες της F1 παρέχουν πλέον τα δεδομένα τηλεμετρίας από το αυτοκίνητο για το κοινό, και μια ενδιαφέρουσα υπο-κουλτούρα των mash-ups και πειραματική απεικονίσεων έχει προκύψει.



Ένα διάγραμμα του DNA του οδηγού για τον Lewis Hamilton - όχι με βάση τη βιολογία του, βέβαια, αλλά της οδηγικές συνήθειές του, όπως το γκάζι και το φρενάρισμα. Αυτό είναι ένα παράδειγμα του είδους των πειραματικών απεικονίσεων που εμφανίζονται τώρα από όταν η McLaren έχει κοινοποιήσει τα στατιστικά τηλεμετρίας τους.

3.3 ATLAS

3.3.1 Προχωρημένης Σύνδεσης Τηλεμετρία και Σύστημα Συλλογής

Το ATLAS είναι ένα πακέτο λογισμικού που χρησιμοποιείται για την απόκτηση, την απεικόνιση και την ανάλυση δεδομένων από συστήματα ελέγχου, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται στο μηχανοκίνητο αθλητισμό και εφαρμογές στην αυτοκινητοβιομηχανία. Οι συνήθεις έλεγχοι και η εκτεταμένη χρήση του ποντικιού, των μενού και των πλήκτρων του επιταχυντή κάνει εύκολο να δημιουργηθεί και να χρησιμοποιηθεί. Το ATLAS χρησιμοποιείται από τον επαγγελματικό αναλυτή δεδομένων εργασίας με δεδομένα που συλλέγονται μέσω τηλεμετρίας ή αποστέλλονται από έναν καταγραφέα δεδομένων. Το ATLAS είναι κατάλληλο για έναν μεμονωμένο αναλυτή δεδομένων ή για πολλούς μηχανικούς οι οποίοι παρακολουθούν την τηλεμετρία μαζί. Το ATLAS είναι εξίσου κατάλληλο για την ανάλυση του κάθε γύρου ή στον ανοιχτό δρόμο με βάση τα δεδομένα.

3.3.2 Χαρακτηριστικά

- Εξαιρετικά προσαρμόσιμο
- Γραφικό χρονοδιάγραμμα για εύκολη πλοήγηση μέσω των δεδομένων
- Προβολή, ανάλυση και σύγκριση του πραγματικού χρόνου δεδομένων τηλεμετρίας με τα καταγεγραμμένα δεδομένα που υπάρχουν στην μνήμη
- Έλεγχοι για την αυτοματοποιημένη παρακολούθηση του κινητήρα και του πλαισίου
- Γρήγορη επεξεργασία δεδομένων για να αντιμετωπισθούν οι μεγάλες ποσότητες δεδομένων, σε πραγματικό χρόνο.
- Εξαιρετικά προσαρμόσιμο

3.3.3 Χρονοδιάγραμμα

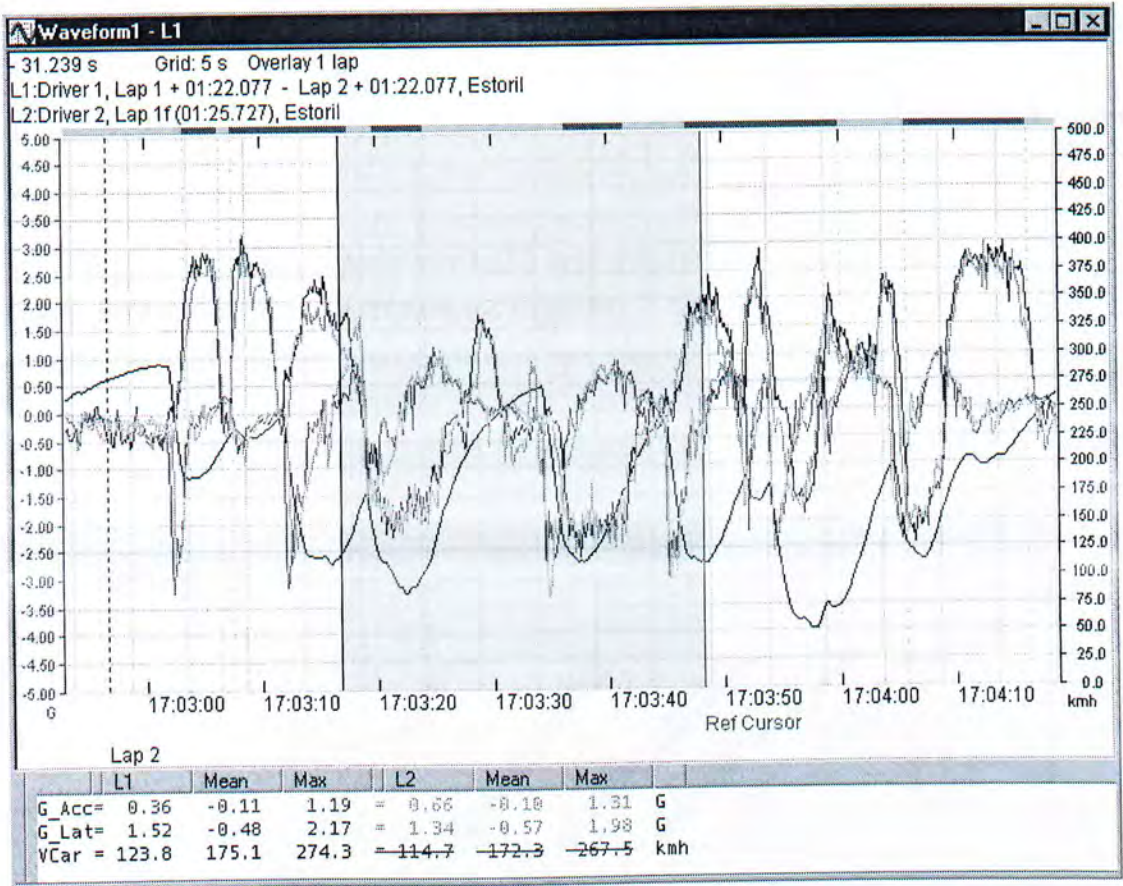
Το ATLAS διαθέτει πολλές δυνατότητες για να βοηθήσει την περιήγηση μέσα από τα δεδομένα. Το γραφικό χρονοδιάγραμμα λειτουργεί ως εξειδικευμένη γραμμή κύλισης με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Δείχνει : γύρο εξόδου, χρονομέτρηση γύρων και γύρο εισόδου
- Τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιούνται και φαίνονται εκείνη την στιγμή τονίζονται στο χρονοδιάγραμμα ώστε να φαίνεται η θέση του
- Λειτουργίες του ποντικιού επιτρέπουν τη γρήγορη και εύκολη επιλογή του κάθε γύρου
- Συνδέσιμες οθόνες, επιτρέπουν την ίδια χρονική περίοδο να εμφανίζεται, ακόμα και όταν μετακινείται
- Οι λειτουργίες απόστασης και χρόνου υποστηρίζονται

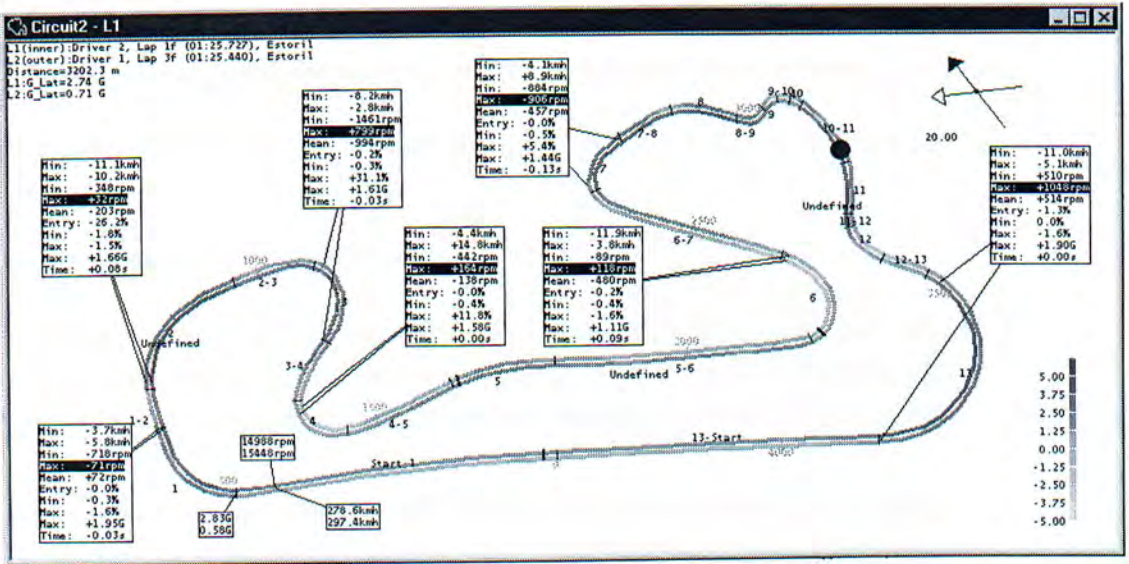
3.3.4 Ενδείξεις

Διάφοροι τύποι εμφάνισης παρέχονται για να δοθούν διαφορετικές προβολές των δεδομένων :

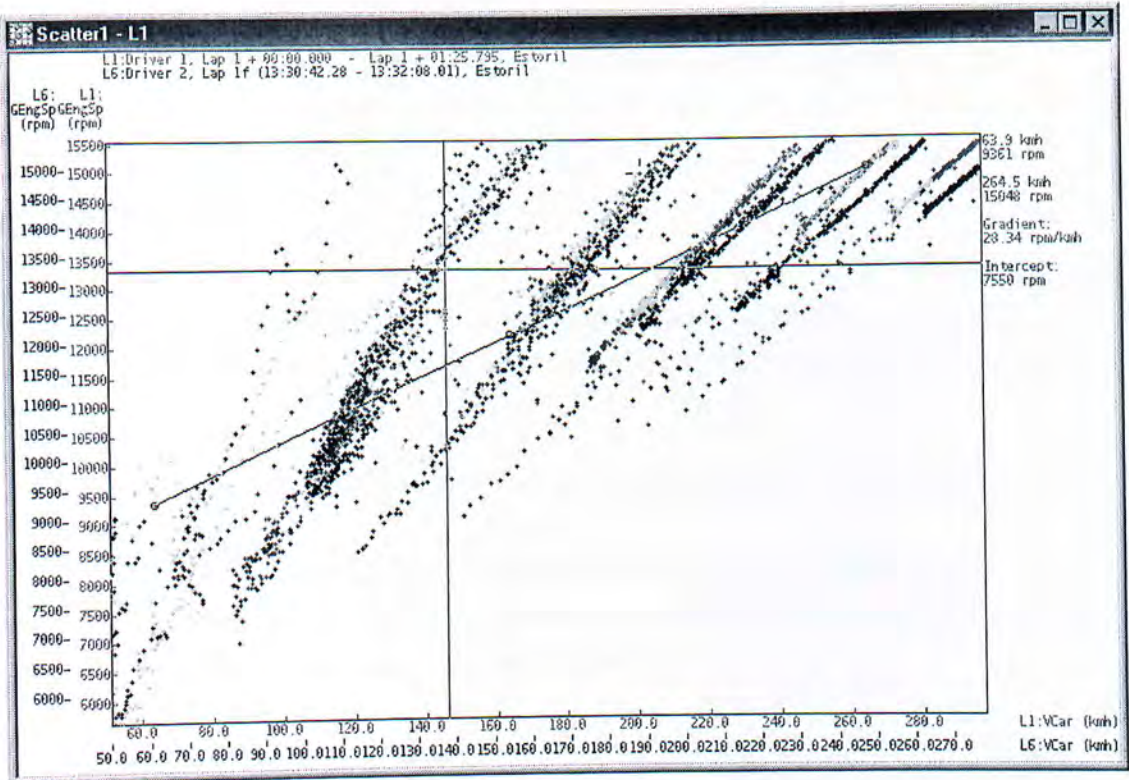
- **Κυματομορφή:** δείχνει διάφορες παραμέτρους όπως κυματομορφές σε μορφή παλμογράφου.



- Ελέγχιστην οθόνη για : διάταξη παραμέτρου,αντιστάθμιση γύρου προσαρμογής,πλοήγηση και επιλογή δεδομένων
 - Ίχνη μπορούν να κρυφτούν ή να αναβοσβήσουν
 - Κλίση και δρομείς αναφοράς
 - Αυτόματη και χειροκίνητη κύλιση
- **Κύκλωμα :** δείχνει τη θέση του αυτοκινήτου στο χάρτη του γύρου. Αυτή η οθόνη μπορεί να προσαρμοστεί σε μεγάλο βαθμό για να δείξει τα δεδομένα σεδιάφορα επιλεγμένα σημεία στην πίστα.



- **Μπάρα** : δείχνει τις παραμέτρους σαν απλά ιστογράμματα
- **Αριθμητικό**: δείχνει τις παραμέτρους ως κείμενο
- **Διασπορά**: δείχνει τη σχέση των ζευγαριών των παραμέτρων σε επιφάνεια του άξονα.



Πολλές οθόνες μπορούν να εμφανίζουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Άλλες οθόνες μπορούν να ενημερώνονται αυτόματα μετά από κάθε ολοκλήρωση του γύρου.

Με λειτουργία zoom in για την μεγέθυνση της προβολής στις οθόνες κυματομορφής και διασποράς.

Άλλες οθόνες επιτρέπουν την ανάλυση δεδομένων :

- **Loadmap:** δείχνει μια 3D επιφάνεια μίας παραμέτρου εναντίον μίας άλλης. Η τρίτη διάσταση υποδεικνύεται από ένα χρώμα και δείχνει το ποσοστό του χρόνου που δαπανάται με τις δύο αυτές παραμέτρους στις καθορισμένες εκτάσεις.
- **Ιστόγραμμα:** δείχνει την κατανομή μιας παραμέτρου ενάντια στο χρόνο
- **Περίληψη:** παρουσιάζει στατιστικά στοιχεία σχετικά με παραμέτρους που έχουν επιλεγεί για το σύνολο της διαδικασίας που κανονίζονται από τον γύρο, το τμήμα ή το σημείο.
- **FFT:** πραγματοποιεί αναλύσεις συχνότητας στα δεδομένα. Τα αποτελέσματα μπορεί να παρουσιαστούν ως μετασχηματισμοί Fast Fourier, Συναρτήσεις μεταφοράς ή συσχετίσεις
- **Χάρτης:** εμφανίζει τα καταγεγραμμένα δεδομένα επάνω σε ένα 3D πλαίσιο σύρματος ενός 2D χάρτη
- **InPlace:** σας επιτρέπει να εκτελέσετε στοιχεία ελέγχου ActiveX στο περιβάλλον ATLAS. Τα στοιχεία ελέγχου ActiveX έχουν πλήρη πρόσβαση στα δεδομένα και μπορούν να χειραγωγηθούν από τα πρότυπα μενού ATLAS.

3.3.5 Παράμετροι

Το ATLAS χειρίζεται κάθε στοιχείο των εισερχόμενων δεδομένων ως παράμετρο. Η τιμή της παραμέτρου παρουσιάζεται και αναλύεται με τη συμπερίληψη της σε μία Οθόνη:

- Οι παράμετροι επιλέγονται σε ένα πρόγραμμα περιήγησης ή σύρονται από άλλη οθόνη.
- Οι ιδιότητες της παραμέτρου επιτρέπουν τον έλεγχο του τρόπου που εμφανίζεται μια παράμετρος: μπορεί να είναι είτε τοπική σε μία μόνο οθόνη ή καθολική σε ολόκληρο το βιβλίο εργασίας.

3.3.6 Ανάλυση

Όπως και στις ειδικές οθόνες ανάλυσης (Loadmap, Ιστόγραμμα, Περίληψη και FFT), το ATLAS προσφέρει τις ακόλουθες δυνατότητες ανάλυσης:

- **Λειτουργίες:** (επίσης γνωστή ως Μαθηματικά κανάλια) επιτρέπει τον συνδυασμό των τιμών των παραμέτρων και την εκτέλεση των υπολογισμών τους. Παρέχεται και ένας εξελιγμένος επεξεργαστής λειτουργίας.
- **Έλεγχοι:** επιτρέπεται ο έλεγχος της κατάστασης του αυτοκινήτου ή της μηχανής αυτόματα
- **Δείκτες :** εντοπίζουν το χρόνο, όταν συμβαίνει κάτι ενδιαφέρον: μπορούν να τοποθετηθούν με το χέρι ή αυτόματα με έναν έλεγχο ή εντολή του ActiveX.

3.3.7 Διεπαφές λογισμικού

Το ATLAS μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλες εφαρμογές των Windows ®:

- Το ATLAS είναι συμβατό με ActiveX και οι πιο πολλές εντολές του ATLAS είναι διαθέσιμες σε αυτό το περιβάλλον
- Η InPlace θύνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την λειτουργία άλλων εφαρμογών στο ATLAS
- Πακέτο δεδομένων μπορεί να εξαχθεί και να εισαχθεί σε διάφορες μορφές όπως το MATLAB
- Ένα τρίτο μέρος του DLL σας επιτρέπει να γράψετε πρόγραμμα οδήγησης για να έχετε πρόσβαση σε άλλες μορφές δεδομένων
- Σταθερές, που χρησιμοποιούνται σε λειτουργίες, μπορεί να διαβαστούν από μια εξωτερική εφαρμογή, όπως ένα υπολογιστικό φύλλο

3.3.8 Καταγραφή

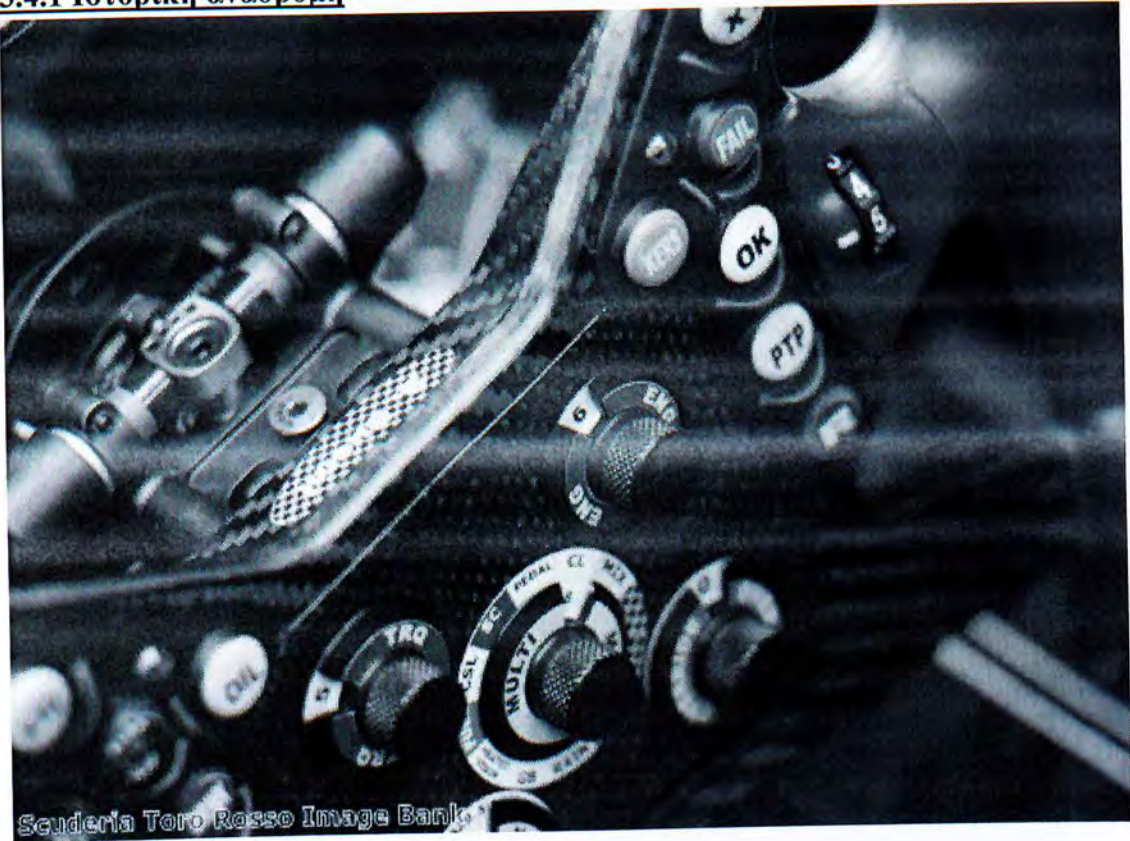
Το ATLAS περιλαμβάνει ελέγχους για την καταγραφή των δεδομένων από καταγραφείς δεδομένων, είτε άμεσα (με wirelink) ή σε πραγματικό χρόνο (με τηλεμετρία):

- Το ATLAS υποστηρίζει τόσο στενή όσο και ευρεία ζώνη τηλεμετρίας
- Ευρείας ζώνης τηλεμετρία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε λειτουργία ριπής (BurstMode) (όλα τα αποθηκευμένα δεδομένα μεταδίδονται σε ένα σημείο του κυκλώματος) ή λειτουργία αναμετάδοσης (RetransmissionMode) (όλα τα αποθηκευμένα δεδομένα συνεχώς αναμεταδίδονται και το ATLAS χρησιμοποιεί αργότερα αναμεταδόσεις για να συμπληρώσει εγκατάλειψη και λάθη)
- Το ATLAS υποστηρίζει υψηλή ταχύτητα μέσω wirelinks 100Mbps Ethernet
- Η τηλεμετρία Ethernet σας επιτρέπει να προβάλεται τα δεδομένα σε ένα πεδίο δοκιμής χωρίς ασύρματες συσκευές τηλεμετρίας

- Η τηλεμετρία μπορεί να αναπαραχθεί
- Το πακέτο ATLAS περιλαμβάνει διακομιστές δεδομένων. Αυτά λειτουργούν με έναν ειδικό υπολογιστή που δέχεται εισερχόμενα δεδομένα και μεταδίδει σε ένα δίκτυο με υπολογιστές που εκτελούν το ATLAS
- Ένας ειδικός server δεδομένων είναι διαθέσιμος για να δεχθεί δεδομένα από μετεωρολογικό σταθμό και να περιλαμβάνουν τα δεδομένα της συνεδρίας.
- Άμεση καταγραφή CAN.

3.4 Το τιμόνι της Formula 1

3.4.1 Ιστορική αναδρομή

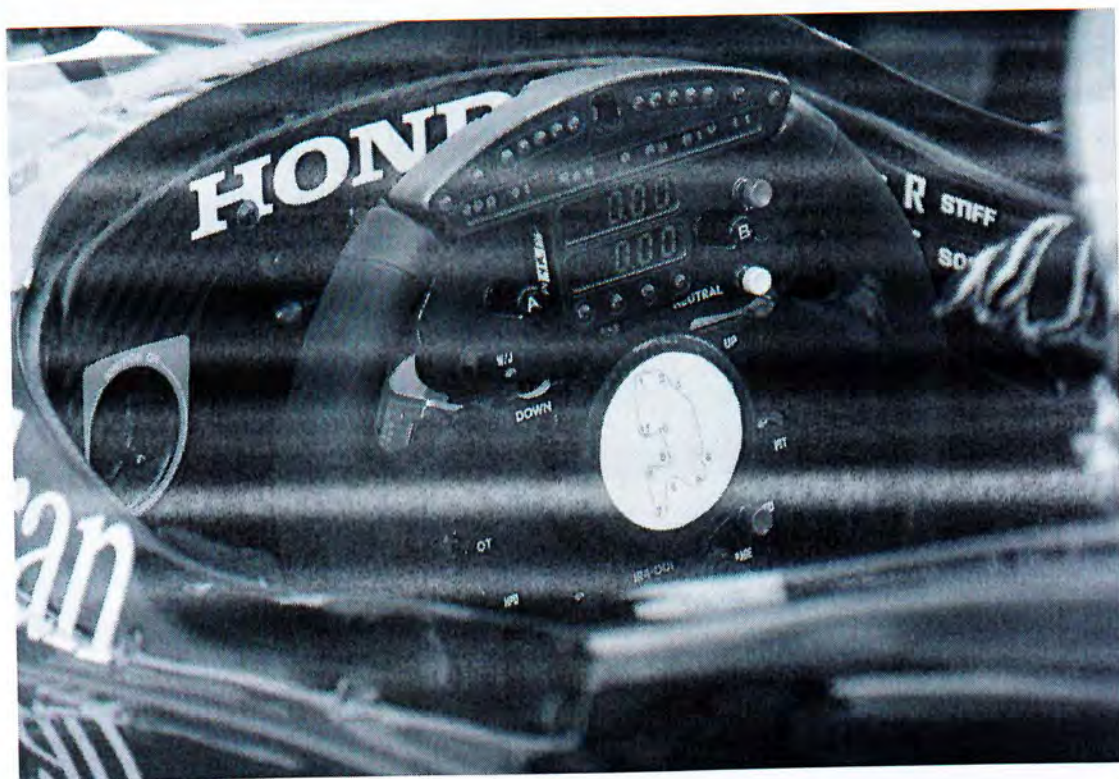


Για πολλά χρόνια το τιμόνι ήταν ένα από τα απλούστερα κομμάτια του εξοπλισμού ενός αυτοκινήτου στην Formula 1. Πριν από τις ζώνες ασφαλείας, τα συστήματα ελέγχου πρόσφυσης, το KERS, τα κουπιά ταχυτήτων, τον συμπλέκτη στο χέρι, τους χάρτες καυσίμου ή οποιοδήποτε από τα άλλα παιχνίδια που τα αυτοκίνητα της Formula 1 έχουν εξελιχθεί για να χρησιμοποιούν - Μοναδικός σκοπός του τιμονιού ήταν να κατευθύνει το αυτοκίνητο.

Όταν ο Stirling Moss συνετρίβη στο Goodwood το 1962, το κεφάλι του χτύπησε στο δερμάτινο τιμόνι, που του άφησε ένα μόνιμο βαθούλωμα στο μέτωπο. Οι τροχοί

μπορεί να έχουν αλλάξει πολύ από τότε, αλλά είναι μόνο μέσα στην τελευταία δεκαετία που έχουν γίνει σημαντικές αλλαγές.

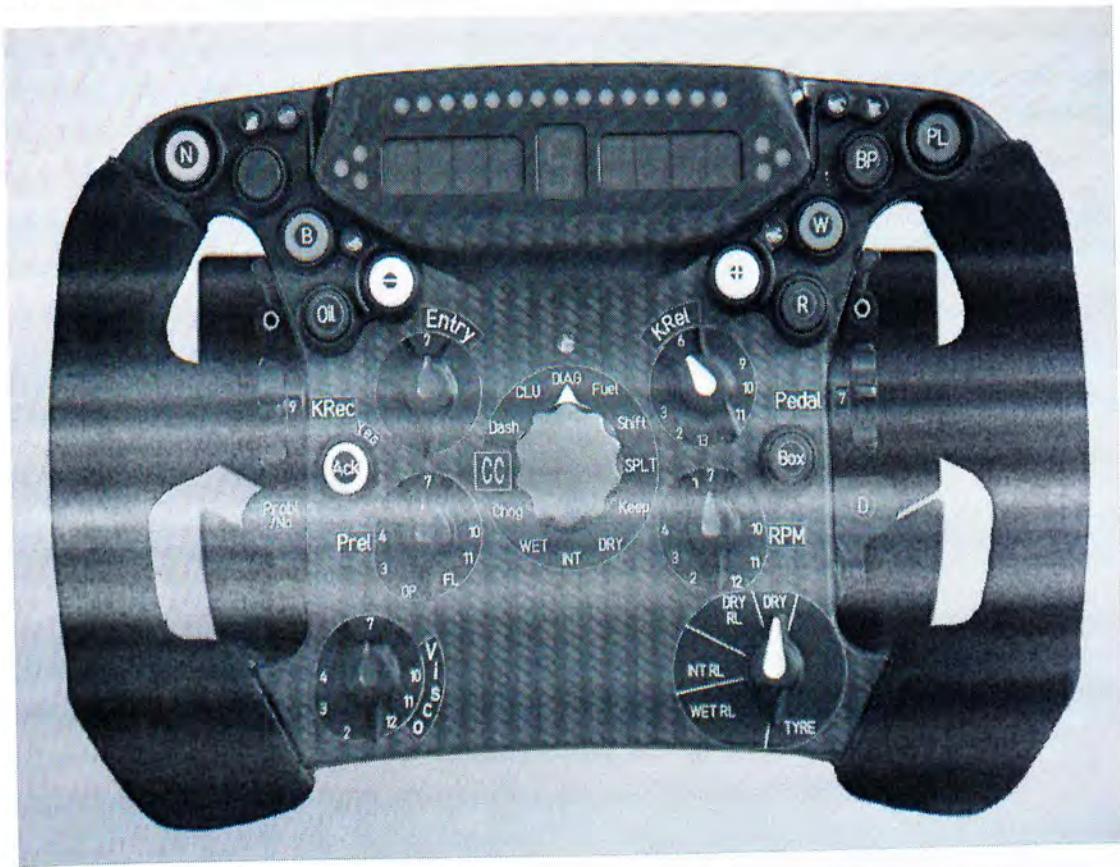
Ακόμα και σήμερα, μερικά από τα πιο προηγμένα μηχανήματα αγώνων του κόσμου χρησιμοποιούν ένα πολύ απλό τιμόνι. Αν κοιτάξουμε ένα τιμόνι IndyCar, αν και φαίνεται περίπλοκο, η πραγματική βάση είναι διαθέσιμη για να αγοραστεί από οποιοδήποτε ειδικό μηχανοκίνητου αθλητισμού. Ομάδες προσθέσαν προσαρμοσμένα πιασίματα, οθόνες, ηλεκτρονικούς μοχλούς αλλαγής κουπιών και μερικά απλά ηλεκτρονικά, αλλά σε σύγκριση με ένα Formula 1 τροχό, όλοι είναι ακόμα σχετικά στοιχειώδη.



Η Formula 1 εξακολουθούσε να χρησιμοποιεί βασικό δέρμα ή σουέτ τιμόνια μέσα στη διάρκεια ζωής των περισσότερων από τους οδηγούς για το δίκτυο σήμερα - το πιο προηγμένο κομμάτι της τεχνολογίας σε ένα τιμόνι στις αρχές του 1980 θα ήταν ένας διακόπτης ανάφλεξης.

Στη δεκαετία του 1990 αρχίσαμε να βλέπουμε κάποιες μικρές τεχνολογικές εξελίξεις, όπως διακόπτες ραδιοφώνου και κουμπιά ώθησης, αλλά ήταν μόνο στη δεκαετία του 2000 που άρχισε πραγματικά να εμφανίζεται η τεχνολογία που είναι απαραίτητη, αυτό που τώρα αναφέρεται συχνά ως το «κέντρο ελέγχου» των σύγχρονων αυτοκινήτων Formula 1. Ωστόσο, ακόμη και στις αρχές της δεκαετίας του 2000 τα τιμόνια παρέμειναν αρκετά απλά. Πολλά από τα ηλεκτρονικά δεν θάφτηκαν κάτω από τα στρώματα των ινών άνθρακα και ήταν επιρρεπή σε αποτυχίες - ειδικά στο βρεγμένο.

Βλέπουμε το 2011 Sauber-Ferrari τιμόνι ως παράδειγμα της σύγχρονης τεχνολογίας της Formula 1.



Στο μπροστινό μέρος, μία τυποποιημένη οθόνη LED χρησιμοποιείται για να παρουσιάζει τις πληροφορίες στους οδηγούς. Η κεντρική οθόνη δείχνει τις ταχύτητες του οδηγού που είναι από 0-7, ενώ οι οθόνες σε κάθε πλευρά εμφανίζουν διάφορες πληροφορίες. Τα δεδομένα που εμφανίζονται εξαρτώνται από τις ρυθμίσεις που έχουν επιλεγεί από τον οδηγό με τη λειτουργία πολύ-λειτουργικού περιστροφικού διακόπτη - τις περισσότερες φορές αυτό θα εμφανίσει την τρέχουσα ταχύτητα και τον τομέα χρόνου. Όπως ένας οδηγός περνά μέσα από σημεία αναφοράς στον γύρο, οι χρόνοι εμφανίζονται - αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στις κατατακτικές δοκιμές και την πρακτική, καθώς επιτρέπει στον οδηγό να δει σε ποια τμήματα της πίστας είναι γρήγοροι και που πρέπει να βρουν χρόνο.

Η σειρά των LED (φώτα) πάνω από τις οθόνες δείχνουν τις στροφές και είναι χρώμα που κωδικοποιείται για να δείξει στον οδηγό το καλύτερο σημείο για να αλλάξει ταχύτητα - ο βέλτιστος χρόνος να αλλάξει ταχύτητα είναι όταν τα LED είναι μπλε. Η μορφή με την οποία αυτά τα φώτα δείχνουν τις στροφές μπορεί να διαφέρει μεταξύ των ομάδων και τις ρυθμίσεις των οδηγών, αλλά πολύ συχνά τα φώτα αγνοούνται ως ένα ηχητικό σήμα, το οποίο μεταδίδεται από την ECU, μέσω των ακουστικών του οδηγού, το οποίο στέλνει επίσης τις ίδιες πληροφορίες.

Τα τρίγωνα των φώτων κάθε πλευράς από τις οθόνες είναι τα μηνύματα που στέλνει η FIA. Εμφανίζουν το χρώμα κωδικοποιημένων προειδοποιήσεων που αντανακλούν τις σημαίες που κυματίζουν οι κριτές (π.χ. κίτρινο για περιστατικό πιο μπροστά, μπλε για να ενημερώσει τον οδηγό για ένα ταχύτερο αυτοκίνητο πίσω, κόκκινο όταν ο αγώνας έχει διακοπεί κλπ). Σε μια κατάσταση κίτρινης σημαίας, συχνά θα δείτε επίσης να κυματίζει η λέξη «ΣΗΜΑΙΑ» και στις δύο πλευρές της κύριας οθόνης. Με την εισαγωγή του Drag Reduction System (DRS) αυτά τα φώτα μπορούν επίσης να υποδείξουν πότε ένας οδηγός είναι στη ζώνη ενεργοποίησης.

Κάποιες ομάδες προτιμούν να καταργηθεί αυτή η ένδειξη από το τιμόνι και να ενσωματωθεί στο πιλοτήριο (Red Bull και Toro Rosso, για παράδειγμα). Αυτό έχει το πλεονέκτημα ότι ο οδηγός είναι σε θέση να βλέπει την οθόνη ανεξάρτητα ποια θέση έχει το τιμόνι, ωστόσο, σε περίπτωση που αυτό αποτύχει τότε ο οδηγός πρέπει να οδηγεί χωρίς τη χρήση του. Αν αποτελεί μέρος του τιμονιού, είναι πιθανό να αντικατασταθεί γρήγορα το τιμόνι και επομένως και η οθόνη.

Στην αριστερή πλευρά είναι τρεις περιστροφικοί διακόπτες που καθορίζουν τις ρυθμίσεις του διαφορικού. Αυτά χωρίζονται σε γωνία εισόδου, μέσα γωνία και γωνία εξόδου. Αυτές θα καθοριστούν κατά τη διάρκεια της προπονήσης για να έχουν την καλύτερη ρύθμιση για τις κατατακτήριες και τον αγώνα, αλλά μπορεί να μεταβληθούν με την πάροδο του αγώνα. Εάν υπάρχει μια μεγάλη αλλαγή στο επίπεδο πρόσφυσης των ελαστικών ή αν υπάρχει μία αεροδυναμική αλλαγή (που οφείλεται σε βλάβη ή στο μπροστινό φτερό, να μεταβληθεί σε ένα pit-stop), ο οδηγός μπορεί να αλλάξει τις ρυθμίσεις για να αντισταθμίσει. Για παράδειγμα, εάν το αυτοκίνητο έχει υποστροφή από μια γωνία, ο οδηγός θα πρέπει να ανοίξει το διαφορικό στο πίσω μέρος - θα μετατρέψει έναν από τους περιστρεφόμενους επιλογείς σε μια χαμηλότερη θέση ανάλογα με το σημείο στη γωνία που αντιμετώπιζε την υποστροφή.

Το κίτρινο κουμπί «N» θέτει το αυτοκίνητο σε νεκρά. Το κιβώτιο του αυτοκινήτου ελέγχεται ηλεκτρονικά μέσω κουμπιών ταχυτήτων στο πίσω μέρος του τιμονιού. Η νεκρά δεν μπορεί να επιλεγεί με αυτά τα κουμπιά, ο οδηγός πρέπει να πιέσει το κουμπί του «N» για από-επιλογή ταχυτήτων. Υπάρχει ένα LED δίπλα στο κουμπί αυτό για να δείξει όταν το αυτοκίνητο είναι σε νεκρά. Από την άλλη πλευρά του τιμονιού το «PL» εφαρμόζει τον περιοριστή ταχύτητας των pitlane. Ο οδηγός θα πατήσει αυτό το κουμπί, όταν εισέρχεται στο pitlane και θα το πατήσει πάλι κατά την έξοδο του, οι ενδεικτικές λυχνίες δίπλα στο κουμπί δείχνουν ότι ο περιοριστής έχει αναλάβει και τα φώτα της FIA θα έχουν ανάψει σε λευκό.

Το κουμπί «Oil» τροφοδοτεί επιπλέον πετρέλαιο στη μηχανή από τη συμπληρωματική δεξαμενή πετρελαίου. Αυτό χρησιμοποιείται κυρίως για τη λίπανση και την προστασία του κινητήρα.

Το κουμπί «B» είναι για το σύστημα ώθησης KERS. Το 2011, ως το 2009, Κινητικά Συστήματα Ανάκτησης Ενέργειας συγκέντρωναν καταναλώμενη ενέργεια από τα φρένα για να φορτίσουν μια μπαταρία ή σφόνδυλο που επιτρέπει για 80bhp μια ώθηση 6,67 δευτερόλεπτα άνα γύρο. Ο περιστροφικός επιλογέας «KRec» είναι για την ανάκτηση KERS και υπαγορεύει πώς η ενέργεια συλλέγεται από τα φρένα. Ο οδηγός μπορεί επίσης να επιλέξει το πώς θα χρησιμοποιηθεί η ενέργεια με το χάρτη απελευθέρωσης KERS (με την ένδειξη «KRel»).

Στο κάτω μέρος υπάρχει το κουμπί που υποδεικνύει ότι υπάρχει πρόβλημα στο σύστημα (μερικές φορές εμφανίζεται στο τιμόνι, σαν ένα μεγάλο κουμπί «FAIL»). Αυτό έχει ένα δείκτη για την τηλεμετρία, έτσι ώστε αν υπάρχει πρόβλημα να γίνεται επανεκκίνηση του συστήματος, σε μια προσπάθεια να διορθωθεί. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να επικοινωνήσει με τον μηχανικό του οδηγού αν το σύστημα του ασύρματου δεν λειτουργεί - ενεργεί ως «No» και λειτουργεί σε συνδυασμό με την «Ack» το κουμπί αναγνώρισης. Το «Ack» μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να αναγνωρισθεί ένα μήνυμα από το pit-τοίχο, αν μία ασύρματη-βεβαίωση δεν απαιτείται. Το κουμπί «Box» λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο και χρησιμοποιείται για την επιβεβαίωση ότι ο οδηγός θα μπει στα pit μετά από αυτό το γύρο.

Ο μεγάλος πολλαπλών περιστροφικών επιλογέας στο κέντρο του τιμονιού ελέγχει διάφορες ρυθμίσεις και επιλογές εμφάνισης. Ο οδηγός χρησιμοποιεί το λευκό '+' και '-' για να επιλέξει μια συγκεκριμένη επιλογή και «Ack» για να επιβεβαιώσει. Ο τύπος των κουμπιών που χρησιμοποιούνται εξαρτάται από το ποσό των υπο-μενού και προεπιλογών που έχει κάθε αυτοκίνητο - για παράδειγμα, η Red Bull, η Ferrari και η Toro Rosso στα αυτοκίνητα χρησιμοποιούν "x10" και "x1" κουμπιά για να επιλέγουν γρήγορα ανάμεσα σε διπλού σχήματος επιλογές του μενού. Το τι ενσωματώνεται στον πολλαπλό έλεγχο εξαρτάται από τις προτιμήσεις της ομάδας - οι περισσότερες ομάδες θα έχουν μια ξεχωριστή γραμμή για το μίγμα καυσίμου το οποίο επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί ο κινητήρας. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό τώρα που κατά την διάρκεια του αγώνα ο ανεφοδιασμός έχει απαγορευθεί με αποτέλεσμα ένας οδηγός να χρειαστεί να διατηρήσει καυσίμα αν εξαντλούνται.

Μερικά αυτοκίνητα έχουν ένα κουμπί «SC» που ενεργοποιεί προεπιλογές για όταν το αυτοκίνητο ασφάλειας κυκλοφορεί στην πίστα και το αυτοκίνητο λειτουργεί σε χαμηλότερες ταχύτητες. Ένα ελάχιστο χρόνο γύρου, που έχει δωθεί από τη FIA, θα εμφανίζεται στην κύρια οθόνη.

Το κουμπί «BP», συχνά αναφέρεται ως «BPF» που σημαίνει «BitePointFind». Είναι για τον έλεγχο της συμπεριφοράς του συμπλέκτη πριν αυτό χρειαστεί - για παράδειγμα κατά την εκκίνηση του αγώνα.

Το μπλε κουμπί «W» είναι νέο για το 2011. Το 2010, οι οδηγοί είχαν ένα κουμπί της ενεργοποίησης του εμπρός πτερυγίου με το οποίο θα μπορούσαν να δώσουν περισσότερο ή λιγότερο γωνία στο εμπρός πτερύγιο σε ορισμένα σημεία της πίστας. Οι περιστροφικές επιλογείς θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να ρυθμίσουν τη γωνία αλλαγής και το κουμπί «W» να ενεργοποιήσει το φτερό. Το 2011, αυτό το κουμπί έχει μια παρόμοια χρήση, αλλά τώρα είναι για να ενεργοποιήσει το DRS του πίσω πτερυγίου του συστήματος. Όταν αυτό το κουμπί πιέζεται, το πίσω πτερύγιο ανοίγει για να μειώσει την έλξη και να αφήσει το αυτοκίνητο να φτάσει υψηλότερη τελική ταχύτητα. Σε έναν αγώνα, αυτό μπορεί να ενεργοποιηθεί μόνο αν ένα αυτοκίνητο που ακολουθεί είναι μέσα σε ένα δευτερόλεπτο από το προπορευόμενο αυτοκίνητο σε ένα δείκτη DRS, ένα LED της FIA θα ενημερώσει τον οδηγό αν είναι σε αυτό το παράθυρο του δευτερολέπτου.

Το κουμπί «R» είναι η ραδιοεπικοινωνία με τα pit. Κάποιες ομάδες προτιμούν να χρησιμοποιούν ένα διακόπτη που κτυπά στην ενεργοποίηση ή την απενεργοποίηση, ώστε ο οδηγός να μην χρειάζεται να κρατάει το κουμπί πατημένο - θα έχουν συνήθως ένα περιορισμένο χρονικό διάστημα διακοπής σε περίπτωση που ο οδηγός κατά λάθος κτυπήσει τον διακόπτη ή ξεχάσει να το απενεργοποιήσει.

Το κουμπί «D» είναι το κουμπί για το νερό - είναι το μικρό κουμπί στην αντίθετη πλευρά από το κουμπί «Probl». Ο οδηγός έχει ένα σωλήνα που τον τροφοδοτεί κάτω από το χείλος του κράνους ή μέσα από μια τρύπα στο μπροστινό μέρος. Αυτό συνδέεται με ένα μικρό μπουκάλι νερού μέσα στο αυτοκίνητο (συνήθως μεταξύ 700ml και 1l), το οποίο έχει μια ηλεκτρονική αντλία έτσι ώστε ο οδηγός να μπορεί να λάβει μια ποσότητα του υγρού όταν απαιτείται. Το μπουκάλι μονώνεται καλά, έτσι ώστε το νερό να μη βράσει. Ο Keke Rosberg έκαψε μια φορά τη γλώσσα του, καθώς το μπουκάλι του νερού πήρε πολύ ζέστη από τη θερμότητα του κινητήρα.

Ο περιστροφικός επιλογέας «RPM» ρυθμίζει το όριο στροφών του αυτοκινήτου. Αυτό μερικές φορές φαίνεται ως «EOS», σε ένα τιμόνι που σημαίνει «EndofStraight».

Ο περιστροφικός επιλογέας «Pedal» μερικές φορές φέρει την ένδειξη «Toque» ή «TRQ». Θέτει το χάρτη πεντάλ για το αυτοκίνητο, το οποίο καθορίζει πόση ροπή ασκείται όταν ο οδηγός βάζει το πόδι του κάτω. Στο βρεγμένο, ο χάρτης πεντάλ μαλακώνει για να μειώσει τις πιθανότητες περιστροφής από την πάρα πολλή ροπή που μεταφέρεται από τον κινητήρα σε χαμηλές συνθήκες πρόσφυσης στην πίστα.

Αν ο καιρός αλλάξει και η ομάδα τοποθετήσει νέα ελαστικά, ο οδηγός πρέπει να ρυθμίσει το τιμόνι για να λειτουργεί με βάση τα νέα ελαστικά. Τα βρόχινα ελαστικά έχουν μεγαλύτερη κυλιόμενη ακτίνα από ό,τι τα στεγνά ελαστικά για να αυξηθεί το ύψος της πορείας και να μειωθεί η πιθανότητα του κάτω μέρους του αυτοκινήτου για υδρολίσθηση. Οι ρυθμίσεις θα πρέπει να τροποποιηθούν, έτσι ώστε τα ηλεκτρονικά να μπορούν να συνεχίσουν να εκτελούν υπολογισμούς αποτελεσματικά. Το «RL» στον περιστροφικό διακόπτη σημαίνει «RearLight» ή «RainLight» που ενεργοποιεί το

μεγάλο κόκκινο LED φως στο πίσω μέρος, ώστε τα επερχόμενα αυτοκίνητα να είναι σε θέση να βλέπουν το μπροστινό αυτοκίνητο σε αντίξοες συνθήκες.



Στο πίσω μέρος του τιμονιού είναι τέσσερα κουμπιά. Κάποιες ομάδες προσθέτουν επιπλέον κουμπιά και χειριστήρια στο πίσω μέρος, όταν πειραματίζονται με νέες ρυθμίσεις, έτσι ώστε οι ανταγωνιστές να μην μπορούν να δουν το έργο τους. Τα δύο πάνω κουμπιά ελέγχουν τις ταχύτητες - δεξιά για ανέβασμα ταχυτήτων και αριστερά για κατέβασμα. Υπάρχουν δύο πιο κάτω που είναι για το συμπλέκτη. Και οι δύο κάνουν την ίδια δουλειά, όμως όταν ο οδηγός αφήνει το pitlane, τα χέρια του μπορεί να ελέγξουν μόνο τη μία πλευρά λόγω της στενότητας του πιλοτηρίου. Κατά την εκκίνηση του αγώνα, η συνήθης πρακτική για τους οδηγούς είναι να επαναρρυθμίσουν μία θέση του συμπλέκτη πριν από την πλήρη συμπλοκή του δεύτερου. Όταν τα κόκκινα φώτα σβήσουν, ο δεύτερος συμπλέκτης απελευθερώνεται και ο οδηγός επιτρέπει ένα ορισμένο ποσό της ολίσθησης του συμπλέκτη με το πρώτο κουπί πριν αισθανθεί ότι το αυτοκίνητο έχει πάρει αρκετή πρόσφυση για να απελευθερώσει πλήρως αυτό το κουπί. Αν ο οδηγός περιστρέψει το αυτοκίνητο, υπάρχει ένα anti-stall σύστημα, αλλά είναι αποτελεσματικό μόνο για ένα σύντομο χρονικό διάστημα, ώστε ένα ή δύο από τα κουμπιά του συμπλέκτη θα πρέπει να αποπιαστούν ώστε να κρατηθεί ο κινητήρας σε λειτουργία.

Υπάρχει επίσης ένας μηχανισμός γρήγορης απελευθέρωσης που επιτρέπει στον οδηγό να βγει από το αυτοκίνητο με μεγάλη ευκολία με αποτέλεσμα την αποφυγή ατυχήματος. Με το τιμόνι στη θέση του, ο οδηγός δεν μπορεί να κουνήσει τα πόδια

του πέρα από την κολώνα του τιμονιού - μετά από ένα ατύχημα θα πρέπει να είναι σε θέση να βγει από το αυτοκίνητο μέσα σε πέντε δευτερόλεπτα.

Κάθε οδηγός θα έχει επίσης πρόσθετους ελέγχους στο εσωτερικό του πιλοτηρίου, όπως το ρυθμιστή πέδησης. Αυτό ορίζει την πίεση που ασκείται στα εμπρός ή πίσω φρένα για να παρέχουν την καλύτερη ισορροπία στο φρενάρισμα για μια γωνία χωρίς εμπλοκή των τροχών. Το KERS μπορεί να επηρεάσει τη συγκομιδή των χαρακτηριστικών πέδησης, ώστε ο οδηγός θα πρέπει να βρει την καλύτερη δυνατή ισορροπία.

3.4.2 Κατασκευή

Σήμερα, ένα τιμόνι είναι μια σύνθετη ηλεκτρονική συσκευή που επιτρέπει στον οδηγό να ελέγχει ένα τεράστιο αριθμό από τις παραμέτρους του αυτοκινήτου. Οι ομάδες αναθέτουν συχνά ένα μηχανικό που είναι υπεύθυνος για τα ηλεκτρονικά και το σχεδιασμό του τιμονιού, έτσι ώστε οι οδηγοί να μπορούν να το χρησιμοποιήσουν άνετα. Για το λόγο αυτό, οι σημερινές λαβές του τιμονιού είναι ανατομικές και είναι κατασκευασμένες από σκληρό λάστιχο, που προβλέπει επιπλέον πρόσφυση για τα χέρια του οδηγού. Το κύριο μέρος του τροχού ωστόσο είναι κατασκευασμένο, όπως σχεδόν σε κάθε μέρος του αυτοκινήτου, από ανθρακονήματα για να μειωθεί το βάρος του.

Η κατασκευή οποιουδήποτε μέρους σε ένα μονοθέσιο της Formula 1 είναι μια σύνθετη διαδικασία, και το τιμόνι δεν αποτελεί εξαίρεση. Τα διάφορα ελαφριά υλικά που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του, συμπεριλαμβανομένων των ανθρακονημάτων που αναφέρθηκαν πριν και καουτσούκ με αλουμίνιο, τιτάνιο, ατσάλι και πλαστικό. Ένα πλήρες τιμόνι μπορεί να πάρει περίπου 100 ώρες για να παραχθεί από την αρχή μέχρι το τέλος.

Με το μέσο τιμόνι να ελέγχει 12 διαφορετικές παραμέτρους για το αυτοκίνητο, υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός στοιχείων, κουμπιά και διακόπτες που πρέπει να τοποθετηθούν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παραγωγής - περίπου 120 ξεχωριστά στοιχεία σε όλα. Ωστόσο, παρά την πληθώρα των υλικών και εξαρτημάτων που απαρτίζουν κάθε ολοκληρωμένο τιμόνι, το βάρος της τελικής μονάδας, που τοποθετείται στο αυτοκίνητο, είναι μόλις 1,3 κιλά.

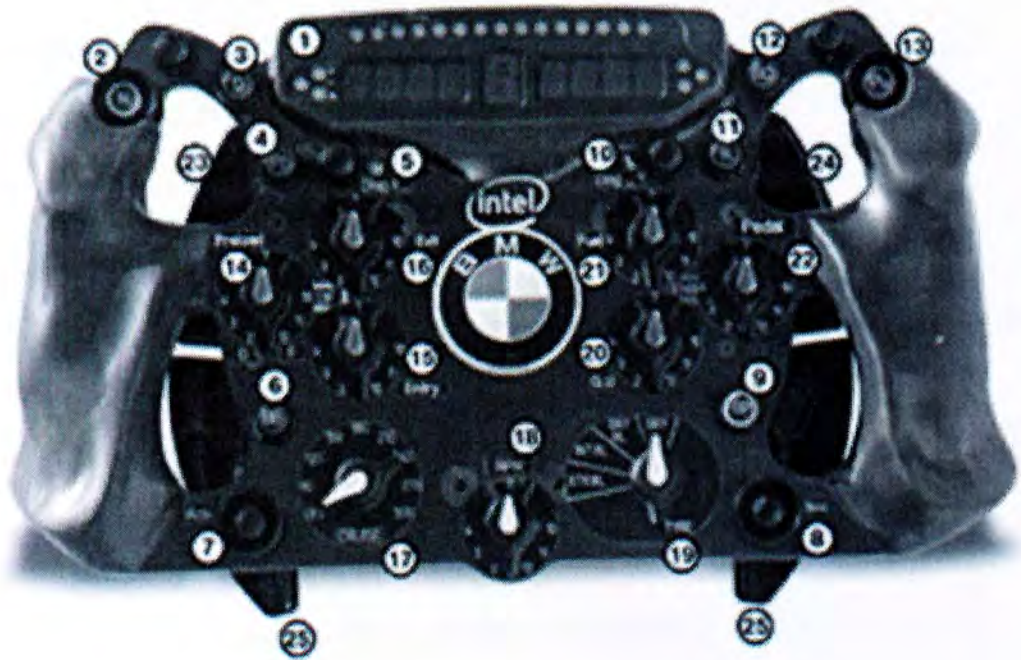
Κατά τη διάρκεια της σεζόν, τουλάχιστον πέντε τιμόνια κατασκευάζονται για καθέναν από τους δύο οδηγούς αγώνων της κάθε ομάδας. Από αυτά, τρία παραμένουν με την ομάδα του αγώνα, ενώ τα άλλα δύο παραμένουν με την ομάδα ελέγχου. Επιπλέον, κατά μέσο όρο δύο τιμόνια πρέπει να παράγονται για κάθε τακτικό testdrive. Κάποιες ομάδες, παρά το κόστος του τιμονιού, αφαιρούν το τιμόνι από το αυτοκίνητο μετά από ένα αγώνα που έχουν κερδίσει για να το βάλουν στη συλλογή της ομάδας ως μνήμη για τη νίκη.

Όπως επιβάλλεται από τους κανονισμούς της FIA, το τιμόνι πρέπει να είναι εφοδιασμένο με έναν γρήγορο μηχανισμό απελευθέρωσης που λειτουργεί με το τράβηγμα μίας ομόκεντρης φλάντζας που είναι εγκατεστημένη στην κολώνα του τιμονιού πίσω από το τιμόνι.

3.4.3 Παραδείγματα

Το τιμόνι ενός μονοθεσίου της F1 πάντα χρησίμευε για να προσφέρει στον οδηγό πληθώρα πληροφοριών, λόγω της ευαισθησίας και της τεχνολογίας του προσφέρει συγκινήσεις αλλά και μυστήριο. Για πολλά χρόνια κανένας δεν ήξερε τι κάνουν όλα αυτά τα μικρά κουμπιά και διακόπτες και οι εταιρίες προσπαθούσαν να γλιτώσουν τη βιομηχανική κατασκοπεία των αντίπαλων ομάδων.

Στο τιμόνι της περσινής BMW που βλέπουμε παρακάτω, θα εξηγήσουμε τα πάντα, ώστε να καταλάβουμε τις πληροφορίες που περνούν από το κεφάλι του οδηγού και καθορίζουν την πρώτη από την τελευταία θέση στον τερματισμό. Με κόστος περίπου 30.000 δολάρια, το τιμόνι μιας Formula 1 είναι από ανθρακονήματα ηλεκτρονικής σχεδίασης με βάρος μόνο 1,5 κιλό και κάθε ομάδα και οδηγός στηρίζονται 100% στις λειτουργίες του για να φέρουν τα μονοθέσια τους στον τερματισμό, να πιουν νερό καθώς και να αλλάξουν εν κινήσει τον τρόπο που φρενάρουν.

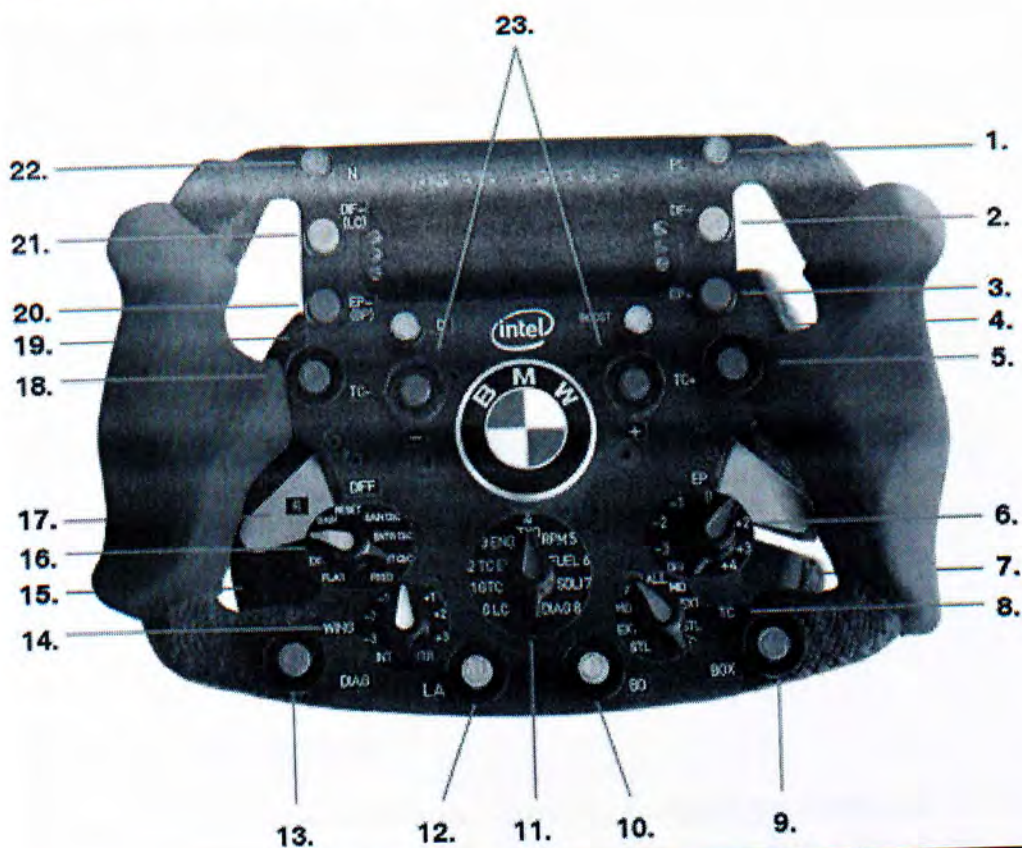


Τι λειτουργία έχει το κάθε πλήκτρο και διακόπτης

1. Πληροφορίες από τους αγωνοδίκες και στροφόμετρο
2. Επιλογή νεκράς
3. Κουμπί που ενεργοποιεί το νερό-υγρό του οδηγού
4. Εμφανίζει ότι το μονοθέσιο έχει πρόβλημα.
5. Απενεργοποιεί αισθητήρες
6. Ρυθμίζει την ισορροπία των φρένων
7. Αποδοχή (όταν ο υπεύθυνος της ομάδας του λέει να κάνει κάτι, ο οδηγός το πιέζει για να επιβεβαιώσει ότι συμφωνεί)
8. Πιέζεται όταν ο οδηγός θέλει να κάνει pit stop για να ετοιμαστεί η ομάδα (πλέον όχι τόσο χρήσιμο)
9. Ρυθμίζει το ύψος απεμπλοκής του συμπλέκτη
10. Απενεργοποιεί έναν ακόμα αισθητήρα στο αμάξωμα ή τον κινητήρα
11. Ρυθμίζει τις λειτουργίες της ασύρματης ενδοεπικοινωνίας
12. Επιτρέπει στον οδηγό να χρησιμοποιήσει περισσότερες στροφές του κινητήρα για μικρό χρονικό διάστημα. (π.χ στο προσπέρασμα)
13. Ενεργοποιεί τον περιοριστή ταχύτητας για την είσοδο στα pit.
14. Ρυθμίσεις του διαφορικού (επαναφέρει την βασική ρύθμιση)
15. Ρυθμίσεις του διαφορικού στην είσοδο της στροφής
16. Ρυθμίσεις του διαφορικού στην έξοδο της στροφής
17. Cruise control για όταν το safety car είναι μέσα στην πίστα
18. Επιτρέπει στον οδηγό να χρησιμοποιήσει όλες τις στροφές του κινητήρα
19. Αποδοχή της επιλογής των ελαστικών που του έχουν προτείνει για το επόμενο pit stop
20. Συμπλέκτης (χρησιμοποιείται όταν είναι το μονοθέσιο στα pit ή φεύγει από το δρόμο)
21. Αλλάζει το μείγμα καυσίμου
22. Αλλάζει την ευαισθησία του πεντάλ του γκαζιού
23. Αριστερό «αυτί» κατεβάζει ταχύτητες
24. Δεξί «αυτί» ανεβάζει ταχύτητες

25. Τραβώντας και τα δύο μαζί ενεργοποιείται ο συμπλέκτης

Το τιμόνι BMW Sauber 2006

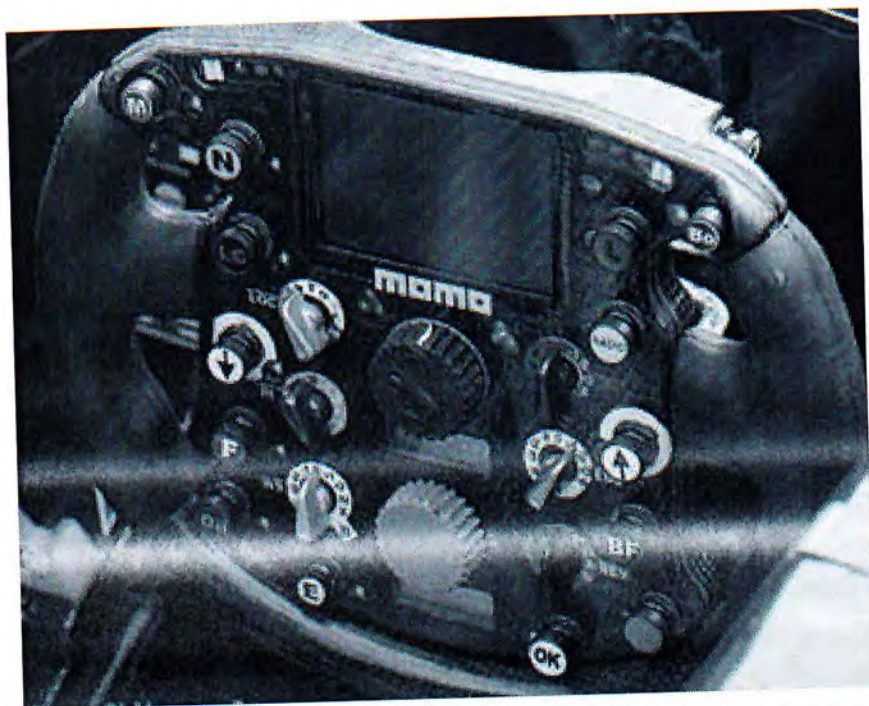


1. Pit lane περιοριστής ταχύτητας
2. Διαφορικό +
3. Ώθηση του κινητήρα
4. Ανέβασμα ταχυτήτων
5. Το traction control +
6. Πάτημα του διακόπτη του κινητήρα
7. Μοχλός συμπλέκτη
8. Σύστημα ελέγχου πρόσφυσης
9. Πληροφορίες ομάδας inlap

10. Σβήνω
11. Πολυλειτουργικός διακόπτης
12. Λάμδα
13. Διαγνωστικό
14. Πληροφορίες πτέρυγα διακόπτη γωνίας
15. Συμπλέκτης
16. Διαφορικός επιλεκτικός διακόπτη
17. Ομάδα ραδιοφώνου
18. Το σύστημα Ελέγχου Πρόσφυσης -
19. Κατέβασμα ταχυτήτων
20. Διακοπή κινητήρα
21. Διαφορικό -
22. Νεκρά
23. Εμφάνιση αλλαγής σελίδας

Ferrari 2002 steering wheel

Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα συνοχής, το τιμόνι της Ferrari είχε αλλάξει και πάλι στην αρχή της σεζόν του 2002 και παρέμεινε έτσι για τα επόμενα δύο χρόνια.



Τα κύρια κουμπιά του επιτρέπουν στον οδηγό να κάνει τα εξής:

- Η μεγάλη οθόνη στο κέντρο πάνω παρουσιάζει όλες τις πληροφορίες που μπορούν να δοθούν: τις στροφές του κινητήρα, χρόνο των γύρων, ταχύτητα, ταχύτητες, ...
- Το πράσινο-μαύρο κουμπί N για να τοποθετείται το κιβώτιο ταχυτήτων στο νεκρό
- Το μαύρο-κόκκινο κουμπί LC, για να αλλάξει τη ρύθμιση του ελέγχου της εκκίνησης
- Το κόκκινο-μαύρο κουμπί L, για την εφαρμογή του περιοριστή ταχύτητας στα πιτ
- Το κίτρινο κουμπί είναι ένας διακόπτης για τον εποχούμενο ασύρματο
- Τα κουμπιά M και B0 στην κορυφή είναι πολυλειτουργικά κουμπιά για τις ρυθμίσεις της εμφάνισης
- Το μπλε περιστροφικό κουμπί είναι η προσαρμογή του μίγματος του αέρα-καυσίμου στον κινητήρα
- Το κουμπί κάτω από τον αέρα-καυσίμου επιτρέπει στον οδηγό να ρυθμίζει την πίεση πέδησης στους εμπρός και πίσω τροχούς
- Το κουμπί πάνω από τον αέρα-καυσίμου επιτρέπει προσαρμογές στο τιμόνι
- Τα 3 περιστρεφόμενα κουμπιά στα δεξιά είναι όλα για προσαρμογές κινητήρα

3.4.4 Ιστορική αναδρομή

Πρόσφατα το 1992, το τιμόνι σε ένα μονοθέσιο της Formula 1 ήταν ένα σχετικά απλό κομμάτι του εξοπλισμού, σε στρογγυλό σχήμα, με μια μεταλλική πλάκα στο κέντρο για να συνδέεται με την κολώνα του τιμονιού, και γενικά όχι περισσότερα από τρία κουμπιά – ένα για την επιλογή νεκράς, μία για την απελευθέρωση υγρού μέσω ενός σωλήνα στο κράνος για τον οδηγό για την ανασύσταση των επιπέδων υγρών του και ένα για τον ασύρματο.

Η έλευση των πολύπλοκων ηλεκτρονικών συστημάτων στη Formula 1 τη δεκαετία του 1990 τα άλλαξε όλα αυτά. Ο μηχανικός της McLaren John Barnard ήταν ο πρώτος που εισήγαγε το σύστημα αυτό και επέτρεψε στον Nigel Mansell να αλλάξει ταχύτητες χωρίς να χρειάζεται να μετακινήσει το χέρι μακριά από το τιμόνι. Εισήχθη ως σύστημα μοχλού στο πίσω μέρος του τιμονιού. Ένα τράβηγμα στο αριστερό κουμπίθα μετατοπιστεί μία ταχύτητα κάτω, ενώ το δεξί κουμπί μετατοπίζεται με ένα παρόμοιο τρόπο. Αυτό εξαλείφει την πιθανότητα ενός οδηγού να χάσει κάποια ταχύτητα, αυξάνοντας έτσι την ομαλότητα και τη βελτίωση του χρονοδιαγράμματος στις αλλαγές ταχυτήτων. Μαζί με την παρουσίαση των ταχυτήτων με ημι-αυτόματο κιβώτιο, αυτό ήταν μία από τις πιο μεταβαλλόμενες παρουσιάσεις στην ιστορία της Formula 1, ιδιαίτερα από την πλευρά του οδηγού. Αργότερα, όταν το αριστερό πεντάλ πέδησης εισήχθη στην Formula 1, το πεντάλ του συμπλέκτη αφαιρέθηκε και αντικαταστάθηκε από ένα πλήρως αυτόματο υδραυλικό συμπλέκτη, που ενεργοποιείται όταν ο οδηγός αλλάζει ταχύτητες στο τιμόνι.

Πραγματοποιείται μια χαρτογράφηση του κινητήρα, στην οποία βλέπουμε το σύστημα ελέγχου πρόσφυσης και την έλευση των προγραμμάτων ελέγχου της εκτόξευσης. Έτσι έχουμε την βελτιστοποίηση της διαδικασίας εκκίνησης του αγώνα και όλων των απαιτούμενων κουμπιών και διακοπών για να επιτρέπει στον οδηγό να τελειοποιήσει τις ρυθμίσεις του αυτοκινήτου του, κατά την διάρκεια του αγώνα. Το σύγχρονο τιμόνι της Formula 1 επίσης είναι εξοπλισμένο με έναν επιπλέον μοχλό του συμπλέκτη τον οποίο ο οδηγός μπορεί να χρησιμοποιήσει για να αποσυμπλέξει όταν στέκεται ακόμα και κατά τη διάρκεια ενός pit-stop.

Κεφάλαιο 4

Παράδειγμα πραγματικού αγώνα

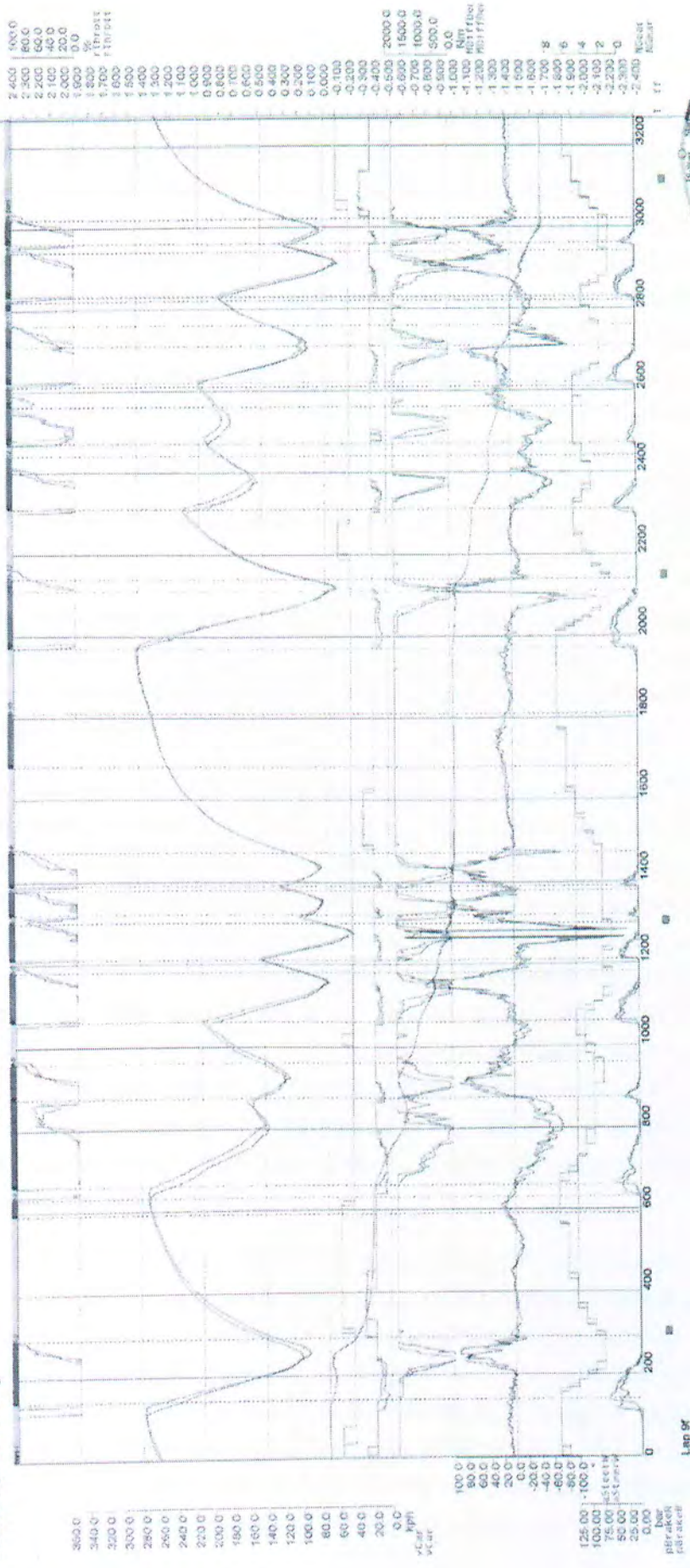
Κατά τη διάρκεια κάθε εκπομπής Grand Prix, βλέπουμε τους οδηγούς να κάθονται στο αυτοκίνητο στα pits, επανεξετάζοντας εκτυπώσεις της τηλεμετρίας από τους προηγούμενους γύρους. Αυτά τα έντυπα τα χρησιμοποιούν για να κατανοήσουν το αυτοκίνητο και τον τρόπο εξαγωγής καλύτερων χρόνων γύρων από αυτό.

4.1 Τηλεμετρίας και Ανάλυση Δεδομένων Εισαγωγή

Το λογισμικό που δημιούργησε το φύλλο που βλέπουμε παρακάτω είναι το ATLAS, ένα ακρώνυμο για το Advanced Telemetry Linked Acquisition System (Προχωρημένης Σύνδεσης Τηλεμετρίας και Σύστημα Συλλογής), που αναπτύχθηκε από την McLaren Electronic Systems (MES). Το ATLAS έχει γίνει το στάνταρ πακέτο λήψης δεδομένων στη F1 που οφείλεται στη χρήση προδιαγραφών της FIA για το MES την κινητήρια μονάδα ελέγχου σε όλα τα αυτοκίνητα. Το συνολικό πακέτο λήψης δεδομένων αποτελείται από δεδομένα καταγραφής του αυτοκινήτων ηλεκτρονικών και ασύρματου πομπού, μετάδοση δεδομένων μέσω ραδιοσυχνότητας σε δέκτες τηλεμετρίας στο γκαράζ. Οι δέκτες αποκωδικοποιούν τα δεδομένα και λειτουργούν ως κεντρικός εξυπηρετητής των αποκωδικοποιημένων δεδομένων για να τα διανείμουν πάνω από ένα τοπικό δίκτυο Ethernet. Οποιοδήποτε κατάλληλος διαμορφωμένος υπολογιστής PC, τρέχει το λογισμικό ATLAS, μπορεί απλά να συνδεθεί στο δίκτυο και να λαμβάνει δεδομένα από το διακομιστή δέκτη τηλεμετρίας. Η απλή αρχιτεκτονική Ethernet του δικτύου διανομής των δεδομένων προσφέρεται επίσης σε μια ευκολία για την αποστολή τηλεμετρίας ζωντανά πίσω στο εργοστάσιο στους μηχανικούς και στους στρατηγικούς αναλυτές. Τα δεδομένα αναφέρονται σε δύο μορφές: "Τηλεμετρίας" είναι ζωντανά δεδομένα, και το "Ιστορικό" είναι καταγραφή δεδομένων ή επίσης τηλεμετρία επαναφοράς. Το υλικό και η υποδομή του συστήματος είναι πέρα από το πεδίο εφαρμογής αυτής της συζήτησης, αλλά είναι θεμελιώδης για την κατανόηση του πώς ένας μηχανικός θα λάβει τα δεδομένα και με ποια εργαλεία αυτός ή αυτή θα αλληλεπιδράσουν με αυτά.

StatLapOverlay

Monaco



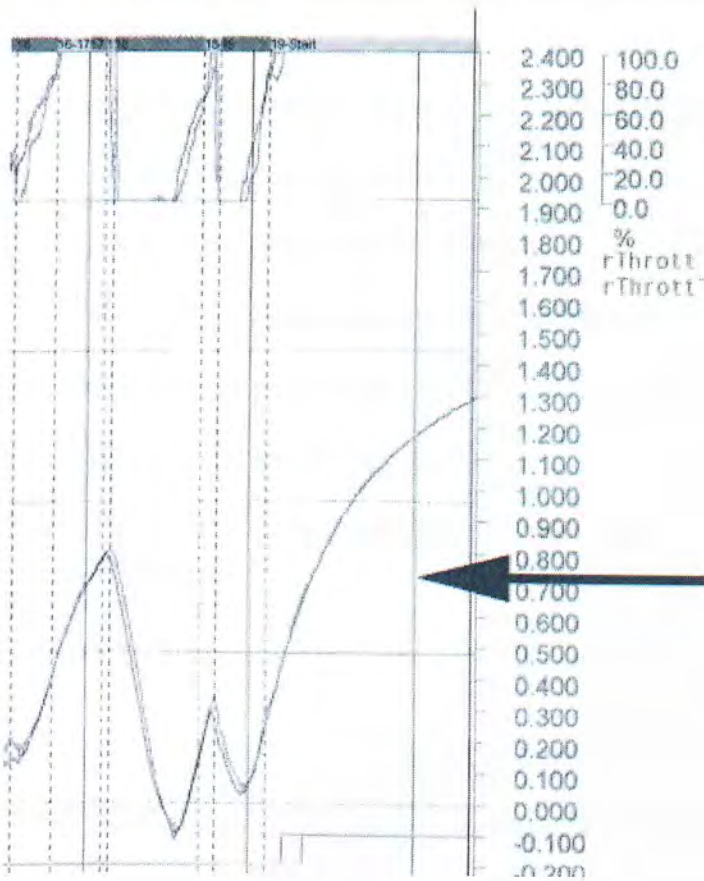
vCar	=259.3	=258.5	=1800.0	Nm
NGear	=6	=6	=0	Nm
rThrottlePedal	=100.0	=100.0	=Active	
aSteerWheel	=8.5	=7.4	=Active	
pBrake	=1.23	=1.07		

Το ATLAS, μπορούμε να το συγκρίνουμε με το Microsoft Excel σε σχέση με τις επιφάνειες εργασίας του. Στο Excel, οι περισσότεροι άνθρωποι είναι εξοικειωμένοι με το υπολογιστικό φύλλο, στο σύνολό του, το οποίο αναφέρεται ως "βιβλίο εργασίας". Σε αυτό το "βιβλίο εργασίας" υπάρχουν πολλαπλά "φύλλα εργασίας" που περιέχουν κάποιον αριθμό των γραφημάτων που δημιουργήσε ο χρήστης και τις πληροφορίες. Η οργάνωση της επιφάνειας εργασίας του ATLAS είναι παρόμοια σε ότι το "βιβλίο εργασίας" του ATLAS περιέχει πολλές "σελίδες" οργανωμένες σε ένα παρόμοιο γραφικό πίνακα Excel σε περιβάλλον χρήστη. Κάθε σελίδα περιέχει δημιουργήματα του χρήστη "οθόνες" για την ανάλυση των δεδομένων. Το τυπωμένο δείγμα των δεδομένων που είμαστε εδώ να συζητήσουμε είναι στην πραγματικότητα μία μόνο επιλογή "οθόνης" τυπωμένο από μια "σελίδα" σε έναν ATLAS "βιβλίο εργασίας", με τον ίδιο τρόπο που ένα παρόμοιο διάγραμμα μπορεί να εκτυπωθεί από το Excel.

Στην κορυφή αυτής της τυπωμένης οθόνης βλέπουμε, «StatLapOverlay Μονακό.» Αυτές οι πληροφορίες που ρυθμίζονται από το χρήστη χρησιμοποιούνται για να βοηθήσουν στην οργάνωση και στον υποτιτλισμό. Το StatLapOverlay μας πληροφορεί γρήγορα ότι αυτή η οθόνη είναι μια σύγκριση δύο διαφορετικών γύρων.

Αυτό το ιδιαίτερο είδος της οθόνης αναφέρεται ως "κυματομορφή." Μια οθόνη κυματομορφής παρουσιάζει τα δεδομένα σε σχέση με το χρόνο ή την απόσταση, όπως τον τομέα της επιφάνειας. Συνήθως, τα δεδομένα αναλύονται με βάση την σύγκριση διαφόρων γύρων, τις περισσότερες φορές τους ταχύτερους γύρους ενός συγκεκριμένου αποτελέσματος ή συνεδρίας. Εδώ, είναι πράγματι η περίπτωση, καθώς έχουμε στοιχεία από τα δύο αυτοκίνητα να επικαλύπτονται σε σχέση με την απόσταση του γύρου στον άξονα των x. Τα αντίστοιχα δεδομένα κάθε αυτοκινήτου προσδιορίζονται από το χρώμα. Εδώ, τα μπλε ίχνη των δεδομένων από το ένα αυτοκίνητο συγκρίνονται με τα κόκκινα ίχνη των δεδομένων από ένα άλλο αυτοκίνητο. Είναι σημαντικό να έχουμε κατά νου ότι το μπλε αυτοκίνητο είναι το κύριο δεδομένο σε αυτή τη σύγκριση και το κόκκινο αυτοκίνητο είναι αναφορά σε σχέση με το μπλε αυτοκίνητο.

Τώρα στρέφουμε την προσοχή μας στο κάτω μέρος του φύλλου, όπου θα βρούμε τους **καταλόγους των «παραμέτρων».** Κάθε μεμονωμένη ονομαζόμενη παράμετρος αποτελεί την βαθμονομημένη έξοδο ενός μοναδικού και ατομικού επί του αυτοκινήτου αισθητήρα. Επιπλέον, μια παράμετρος μπορεί να αντιπροσωπεύει μια «παράμετρο λειτουργίας», μια μαθηματική έξοδο που βασίζεται σε εξόδους αισθητήρα που εισάγονται σε μαθηματικούς υπολογισμούς. Αν μια παράμετρος είναι παρούσα σε οποιαδήποτε από αυτές τις λίστες στο κάτω μέρος της οθόνης, το ίχνος που σχετίζεται εμφανίζεται στην κυματομορφή πάνω.



Στα δεξιά των παραμέτρων είναι μια κόκκινη στήλη και μια μπλε στήλη των τιμών. Τα χρώματα της στήλης της παραμέτρου αξίας είναι σχετικά με τα ίχνη των παραμέτρων των σχετικών χρωμάτων στην κυματομορφή πάνω. Μέσα στο λογισμικό του ATLAS, η αλλαγή των τιμών ως ένας κάθετος δρομέας μετακινείται κατά μήκος της κυματομορφής, επιτρέποντας στο χρήστη να προσδιορίσει τις ακριβείς τιμές των σημείων στα ίχνη. Οι τιμές που βλέπουμε εδώ είναι απλά, όπου ο δρομέας έτυχε να βρίσκεται όταν η οθόνη τυπώθηκε. Η κάθετη γραμμή του δρομέα σημειώνεται στην παρακάτω εικόνα. Μέσα στο ATLAS, ο δρομέας μετακινείται σε όλη την κυματομορφή με την απλή κίνηση του ποντικιού από την μία πλευρά στην άλλη ή χρησιμοποιώντας τα βελάκια του πληκτρολογίου για πεπερασμένη κίνηση.

vCar	=259.3	=258.5	kph	MDiffDemand	=1800.0	=1800.0	Nm
NGear	=6	=6		MKERSDemand	=0	=0	Nm
rThrottlePedal	=100.0	=100.0	%	BNRearWingStateControlMode	=Active	=Active	
aSteerWheel	=8.5	=7.4	°	TDiff		=-1.670	
pBrakeR	=1.23	=1.07	bar				

Εδώ αναλύονται οι παραμέτροι που παρουσιάζονται. Κατ' αρχάς, κάθε παράμετρος έχει το πρόθεμα με ένα γράμμα που δηλώνει τον τύπο της μονάδας μέτρησης

της βαθμονομημένης εξόδου από τον αισθητήρα με την οποία συνδέεται. Έχουμε τα ακόλουθα προθέματα:

V = ταχύτητα, μετατόπιση θέσης σε μια δεδομένη χρονική στιγμή

N = Αριθμός, ποσοτική ένδειξη

r = ποσοστό, σχετικότητα σε ένα σύνολο

a = γωνία, γεωμετρικό εκτοπισμό περίπου ένα κόμβο

p = πίεση, δύναμη που εφαρμόζεται σε μια αναφορά

M = Μέγεθος, ταυτότητα βαθμωτή

B = Bit, δείκτης bit. Για παράδειγμα, το δυαδικό 1 ή 0 υποδηλώνει ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση

T = χρόνος

4.2 Συνεχίζοντας την εξέταση των παραμέτρων:

V_{Car} : ταχύτητα του οχήματος. Μονάδες: kph

Υπάρχουν μεμονωμένοι περιστροφικοί αισθητήρες ταχύτητας σε κάθε τροχό, αλλά λόγω των διαφορών της ταχύτητας μεταξύ των τροχών λόγω της ολίσθησης, στρίβοντας σε μια γωνία, και το κλείδωμα των τροχών, δεν εκπροσωπούν την ταχύτητα του οχήματος. Έτσι, η μεμονωμένη ταχύτητα του τροχού εισάγεται στους υπολογισμούς "παράμετροι λειτουργίας" για να προσδιορίσει με ακρίβεια την ταχύτητα του αυτοκινήτου, αντισταθμίζοντάς τους για τις διαφορές σε επιμέρους περιστροφική μετατόπιση του τροχού.

N_{Gear} : Η χρησιμοποιούμενη σχέση μετάδοσης κίνησης αριθμού ταχυτήτων 1 έως 7, με το νεκρό σημείο να αντιπροσωπεύεται από τον αριθμό 0.

r_{ThrottlePedal} : θέση του πεντάλ γκαζιού. Μονάδες: Ποσοστό %

Η βαθμονόμηση εξόδου θέσης του πεντάλ του γκαζιού παρουσιάζεται ως ποσοστό της συνολικής διαθέσιμης μηχανικής εφαρμογής του οδηγού. Έτσι, 0% σημαίνει καμία εφαρμογή οδηγού, και 100%, σημαίνει το ανώτατο όριο εφαρμογής του οδηγού.

aSteeringWheel: Η γωνία περιστροφής του τιμονιού, σε σχέση με το σύστημα διεύθυνσης - θέσης κρεμαγιέρα.

Μονάδες: Μοίρες.

Σε μια θέση 0 μοίρες, το τιμόνι είναι σε μια θέση ακριβείας «ευθεία μπροστά» και η κρεμαγιέρα επικεντρώνεται αναλόγως.

pBrakeR: Υδραυλική πίεση που εφαρμόζεται στο πίσω μέρος του συστήματος πέδησης, που μετράται στην υδραυλική έξοδο του πίσω βασικού κυλίνδρου του φρένου. Μονάδες: Μπαρ

MDiffDemand: ροπή που ασκείται στο διαφορικό. Μονάδες: Nm

MKERSDemand: ροπή που ασκείται από και προς το KERSMGU. Η ροπή εφαρμόζεται στην MGU κατά το φρενάρισμα για τη συγκομιδή της ενέργειας. Ροπή εφαρμόζεται από την MGU κατά τη διάρκεια της εφαρμογής ώθησης KERS. Μονάδες: Nm

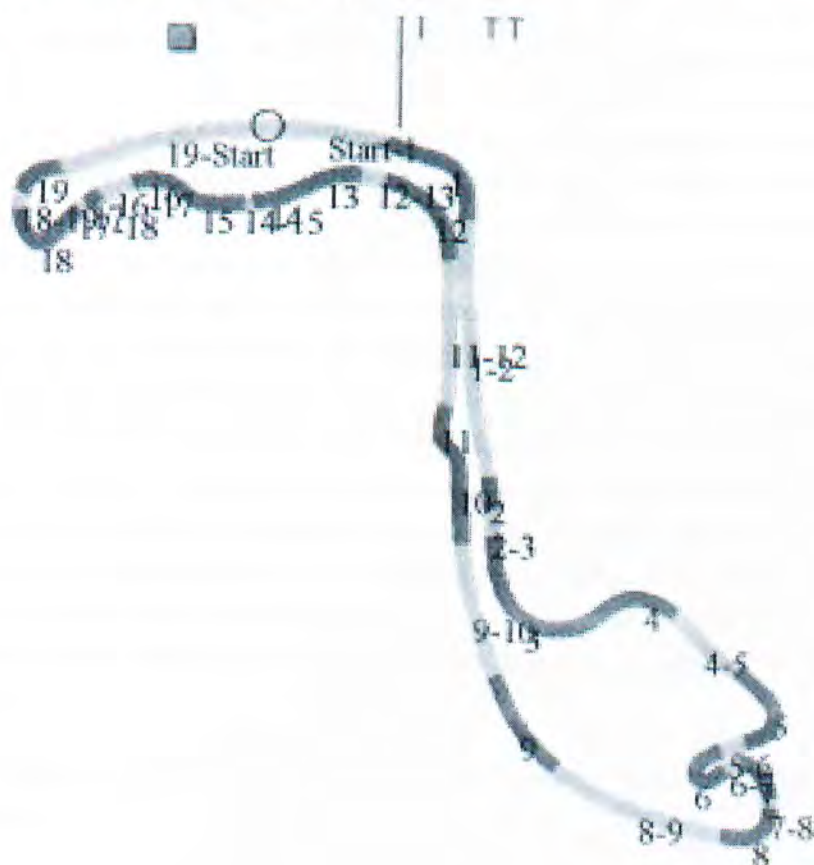
BNRearWingStateControlMode: Ένας δείκτης bit που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της κατάστασης ενεργοποίησης του DRS.

Μονάδες: Ενεργό ή Ανενεργό

TDiff: Μια παράμετρος λειτουργίας που συγκρίνει τον χρόνο ενός γύρου ως συνάρτηση της απόστασης της πίστας. Διευκολύνει την ανάλυση του χρόνου κάθε γύρου σε σχέση με την τροχιά της πίστας ανάμεσα σε ένα δεδομένο γύρο και οποιαδήποτε άλλο γύρο.

Η φύση των εν λόγω παραμέτρων προσδιορίζει αυτήν την κυματομορφή ως μια κλασική "σύγκριση του οδηγού." Όλες οι είσοδοι του οδηγού, για τον έλεγχο του αυτοκινήτου παρουσιάζονται και οργανώνονται με συγκεκριμένο τρόπο που τους επιτρέπει να αναγνωρίζουν γρήγορα σε ποιο σημείο της διαδρομής κερδίζουν ή χάνουν χρόνο σχετικά με τα δεδομένα. Για παράδειγμα, ένας οδηγός μπορεί να είναι σε θέση να προσδιορίσει γρήγορα ένα συγκεκριμένο τμήμα της διαδρομής που περιέχει μια συγκριτική απώλεια χρόνου και να αναγνωρίζεται εύκολα ότι φρενάρει 10 μέτρα πιο νωρίς σε μια στροφή σε σχέση με ένα μέλος της ομάδας.

Οι άλλες πληροφορίες που φαίνονται πάνω από τις στήλες τιμών της παραμέτρου είναι ειδικά αναγνωριστικά του χρήστη, όπως η ημερομηνία, τον τόπο εκδήλωσης, και το όνομα του προγράμματος οδήγησης.



Στον παραπάνω χάρτη μια κουκκίδα μετακινείται κατά μήκος της πίστας σε σχέση με την κάθετη γραμμή της θέσης του δείκτη ως συνάρτηση της απόστασης της πίστας, καθώς κινείται κατά μήκος της κυματομορφής. Η θέση της κουκκίδας στο χάρτη είναι ένα οπτικό βοήθημα που βοηθά τον χρήστη στην γρήγορη αναγνώριση του προσδιορισμού της τροχιάς των χαρακτηριστικών του ίχνους. Επιπλέον, βλέπουμε ότι οι γωνίες έχουν χαρακτηριστεί ως πράσινο και ως κίτρινο είναι οι ευθείες. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι περισσότερο οπτικά βοηθήματα που βοηθούν τον χρήστη στην ευκολία του προσδιορισμού της σταθερής τροχιάς και της τοποθεσία της δραστηριότητας στα ίχνη των δεδομένων. Το λογισμικό ATLAS δημιουργεί αυτόματα τον χάρτη βασισμένο σε πλευρική επιτάχυνση και την απόσταση της διαδρομής που είναι καταγεγραμμένα δεδομένα. Οι πράσινες γωνίες υπολογίζονται και προσδιορίζονται από τα όρια της πλευρικής επιτάχυνσης.

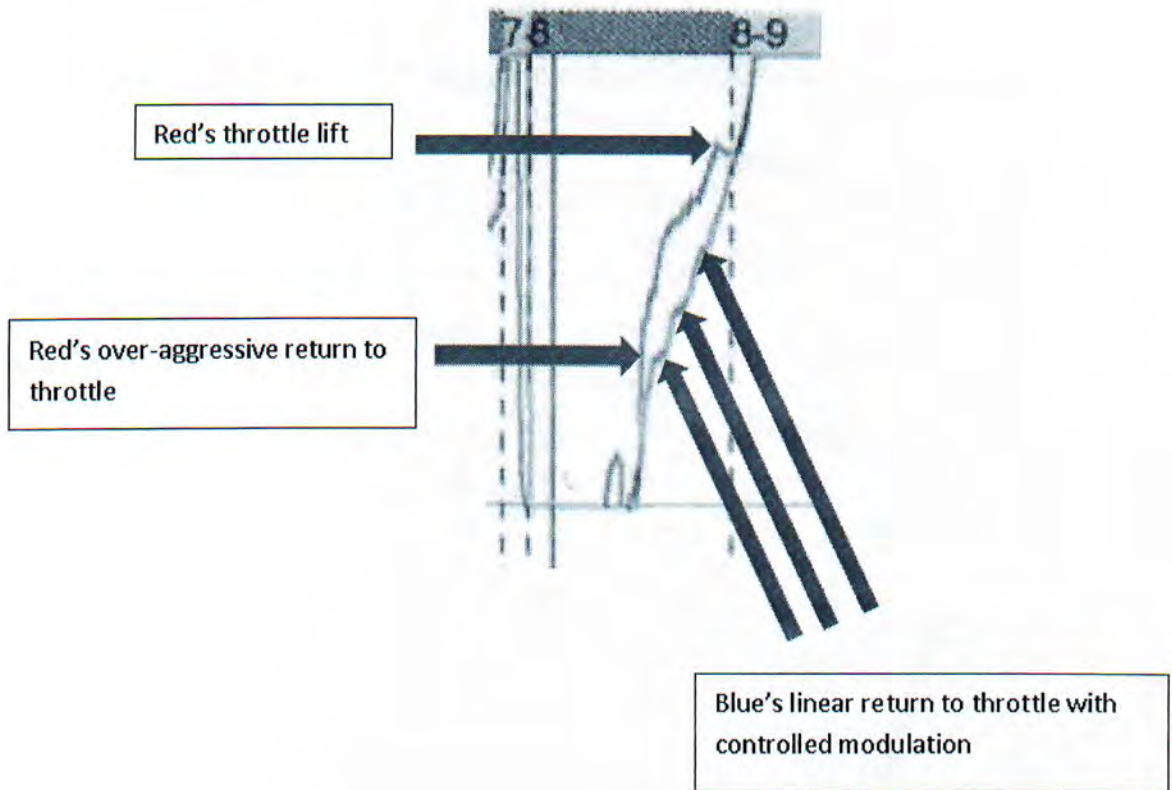
4.3 Σύγκριση Γύρου

Το πιο σημαντικό μέρος της επιφάνειας είναι ο άξονας x. Ο άξονας x είναι κλίμακα που ρυθμίζεται από το χρήστη σε μονάδες ως προς το χρόνο ή την απόσταση. Ο χρόνος ή η απόσταση θα ξεκινούν σε μηδενική τιμή στην αριστερή πλευρά της επιφάνειας κατά την έναρξη ενός γύρου στη γραμμή χρόνου του κομματιού, αυξάνοντας προς τα δεξιά, και θα καταλήγουν στο τέλος του γύρου στη γραμμή του χρόνου. Αυτό το παράδειγμα των δεδομένων που αντιπροσωπεύει το Μονακό και ως εκ τούτου, βλέπουμε την κλίμακα του άξονα x να ξεκινάει από τα 0 μέτρα στα αριστερά και τελειώνει μετά από περίπου 3200 μέτρα στα δεξιά. Η συνολική απόσταση του γύρου στο Μονακό είναι περίπου 3340 μέτρα. Όλα τα δεδομένα θα πρέπει να ορίζονται ως συνάρτηση του άξονα των x, που αναφέρει πού και πότε ένα σημείο δεδομένων εμφανίστηκε. Συνήθως, ο άξονας x καθορίζεται από την απόσταση λόγω της σημασίας της κατανόησης της φυσικής θέσης της πίστας ενός περιστατικού στα δεδομένα και την απόσταση που ταξιδεύει το αυτοκίνητο σε σχέση με οποιοδήποτε περιστατικό. Κλίμακες της απόστασης διευκολύνουν επίσης τη σύγκριση των αυτοκινήτων και των οδηγών. Για παράδειγμα, η απόσταση θα μας επιτρέψει να δούμε πόσο περαιτέρω φρενάρει σε μια γωνία ένας οδηγός, σε σύγκριση με έναν άλλο οδηγό. Θα εξετάσουμε ένα τέτοιο παράδειγμα, καθώς συνεχίζουμε την ανάλυση μας.

Καθώς εξετάζουμε μεμονωμένα ίχνη της κυματομορφής, ας ξεκινήσουμε από πάνω προς τα κάτω.

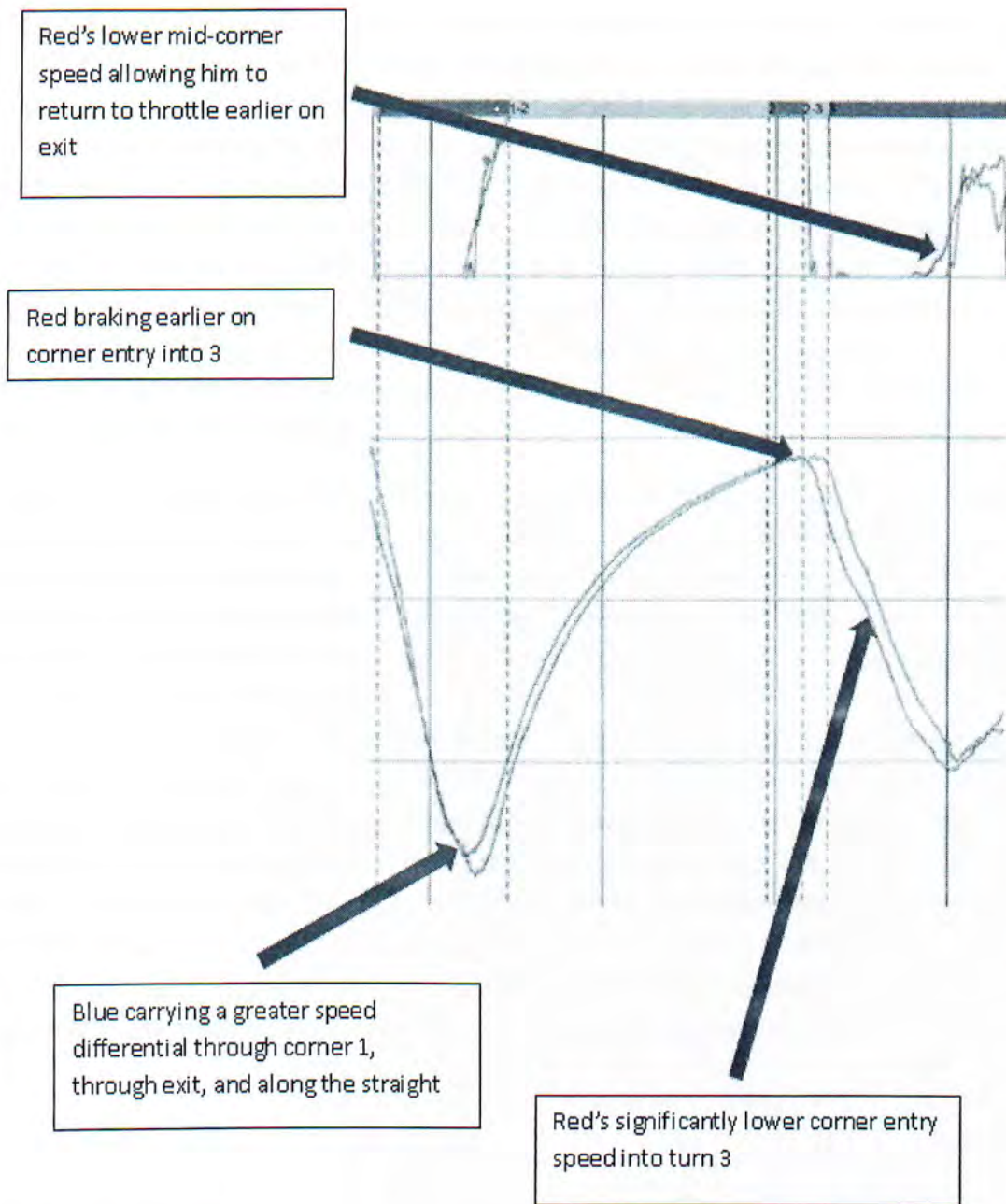
Το πρώτο ίχνος στην κορυφή είναι rThrottlePedal με την κάθετη κλίμακα του να εντοπίζεται στα δεξιά της κυματομορφής σε μονάδες του ποσοστού από 0,0% χωρίς γκάζι στο 100% με τέρμα γκάζι. Φαίνονται οι αρνητικές κλίσεις του, όταν ο οδηγός αφήνει το γκάζι στην γωνία εισόδου, εντελώς χωρίς το γκάζι στα μέσα της γωνίας, και επιστρέφει πίσω με τέρμα το γκάζι στην έξοδο της γωνία με θετική κλίση.

Βλέποντας στην έξοδο από τη στροφή 8, Portier, οδηγώντας προς τη σήραγγα. Η επίτευξη μιας καλής εξόδου από την στροφή 8 είναι ζωτικής σημασίας για τον χρόνο του γύρου επειδή βγαίνει σε μια μεγάλη ευθεία μέσω της σήραγγας. Ο κόκκινος οδηγός προσπαθεί να εφαρμόσει εκ νέου γκάζι πολύ επιθετικά στην γωνία εξόδου, προκαλώντας μια στιγμή την ταλάντωση της υπερστροφής και στη συνέχεια πρέπει να άρει ελαφρώς για να ανακτήσει τον έλεγχο του αυτοκινήτου κατά περίπου 80% του γκαζιού. Στον μπλέ οδηγό ήταν πολύ πιο ελεγχόμενο γκάζι και επαναλαμβάνεται σε ένα πολύ πιο ελεγχόμενο γραμμικό τρόπο, με τρεις περιπτώσεις ελαφράς διαφοροποίησης, και δεν πρέπει να άρει κατά την έξοδο.



Το δεύτερο ίχνος είναι το vCar με την κάθετη κλίμακα του προσδιορίζονται στην αριστερή πλευρά της κυματομορφής σε μονάδες kph από 0,0 χλμ. την ώρα σε 360,0 χιλιόμετρα την ώρα. Τα μέγιστα ίχνη καθορίζουν τη μέγιστη ταχύτητα που επιτυγχάνεται με την είσοδο σε μια στροφή με συνεπαγόμενες αρνητικές κλίσεις της ταχύτητας κατά το φρενάρισμα στην είσοδο. Τα ελάχιστα ίχνη προσδιορίζουν στα μέσα μιας στροφής τις ελάχιστες ταχύτητες κορυφής και οδηγούν σε θετικές κλίσεις της επιτάχυνσης στην έξοδο της στροφής και μεταφέρονται σε όλες τις ευθείες.

Βλέποντας στη στροφή 1, SaintDevote, μέσω της στροφής 3, Massenet. Ο μπλέ οδηγός φέρει πολύ περισσότερη ταχύτητα στα μέσα της γωνίας στην στροφή 1, και διατηρεί το πλεονέκτημα της ταχύτητας στην έξοδο της γωνίας και σε όλη τη διαδρομή κατά μήκος της ευθείας μέχρι της στοφή 3. Κατά την είσοδο στη στροφή 3, ο κόκκινος οδηγός φρενάρει νωρίτερα από ό, τι ο μπλέ οδηγός και για άλλη μια φορά φέρνει μικρότερη ταχύτητα μέσα στη στροφή κατά την είσοδο, σε όλη τη διαδρομή μέχρι τα μέσα της γωνίας. Αφού ο κόκκινος οδηγός είναι στα μέσα της γωνίας σε χαμηλότερες ταχύτητες, είναι τότε σε θέση να εφαρμόσει μια επιστροφή στο γκάζι νωρίτερα από ό, τι ο μπλε κατά την έξοδο.

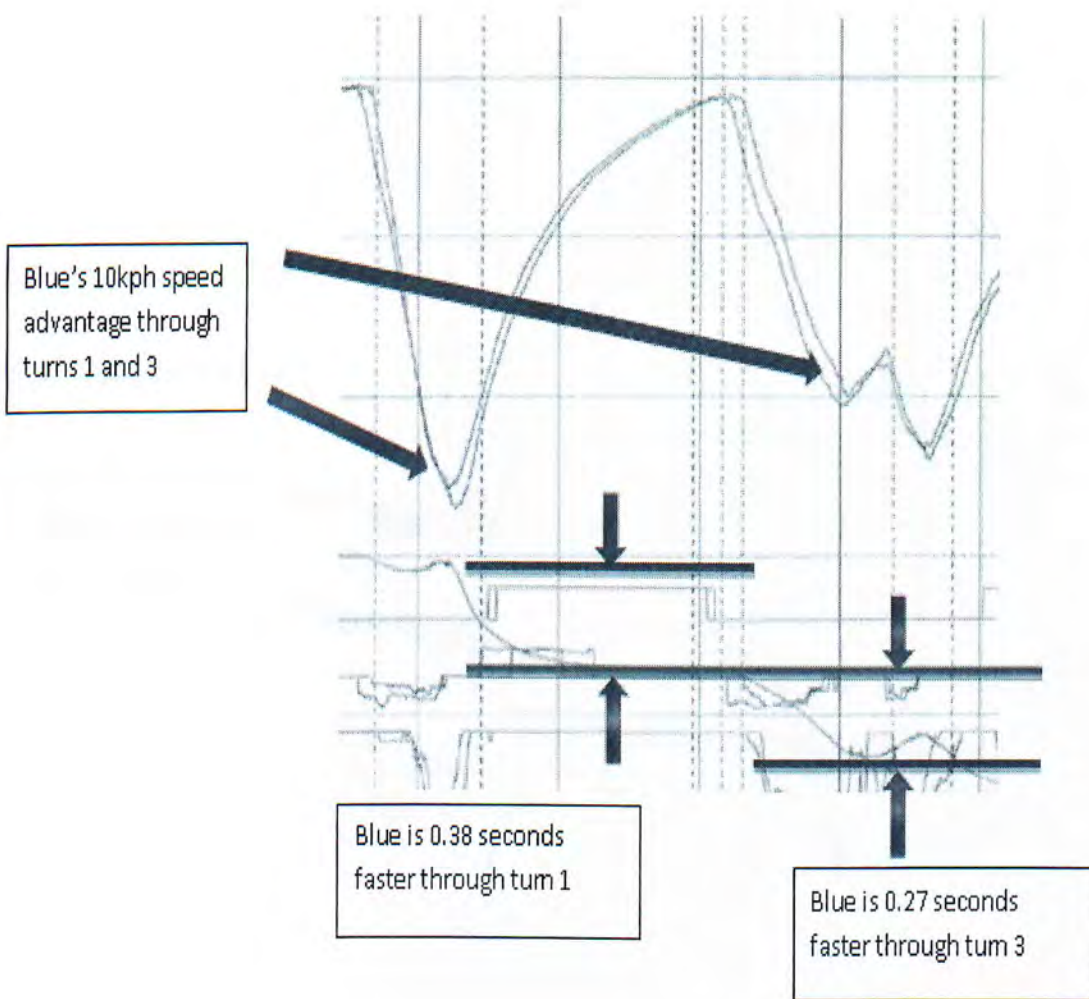


Το τρίτο είναι ίχνος Tdiff με την κάθετη κλίμακα του να προσδιορίζεται σε όλο το μήκος της δεξιάς πλευράς του διαγράμματος, σε μονάδες δευτερολέπτων, από -2,400 δευτερόλεπτα μέχρι 2,400 δευτερόλεπτα. Αυτό το ίχνος δημιουργείται αυτόματα και υπολογίζεται από τον ATLAS όταν επικαλύπτονται τα στρώματα των δεδομένων. Η παράμετρος αυτή αναφέρεται πάντα από το ένα στρώμα δεδομένων στο άλλο. Στο παράδειγμά μας, βλέπουμε ότι το χρώμα του ίχνους είναι μπλέ, αναφέροντας ότι η μπλέ στρώμα των δεδομένων είναι αυτό που μας αφορά και το κόκκινο στρώμα των δεδομένων είναι το σημείο αναφοράς μας.

Το ίχνος ξεκινά κάθε γύρο στην αριστερή πλευρά της κυματομορφής στοιχίζοντας το 0,000 δευτερόλεπτα στην κλίμακα του. Καθώς το ίχνος εκτείνεται κατά μήκος του άξονα x, φυσικά λαμβάνει θετικές ή αρνητικές κλίσεις και μετατοπίζεται από 0,000 δευτερόλεπτα από το χρόνο έναρξης. Θετικές αποκλίσεις χρόνου δείχνουν ότι ο οδηγός ήταν βραδύτερος από τον οδηγό αναφοράς με την μετάβαση μιας δεδομένης

απόστασης της πίστας. Σε αντίθεση, αρνητικές αποκλίσεις του χρόνου δείχνουν ότι ο οδηγός ήταν ταχύτερος από τον οδηγό αναφοράς με την μετάβαση μιας δεδομένης απόστασης της πίστας. Το ίχνος κλιμακώνεται μεγαλύτερο από ό, τι τα άλλα ίχνη σε όλη την κυματομορφή, όχι μόνο για να απεικονίσει μικρές διαφορές του ευκολότερα, αλλά επίσης διότι αυτό το ίχνος καθορίζει τη χρησιμότητα ολόκληρης της οθόνης. Ένας οδηγός ή μηχανικός θα είναι σε θέση να εντοπίσει γρήγορα τις μεγαλύτερες διαφορές στο χρόνο του TDiff και γνωρίζει να εστιάσει την προσοχή του στα δεδομένα από τα οποία αυτή η διαφορά προκύπτει. Στο δείγμα μας, βλέπουμε ότι ο μπλέ οδηγός ολοκλήρωσε τον γύρο σε -1,650, που σημαίνει ότι ο χρόνος ολοκλήρωσης του γύρου του μπλέ οδηγού ήταν 1,650 δευτερόλεπτα πιο γρήγορος από ό, τι του κόκκινου οδηγού.

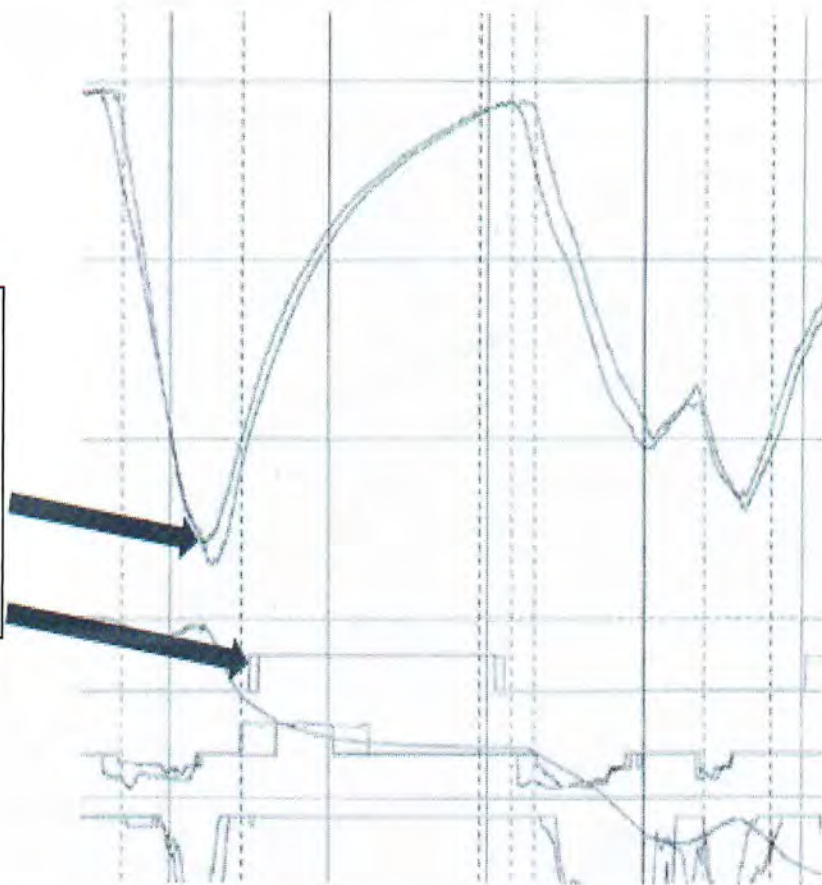
Πηγαίνοντας στη στροφή 1, SaintDevote, μέσω της στοφής 3, Massenet. Ψάχνοντας για σημαντικές διαφορές στο χρόνο του TDiff, μπορούμε να οραματιστούμε γρήγορα δύο περιστατικά στη στροφή 1 και 3 και να εστιάσουμε την προσοχή μας εκεί. Η κλίμακα TDiff προσδιορίζει ότι ο μπλέ οδηγός κέρδισε 0,38 δευτερόλεπτα στην στροφή 1 και επιπλέον 0,27 δευτερόλεπτα στην στροφή 3. Από ό, τι μάθαμε από την εξέταση του ίχνους vCar, γνωρίζουμε ότι ο μπλέ οδηγός φέρει περίπου 10kph μεγαλύτερη ταχύτητα και από τις δύο στροφές, προσδίδοντας σε 0,65 δευτερόλεπτα των ολικών κερδισμένων μέσω και των δύο στροφών. Ο κόκκινος οδηγός ή ο μηχανικός, τώρα γνωρίζουν ότι εστιάζοντας την προσοχή τους στη βελτίωση της οδήγησης ή του αυτοκινήτου για τις ανάγκες των στροφών 1 και 3 θα αποφέρει ένα κέρδος τουλάχιστον 0,65 δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια, θα προσπαθήσουμε να κατανοήσουμε γιατί το αυτοκίνητο του μπλέ οδηγού και ο ίδιος ο οδηγός είναι σε θέση να επιτύχουν τα αποτελέσματα αυτά και να μάθουν από αυτά αναλόγως, σε σχέση με τις ρυθμίσεις του αυτοκινήτου και τα οδηγικά χαρακτηριστικά.



Το τέταρτο ίχνος είναι το `BNRearWingStateControlMode`, υποδεικνύει την ενεργοποίηση του DRS. Η έξοδος του καναλιού είναι «Ενεργή» ή «μη ενεργή» και ως εκ τούτου δυαδικού χαρακτήρα. Όταν παρουσιάζεται ως ένα ίχνος, βλέπουμε ότι δεν είναι μεταβατικού χαρακτήρα, σε σύγκριση με το ίχνος `vCar` ή το `rThrottlePedal`. Κατά μήκος του ίχνους, μέγιστες γραμμικές τιμές αντιπροσωπεύουν την ενεργοποίηση του DRS και οι ελάχιστες γραμμικές τιμές αντιπροσωπεύουν το πίσω περύγιο φτερού σε μια κανονική κατάσταση με ανενεργό το DRS. Ο δυαδικός χαρακτήρας του ίχνους προσφέρεται επίσης για την έλλειψη της ανάγκης για μια κάθετη κλίμακα στην αριστερή ή τη δεξιά πλευρά του διαγράμματος.

Συνεχίζοντας την εξέταση της στροφής 1, μέσω της στροφής 3, βλέπουμε και οι δύο οδηγοί ότι έχουν ενεργοποιημένο το DRS κατά την έξοδο της στροφής 1 σε όλη τη διαδρομή μέχρι το φρενάρισμα στην γωνία εισόδου στην στροφή 3. Και οι δύο οδηγοί προφανώς χρησιμοποιούν DRS προς αξιοποίηση της μείωσης έλξης για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη απόσταση, και έχουν πλήρη επιτάχυνση μέσω του «κόμβου» της στροφής 2 και μέσα στην στροφή 3.

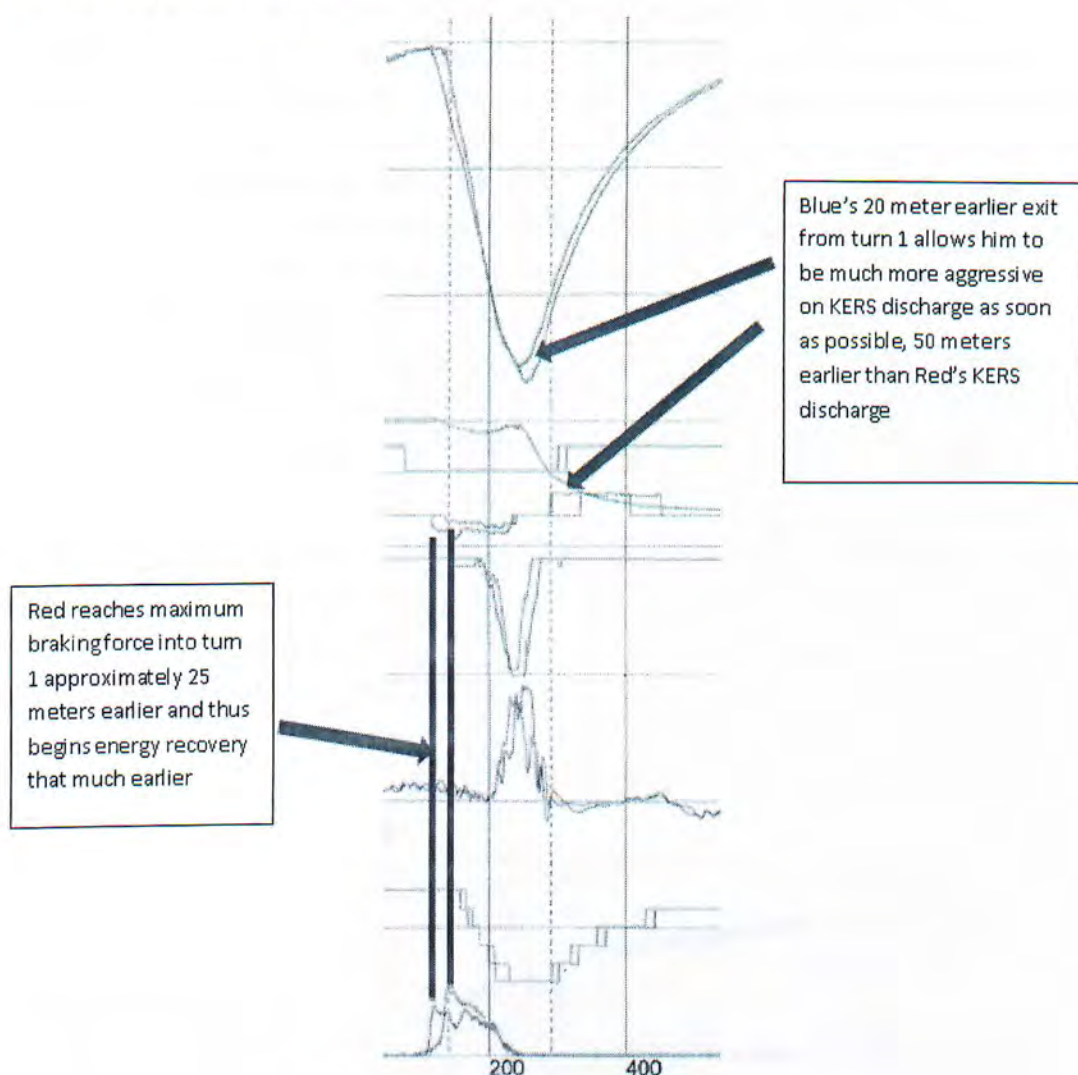
Blue's earlier exit from turn 1 allows him to activate DRS approximately 10 meters earlier than Red on corner exit



Το πέμπτο ίχνος είναι το MKERSDemand, αναφέρεται στο KERS εκφόρτωση ώθησης και συλλογή ενέργειας που ανακτάται κατά το φρενάρισμα, ορίζεται από την δύναμη σε μονάδες Nm. Ο σκοπός αυτού του ίχνους είναι ποιοτικού χαρακτήρα μόνο για να αναγνωρίζει όταν το σύστημα KERS είναι εκφόρτωση ή επαναφόρτιση. Ως εκ τούτου, μια κάθετη κλίμακα δεν είναι απαραίτητη για την αριστερή ή τη δεξιά πλευρά του διαγράμματος για να δείξει ακριβώς πόση δύναμη εφαρμόζεται προς ή από το σύστημα KERS. Οι ελάχιστες τιμές απεικονίζουν στο KERS την ανάκτηση ενέργειας κατά την πέδηση ως την περιστροφική δύναμη που εφαρμόζεται στο MGU. Οι μέγιστες τιμές απεικονίζουν στο KERS την ενέργεια που απορρίπτεται ως περιστροφική δύναμη που εφαρμόζεται στον στροφαλοφόρο άξονα του κινητήρα από την MGU. Όπως και με το DRS, το KERS είναι πιο συμφέρον για το χρόνο του γύρου στην ενεργοποίηση κατά την έξοδο από μια στροφή που οδηγεί σε μια μεγάλη ευθεία. Η ροπή είναι το βασικό πλεονέκτημα του KERS, έτσι η απαλλαγή ενέργειας θα πρέπει να ενεργοποιείται το συντομότερο δυνατόν κατά την έξοδο από στροφή.

Για το ίχνος MKERSDemand, θα εξετάσουμε τη στροφή 1, από την είσοδο της στροφής μέχρι την έξοδο. Η εικόνα θα περιλαμβάνει επίσης το ίχνος pBrakeR στο κάτω μέρος της κυματομορφής, εκ το οποίο θα συζητήσουμε αργότερα, αλλά απαιτείται τώρα για να τονίσει την ανάκτηση ενέργειας κατά το φρενάρισμα. Όλα όσα πρέπει να κρατήσετε στο μυαλό σας τώρα για το pBrakeR είναι ότι η θετική

κλίση δείχνει εφαρμογή πεντάλ φρένου και οι αρνητικές κλίσεις δείχνουν αποσύμπλεξη πεντάλ φρένου.



Το έκτο ίχνος είναι το MDiffDemand, αναφέρεται στην δύναμη που ασκείται στο διαφορικό, με την κάθετη κλίμακα του να φαίνεται στη δεξιά πλευρά της κυματομορφής, που κυμαίνεται από 0,0 μέτρα σε newton έως 2000,0 Nm. Συζητώντας τη συνάρτηση και τη λειτουργία του ηλεκτρομηχανολογικού ελέγχου του διαφορικού υπερβαίνει κατά πολύ το πεδίο εφαρμογής αυτής της συζήτησης ως μια εισαγωγή στην τηλεμετρία. Επιπλέον, χωρίς την πλήρη γνώση των μηχανικών και τον ηλεκτρονικό έλεγχο των ρυθμίσεων αυτών των συγκεκριμένων διαφορικών που εξετάζονται, δεν είμαστε σε θέση να συμμετάσχουμε σε μια λογική ανάλυση, χωρίς υποθέσεις. Ως εκ τούτου, θα σημειώσουμε μόνο τα κύρια χαρακτηριστικά του ίχνους χωρίς να αναλύσουμε τις διαφορές μεταξύ του κόκκινου και του μπλέ οδηγού.

Οι μέγιστες γραμμικές τιμές των 2000,0 Nm είναι παρούσες, όταν το αυτοκίνητο επιταχύνει και γενικά κινείται σε ευθεία γραμμή και η μέγιστη ροπή που εφαρμόζεται

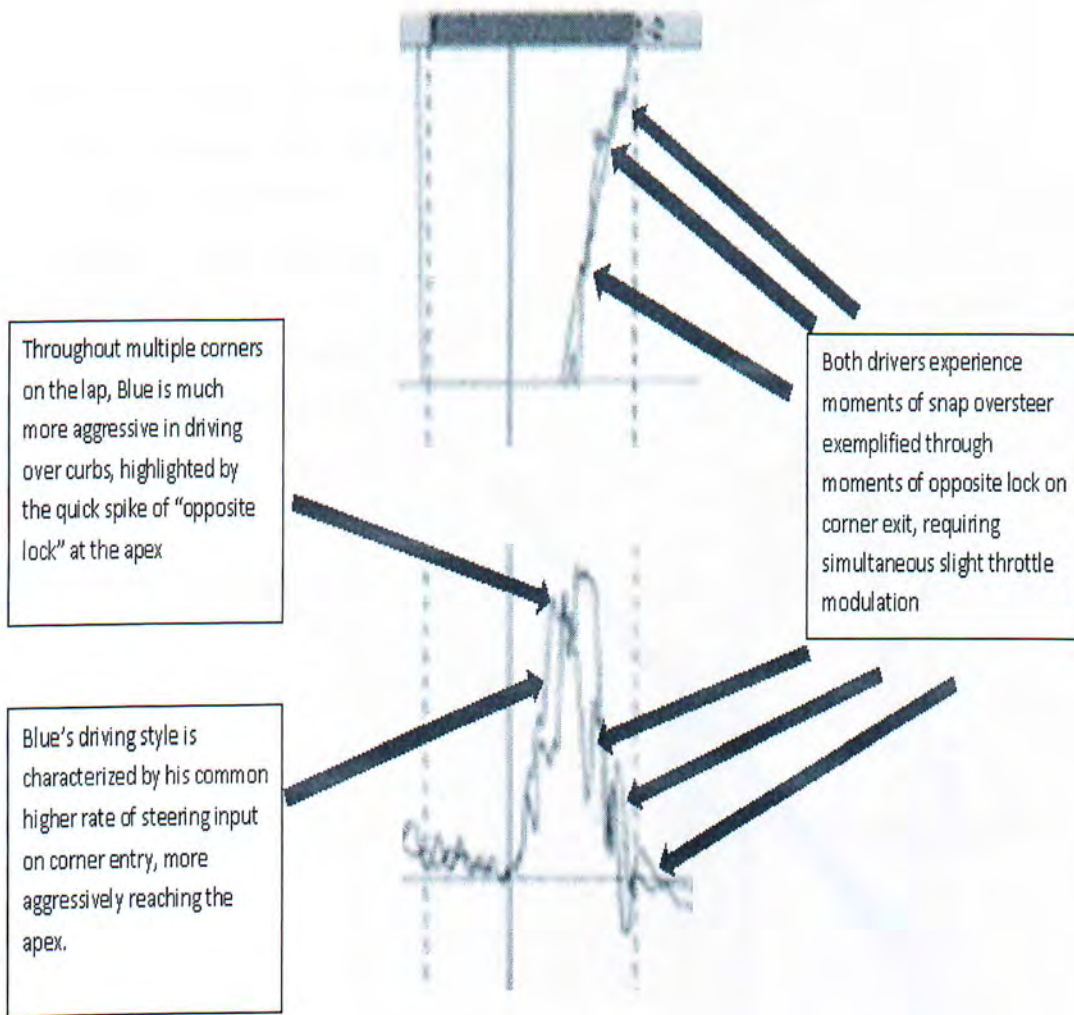
από το διαφορικό στους δύο τροχούς, όπως σε ένα πηνίο. Οι αρνητικές κλίσεις αντιπροσωπεύουν επιβράδυνση κατά το φρενάρισμα και στροφή προς την κορυφή μιας γωνίας όσο η δύναμη που εφαρμόζεται στο διαφορικό μειώνεται και το διαφορικό κατά συνέπεια διαφοροποιεί έτσι την ταχύτητα περιστροφής και την δύναμη μεταξύ των δύο τροχών για να επιτρέψει στο αυτοκίνητο να περιστραφεί. Οι θετικές κλίσεις αντιπροσωπεύουν την έξοδο από την γωνία, στροφή μακριά από την κορυφή και η επιστροφή στο πλήρες πάτημα του γκαζιού. Στην έξοδο της γωνίας, το διαφορικό δεν πρέπει να εφαρμόζει μόνο όσο το δυνατόν περισσότερη ροπή για να επιταχύνει το αυτοκίνητο, αλλά ταυτόχρονα να επιτρέπει στους τροχούς να διαφοροποιηθούν χωριστά, προκειμένου το αυτοκίνητο να συνεχίσει να περιστρέφεται έξω από τη γωνία. Οι ελάχιστες γραμμικές τιμές εμφανίζονται στις κορυφές μιας γωνίας, γεγονός που καταδεικνύει την πλήρη ανοικτή διαφοροποίηση μεταξύ των δύο πίσω τροχών, επιτρέποντας το ανώτατο όριο περιστροφής του αυτοκινήτου.

Για το ίχνος MDiffDemand, θα εξετάσουμε εκ νέου τη στροφή 1. Η εικόνα θα περιλαμβάνει το ίχνος aSteerWheel, ακριβώς κάτω από το MDiffDemand, το οποίο θα συζητήσουμε αργότερα. Το aSteerWheel είναι ότι κοίλο ή κυρτό, μέγιστο ή ελάχιστο αντιπροσωπεύει η κορυφή της γωνίας.



Τώρα θα συζητήσουμε συγκεκριμένα το έβδομο ίχνος, το aSteerWheel, αναφέροντας τη γωνιακή μετατόπιση του τιμονιού από τον οδηγό, σε μονάδες μοιρών. Η κατακόρυφη κλίμακα του ίχνους του βρίσκεται στην αριστερή πλευρά του διαγράμματος της κυματομορφής που κυμαίνονται από ένα ελάχιστο -100 βαθμούς έως 100 βαθμούς. Οι τιμές του ίχνους στο μηδέν ή κοντά στο μηδέν αντιπροσωπεύουν το τιμόνι σε μια κανονική ευθεία θέση καθώς και το αυτοκίνητο που κινείται ευθεία. Οι θετικές κλίσεις δείχνουν τον οδηγό να στρίβει δεξιά, ενώ οι αρνητικές κλίσεις δείχνουν τον οδηγό να στρίβει αριστερά.

Θα εξετάσουμε το ίχνος aSteerWheel στη στροφή 1 περαιτέρω, αλλά θα συμπεριλάβουμε επίσης και το ίχνος rThrottlePedal.



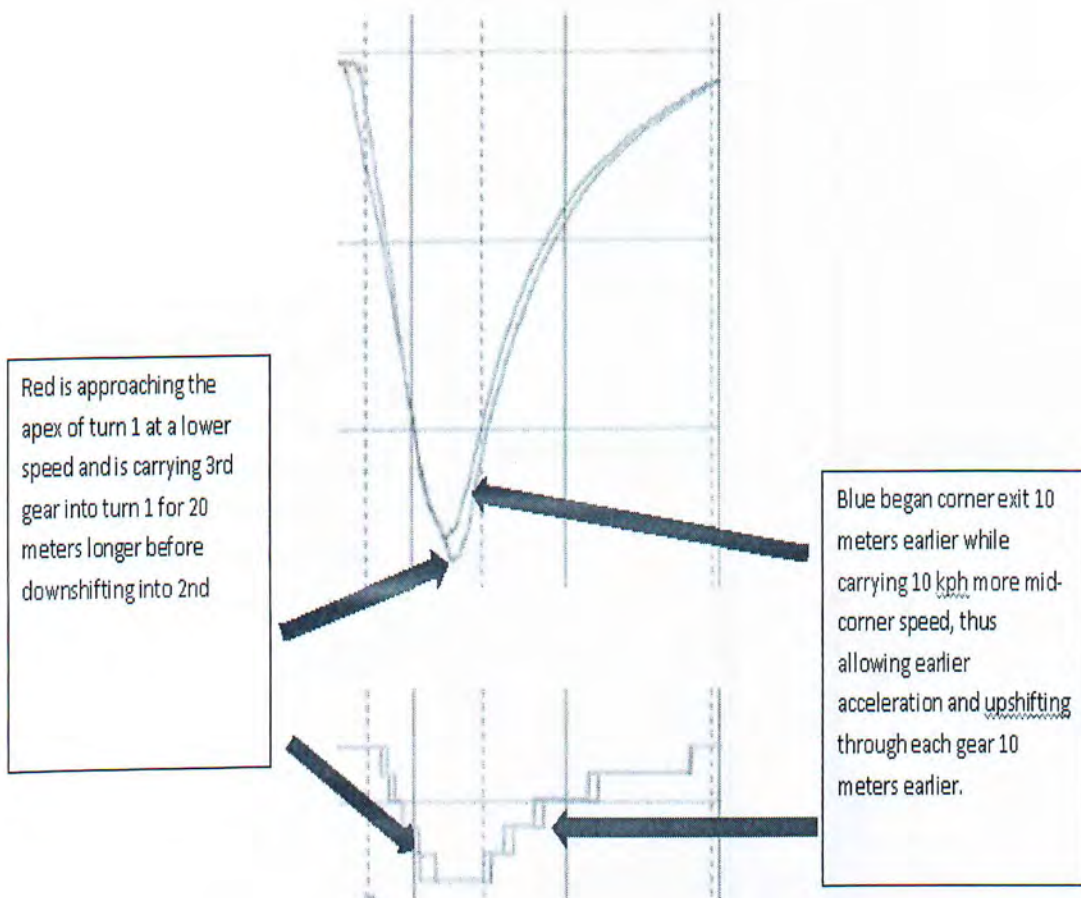
Το ίχνος rThrottlePedal, όταν ο κόκκινος οδηγός επιχειρήσει μια υπερ-επιθετική επιστροφή στο γκάζι στην έξοδο της στροφής 8. Τώρα που έχουμε αναλύσει το ίχνος aSteerWheel, ας κοιτάξουμε πίσω στο πώς επηρεάστηκαν τα δεδομένα εισόδου του συστήματος διεύθυνσης.

Red's over-aggressive return to full throttle on exit of turn 8, induced a significant moment of snap oversteer, illustrated by this large amount of sudden opposite lock steering input correction



Το όγδοο ίχνος είναι Ngear, αναφέρεται στην ασκούμενη ταχύτητα που οδηγείται στο κιβώτιο ταχυτήτων. Η κατακόρυφη κλίμακα του Ngear βρίσκεται στην αριστερή πλευρά της κυματομορφής, όπου κυμαίνεται από 0 σε νεκρά ταχύτητα μέχρι την 8η ταχύτητα. Φυσικά, το κιβώτιο περιέχει μόνο 7 μπροστινές ταχύτητες, αλλά το 8 είναι απλά για βαθμωτή αναφορά. Το ίχνος "εντάσσεται" στη νεκρά, λόγω της γραμμικής και μεταβατικής κατάστασης της νεκράς στην εμπλοκή των ταχυτήτων και την επιλογή μεταξύ αυτών.

Δεδομένου ότι έχουμε ήδη αναλύσει το ίχνος vCar σχετικά με τη στροφή 1, εμείς θα συνεχίσουμε να το κάνουμε και τώρα θα συμπεριλάβουμε και το ίχνος NGear στην εικόνα.

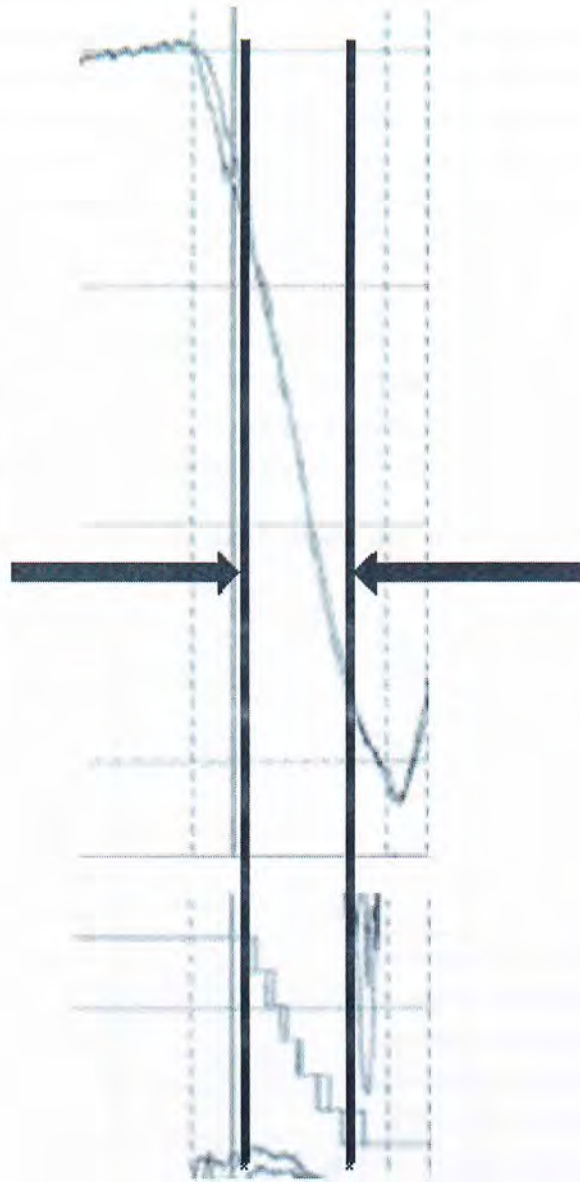


Red is approaching the apex of turn 1 at a lower speed and is carrying 3rd gear into turn 1 for 20 meters longer before downshifting into 2nd

Blue began corner exit 10 meters earlier while carrying 10 kph more mid-corner speed, thus allowing earlier acceleration and upshifting through each gear 10 meters earlier.

Επιπλέον, στην εξέταση του ίχνους NGear, μπορούμε να ρίξουμε μια ματιά στα εντυπωσιακά χαρακτηριστικά των κατεβασμάτων των ταχυτήτων του μονοθέσιου της F1 με την είσοδο του στην Nouvelle Chicane μετά την έξοδο από το τούνελ.

These particular F1 cars in our data are able to downshift from 7th gear at 230 kph down to 1st gear at 110 kph, all within 60 meters of track distance

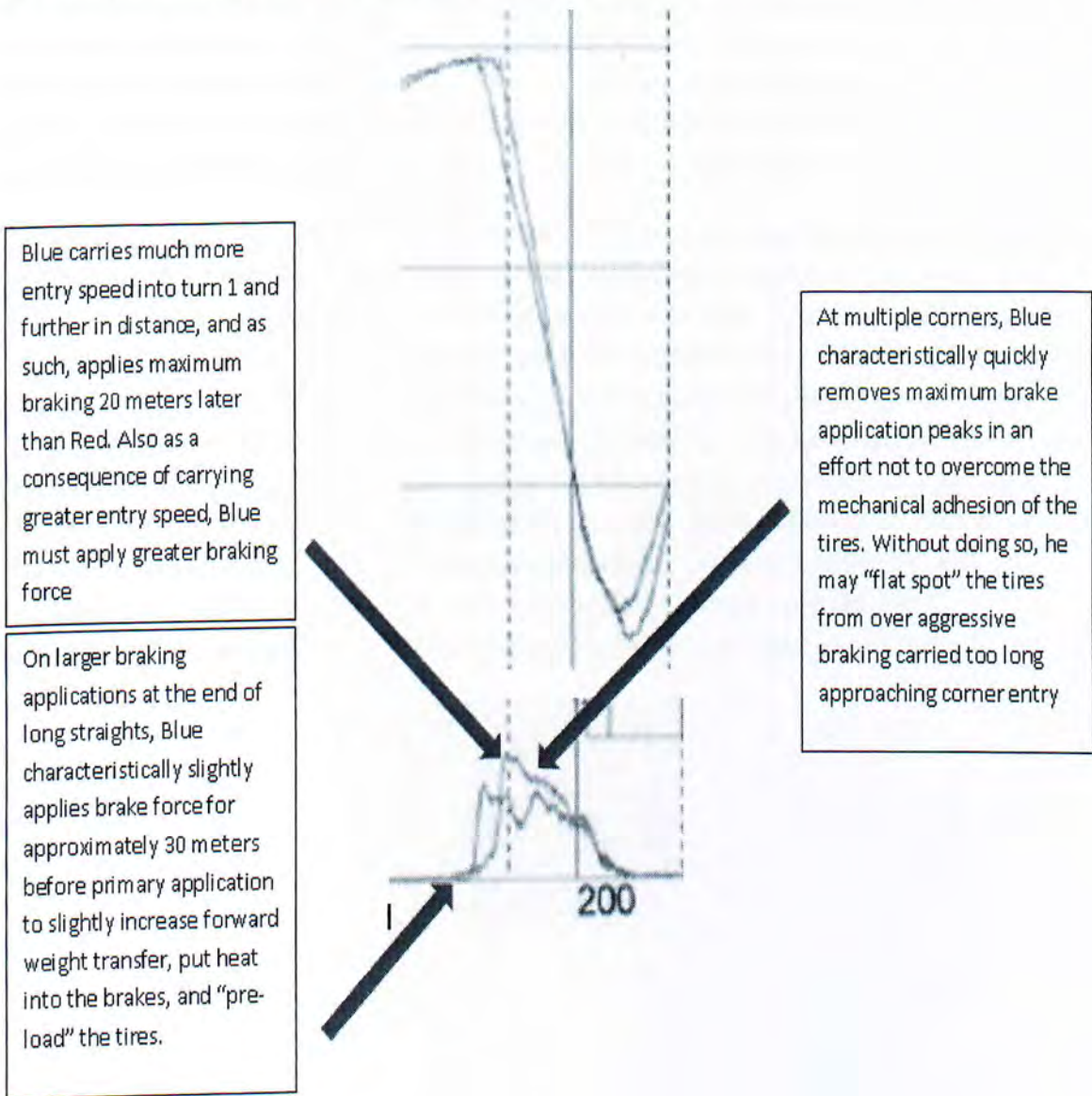


Το ένατο και τελευταίο ίχνος μας είναι το pBrakeR το οποίο το βλέπουμε στο κάτω μέρος της επιφάνειας της κυματομορφής, αντιπροσωπεύει την υδραυλική πίεση που ασκείται στο κύκλωμα των πίσω φρένων. Η κάθετη κλίμακα του είναι στη δεξιά πλευρά του διαγράμματος, που κυμαίνεται από 0,00 Bar έως 125 Bar.

Δεν υπάρχει πρόβλημα στο ποιο ίχνος πίεσης χρησιμοποιείται από ποιο υδραυλικό κύκλωμα φρένων, εμπρός ή πίσω, γιατί δεν ασχολούμαστε με το να ορίσουμε ακριβώς πόση δύναμη εφαρμόζεται σε κάθε παρεχόμενο κύκλωμα. Το μόνο που χρειάζεται να γνωρίζουμε είναι με ποιο τρόπο εφάρμοσε ο οδηγός και απελευθέρωσε δύναμη στα φρένα, από μια καθαρά ποιοτική άποψη. Στην περίπτωση αυτής της σύγκρισης της κυματομορφής του οδηγού, ο οδηγός ή ο μηχανικός θα πρέπει κατά κύριο λόγο να ασχολούνται με το σχήμα του ίχνους της πέδησης και τη σχετική τοποθεσία στην πίστα κατά την οποία εφασμόστηκε η αρχική ενεργοποίηση των

φρένων. Προφανώς, το βέλτιστο είναι ο οδηγός να φρενάρει όσο το δυνατόν αργότερα σε μια γωνία και να φέρει το μέγιστο ποσό ταχύτητας στην κορυφή, και να το μεταφέρει μέχρι την έξοδο. Σε σύγκριση δύο οδηγών με παρόμοια αυτοκινήτα και παρόμοιες ρυθμίσεις, και οι δύο οδηγοί θα αναμένεται να φρενάρουν εξίσου βαθιά σε μια γωνία όπως ο ένας έτσι και ο άλλος. Είναι συνηθισμένο και απαραίτητο για τους οδηγούς να εξετάσουν συγκριτικά χαρακτηριστικά πέδησης για να καταλάβουν γιατί δεν μπορούν να φρενάρουν τόσο βαθιά ή τόσο σκληρά σε μια γωνία όπως οι συμπαίκτες τους. Η αρχική θετική κλίση του ίχνους της εφαρμογής πέδης είναι απότομη κλίση που πλησιάζει το μέγιστο της κορυφής, διότι είναι η βέλτιστη στην απόδοση του αυτοκινήτου για να επιτευχθεί η μέγιστη εφαρμογή της πέδης, ενώ μέγιστη ταχύτητα γωνίας εισόδου και έτσι η μέγιστη κάθετη αεροδυναμική δύναμη είναι διαθέσιμη για να βοηθήσει τη σταθερότητα στο φρενάρισμα.

Συνεχίζοντας θα χρησιμοποιήσουμε την στροφή 1 ως παράδειγμα της ανάλυσης μας, θα συμπεριλάβουμε πλέον το ίχνος pBrakeR στην εικόνα.



Τώρα που έχουμε εφαρμόσει το μεγαλύτερο μέρος των προσπαθειών μας για την εξέταση της στροφής 1, μπορούμε να συνοψίσουμε ότι ο μπλέ οδηγός είχε να επιτελέσει πολύ προσπάθεια για να κερδίσει 0,38 δευτερόλεπτα στο ίχνος TDIF, όλα σε μια γωνία. Είδαμε από την ανάλυσή μας ότι ο μπλέ οδηγός ήταν πιο επιθετικός στην είσοδο με υψηλότερη ελάχιστη γωνιακή ταχύτητα και έστριψε προς την κατεύθυνση του πεζοδρομίου όσο το δυνατόν νωρίτερα. Η επιτυχία του στη γωνία νωρίτερα του επέτρεψε να επιστρέψει στο γκάζι νωρίτερα και να ενεργοποιήσει τόσο το KERS όσο και το DRS νωρίτερα επίσης, όλα προς την καταβολή μερισμάτων στον χρόνο του γύρου.

Η πραγματικότητα του συγκεκριμένου συνόλου δεδομένων είναι ότι καταγράφηκε κατά την διάρκεια του FP1, το οποίο οι ομάδες αντιμετωπίζουν ως μια συνεδρίαση δοκιμής, επιπλέον της πράσινης διαδρομής που λείπει επαρκή πρόσφυση. Επιπλέον, δεν είμαστε ενήμεροι των μηχανικών ή αεροδυναμικών ρυθμίσεων, τα φορτία καυσίμων, και διαμορφώσεων των ελαστικών. Χωρίς να γνωρίζουμε τις παραμέτρους των αυτοκινήτων, είναι αδύνατο να συγκριθεί η απόδοση των οδηγών. Ένας σημαντικός δείκτης της μη σύγκρισης μεταξύ των αυτοκινήτων είναι η τελική σύγκριση του ίχνους TDiff μεταξύ των οδηγών που δείχνει μια διαφορά χρόνου γύρου 1,650 δευτερόλεπτα. Μπορούμε μόνο να συγκρίνουμε δύο οδηγούς ρεαλιστικά σε παρόμοια αυτοκίνητα, εάν είναι μέσα σε λίγα δέκατα η διαφορά μεταξύ τους.

Κατά την ανάλυση των δεδομένων, δεν πρέπει να αντιλαμβανόμαστε ή να αναλύουμε σαν να ήταν επαναλαμβανόμενα εργαστηριακά δεδομένα. Η ανάλυση των δεδομένων αγωνιστικών αυτοκινήτων είναι πολύ πιο περίπλοκη από αυτό. Πέρα από τις μηχανικές διακυμάνσεις των ασυνεχειών του αυτοκίνητου και του περιβάλλοντος της πίστας, ο οδηγός είναι ένας άνθρωπος που προσαρμόζεται, κάνει λάθη, και ποτέ δεν οδηγεί τον γύρο ακριβώς με τον ίδιο τρόπο όπως κάποια προηγούμενη φορά. Για παράδειγμα, εάν ένας οδηγός διαμαρτύρεται για την υποστροφή εισόδου γωνίας, δεν θα είναι εμφανής κυριολεκτικά στα δεδομένα, αφού θα έχουν προσαρμοστεί με την οδήγηση ή στις προσαρμοσμένες διαθέσιμες ρυθμίσεις. Τα σωστά ρυθμιζόμενα δεδομένα δεν ψεύδονται ποτέ, αλλά είναι πραγματικά χρήσιμο εργαλείο όταν συνδυάζονται με συζητήσεις με τον οδηγό και τις βασικές γνώσεις μηχανικής.

Κεφάλαιο 5

Αισθητήρια Τηλεμετρίας

Δεδομένου ότι η πολυπλοκότητα των σύγχρονων αγωνιστικώνμεγαλώνει και ο αριθμός των ηλεκτρονικών συστημάτων ελέγχου εγκατεστημένων στο πλαίσιο αυξάνεται, είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί ότι όλα λειτουργούν σε αρμονία. Για την επίτευξη αυτής της αρμονίας, ο μηχανικός των δεδομένων θα πρέπει να εκτελεί πάντα τον αντίστοιχο έλεγχο όπως ένα αεροπλάνο πριν από την πτήση, πριν από οποιαδήποτε λειτουργία του κινητήρα ή του αυτοκινήτου. Αν θεωρήσουμε ένα σύγχρονο αγωνιστικό αυτοκίνητο, αυτό θα έχει συνήθως ηλεκτρικά αντικείμενα πάνω του όπου όλα θα επικοινωνούν μεταξύ τους και, σε ορισμένες περιπτώσεις, θα βασίζονται σε δεδομένα που μεταφέρονται από τη μια μονάδα στην άλλη για να αποφευχθεί ενδεχόμενη υπερφόρτωση τους. Αυτά τα ηλεκτρικά αντικείμενα ονομάζονται αισθητήρια και βοηθάνε να επιβλέπουν οι μηχανικοί την κατάσταση του μονοθέσιου κατά την διάρκεια του αγώνα. Παρακάτω βλέπουμε μερικά αισθητήρια που χρησιμοποιούνται στην Formula 1.

5.1 Αισθητήρας στάθμης υγρού

Στερεάς χωρητικής κατάστασης αισθητήρες υγρού στάθμης για καύσιμα, πετρέλαιο, νερό και άλλα υγρά.

5.1.1 Liquid Level Switches (διακόπτες στάθμης υγρού)



Το πρότυπο υγρό φλωτέρ είναι μια συμπαγής, ελαφριά σχεδίαση με ενσωματωμένο ηλεκτρονικό σύστημα. Ο διακόπτης μπορεί να βυθίζεται πλήρως σε καύσιμα ή πετρέλαιο και διαθέτει δύο οπές στερέωσης για απλή εγκατάσταση.

Η μεταγωγή εξόδου 0-5V αναλογική είναι πλήρως παραμετροποιήσιμη σε όλο το εύρος μέτρησης και μπορεί να ρυθμιστεί να μεταβεί σε οποιοδήποτε σημείο πάνω από τα 25 χιλιοστά μήκος καθετήρα. Ως πρότυπο, αυτός ο υγρός διακόπτης στάθμης βαθμονομείται στο εργοστάσιο για να μεταβαίνει από 4.5V σε 0.5V σε 13,5 χιλιοστών από την άκρη του αισθητήρα.

Ο αισθητήρας μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε προσανατολισμό στη δεξαμενή και διαθέτει ένα πρόσωπο-τοποθετημένο που εκτελεί τις οδηγίες προς την απλοποίηση της εγκατάστασης.

Λειτουργία

Καθώς το επίπεδο του υγρού διακόπτη ελέγχου αυξάνεται ή μειώνεται κατά το ποικίλο ύψος του υγρού, ένας μαγνήτης κινείται πιο κοντά ή πιο μακριά από ένα περίβλημα διακόπτη. Καθώς ο μαγνήτης κινείται πιο κοντά, ένας διακόπτης μέσα στο περίβλημα κλείνει. Καθώς ο μαγνήτης κινείται πιο μακριά, ο διακόπτης ανοίγει. Ο βραχίονας που περιέχει το μαγνήτη ενεργεί επίσης ως αντίβαρο για τον πλωτήρα.

Ο πλωτήρας είναι μικρός και θα λειτουργεί σε υγρά με ειδικό βάρος τόσο χαμηλό όσο 0,4. Ο τύπος διασύνδεση θα λειτουργεί με μια συγκεκριμένη διαφορά βάρους τόσο χαμηλή όσο 0,1.

Προδιαγραφές

Ηλεκτρική

- **Τάση τροφοδοσίας** +6 VDC έως +31 VDC
- **Παροχή ρεύματος** <10mA @ 12V
- **Σειριακή διασύνδεση** RS232 (+5 V)
- **Resolution** 10 bit
- **Ποσοστό δείγματος** 80Hz

Αναλογική εξόδου

- **Τάση Εύρος εξόδου** 0.25 V - 4.75V
- **Ακρίβεια Εύρους** ± 0.25% εύρος του βάθους @ 20 ° C

Καλωδίωση

- **Καλωδία** Ενσωματωμένης σύνδεσης από μόλυβδο

- **Gauge Καλωδίωση** Τυπικά 26 AWG (επιλογές έως 20 AWG)
- **Υλικό καλωδίου Συμβατότητα** Καλωδίωση είτε με φθοράνθρακες ή Raychem DR25.

Μηχανική

- **Μήκος ακροδέκτη** 38mmx 44mmx 44mm
- **Τοποθέτηση** 2 x 4.1mm διάκενα σε 32mm κέντρα
- **Βάρος** 70g

Περιβαλλοντική

- **Κλάση προστασίας** IP68
- **Θερμοκρασία λειτουργίας** -40 ° C έως +125 ° C
- **EMC επίπεδο ανοσίας** SAE J1113 / 2 1996
- **Τέλος** Ανοδιωμένο φινίρισμα σε DEF STAN 025

Συμβατό Μεσαίο

- **Καύσιμο** Βενζίνη, αμόλυβδη, LRP, καυσίμων, Ανγας
- **Λάδια** Λάδια κινητήρα, λάδια μετάδοσης, διεύθυνσης και υδραυλικά υγρά, ντίζελ, μαζούτ
- **Βιοκαυσίμο** Αιθανόλη E100, E85, E50, E10 Μεθανόλη

5.2 Αισθητήρας Θέσεως

Αισθητήρες θέσης. Χρησιμοποιείται στη βιομηχανία motorsports. Περιλαμβάνει περιστροφικούς, γραμμικούς και μη αγώγιμους αισθητήρες θέσης.

5.2.1 Φαινόμενο Hall περιστροφικού αισθητήρα



Λειτουργία

Ένας αισθητήρας φαινομένου Hall λειτουργεί με τη μέτρηση της κατεύθυνσης και της έντασης του ρεύματος που παράγεται, άμεσα ή έμμεσα, από ένα μαγνητικό πεδίο. Αυτό μεταφράζεται σε εγγύτητα, την κατεύθυνση και την ταχύτητα του αντικειμένου που παράγει το μαγνητικό πεδίο. Μια μέθοδος που χρησιμοποιείται συνήθως για τη μέτρηση της περιστροφικής κίνησης είναι να περιστρέψετε άμεσα ένα ομοιόμορφο μαγνητικό πεδίο γύρω από έναν αισθητήρα φαινομένου Hall. Ένας αισθητήρας τοποθετημένος στο κέντρο της περιστροφής βιώνει το ίδιο πεδίο, αλλά από διαφορετικές κατευθύνσεις. Αυστηρά, ένας αισθητήρας φαινομένου Hall είναι μόνο για να ανταποκρίνεται στις συνιστώσες του μαγνητικού πεδίου κατά μήκος του ίδιου του άξονα. Ωστόσο, η απάντηση του είναι μονότονη - αλλάζει μόνο προς μία κατεύθυνση - σε μια σειρά από συν ή πλην 90 μοίρες περιστροφής, αυτό δίνει τη δυνατότητα να καθορίσει ο αισθητήρας την γωνιακή θέση του από έναν πίνακα look-up σε έναν μικροελεγκτή (σε έναν μικροεπεξεργαστή ένα ενιαίο ολοκληρωμένο κύκλωμα).

Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα περιλαμβάνουν:

- Εύρος θερμοκρασίας μέχρι 125 βαθμούς C (βραχυπρόθεσμα 150)
- Εφεδρική εξόδος
- Σφραγισμένο για IP65 (IP67 επιλογή)
- Προγραμματιζόμενη γωνία μέχρι 360 μοίρες

Εφαρμογές:

- Κιβώτιο ταχυτήτων
- Σύστημα καθοδήγησης
- Σύστημα πέδησης
- Αναρτήση

Η Variohm Ευρώ X φαινομένου Hall περιστρεφόμενων αισθητήρων προσφέρουν προγραμματιζόμενες εξόδους με τη θερμοκρασία λειτουργίας να κυμαίνεται έως 150 βαθμούς C. Αυτός ο τραχύς αισθητήρας Autosports έχει αποδειχθεί και σφραγίζεται

με IP66. Μπορεί να λειτουργήσει μέχρι 125 βαθμούς C. Ιδανικό για κιβώτιο ταχυτήτων, τιμόνι, γκάζι και αναστολή εφαρμογές.

Προδιαγραφές

Ηλεκτρική

- **Μετρήσεων** έως 360 μοίρες
- **Ανεξάρτητη γραμμικότητα** (μετρούμενο φάσμα) + / -0,3%
- **Επαναληψιμότητα** 0,1 βαθμού
- **Μέγιστη Υστέρηση** 0,1 βαθμού
- **Ανάλυση** 12 μπιτ
- **Εφεδρικοί επιλογή** Ναι
- **Δειγματοληψία** 5kHz
- **Προμήθεια** 5Vdc Τάσης
- **Τάση εξόδου** 0,5 - 4.5Vdc

Μηχανική

- **Μηχανικό Εύρος** 360 συνεχούς
- **Μέγιστη ροπή εκκίνησης** 3Ncm
- **Μέγιστη ταχύτητα περιστροφής** 120 rpm
- **Κατηγορία προστασίας** IP65 (επιλογή IP67)
- **Προσδοκώμενη διάρκεια ζωής (λεπτά)** 50 εκατομμύρια κύκλους
- **Εύρος θερμοκρασίας** 125 βαθμών Κελσίου (βραχυπρόθεσμα 150)

5.2.2 Λεπτή Γραμμική Αγωγή με πλαστική βάση αισθητηρίου θέσης



Με 9,5 χιλιοστά διάμετρος είναι ένα δοκιμασμένο συμπαγή γραμμικό αισθητήριο θέσης, και χρησιμοποιεί τεχνολογία αγωγίμου πλαστικού, με μεγιστό μήκος έως 150mm. Ο αισθητήρας αυτός χρησιμοποιείται σε διάφορες εφαρμογές του μηχανοκίνητου αθλητισμού, διότι είναι σε θέση να επιβιώσει σε πολύ υψηλά επίπεδα δόνησης, κραδασμών και θερμοκρασίας.

Λειτουργία

Ένας LPT κινησιομετατροπέας αποτελείται από 3 πηνία, ένα πρωτεύον και δύο δευτερεύοντα. Η μεταφορά του ρεύματος μεταξύ του πρωτεύοντος και των δευτερεύοντων του LPT κινησιομετατροπέα ελέγχεται από τη θέση του μαγνητικού πυρήνα που ονομάζεται οπλισμός. Στις LPTs μιας θέσης μέτρησης, τα δύο δευτερεύοντα αισθητήρια είναι συνδεδεμένα σε αντίθεση. Στο κέντρο της διαδρομής μέτρησης θέσης, οι δύο δευτερεύουσες τάσεις του κινησιομετατροπέα είναι ίσες, αλλά επειδή είναι συνδεδεμένα σε αντίθεση με την έξοδο που προκύπτει από τον αισθητήρα είναι μηδέν. Καθώς ο οπλισμός LPTs απομακρύνεται από το κέντρο, το αποτέλεσμα είναι μια αύξηση σε έναν από τους δευτερεύοντες αισθητήρες θέσης και μείωση στον άλλο. Αυτό οδηγεί σε μια έξοδο από τον αισθητήρα μέτρησης. Με LPTs, η φάση της παραγωγής (σε σύγκριση με τη φάση της διέγερσης) επιτρέπει τα ηλεκτρονικά συστήματα να γνωρίζουν ποιο μισό του πηνίου του οπλισμού είναι μέσα. Η ισχύς της αρχής του αισθητήρα LPT είναι ότι δεν υπάρχει ηλεκτρική επαφή σε όλη τη θέση του αισθητηρίου ανίχνευσης, στοιχείο που για τον χρήστη του αισθητήρα σημαίνει καθαρά δεδομένα, ανάλυση και μια πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής.

Προδιαγραφές

- Μηχανική ζωή > 25 εκατομύρια
- Ταχύτητα επεξεργασίας 10m/s
- Κλάση προστασίας IP67
- Εύρος θερμοκρασίας -30 ° C έως +140 ° C
- Ανεξάρτητη γραμμικότητα Μέχρι 50mm +/- 1%, 75mm-150mm +/-0.5%
- Ονομαστική ισχύς 0.2 W @ 40 ° C
- Τύπος καλωδίου 24 AWG Raychem 55M wire
- Μάκρος καλωδίου 500mm

5.2.3 Περιστοφικό αγώγιμο πλαστικό αισθητήριο θέσης



Το περιστροφικό αγωγίμο αισθητήριο θέσης τοποθετείται σε περιβλήματα κατασκευασμένα από Torlon (υψηλού βαθμού θερμοκρασίας ανθεκτικά πλαστικά) ή αλουμίνιο.

Η εγκατάσταση του γίνεται με εύκολο τρόπο λόγω των στερεώσεων σώματος που είναι με τη μορφή εγκοπών. Οι άξονες είναι από ανοξείδωτο ατσάλι με 6 χιλιοστά διάμετρο μορφή κυλίνδρου ή είναι εφοδιασμένα με ειδικές ανοχές ελεύθερης ώθησης σχετικά με τη σύζευξη, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εξαιρετικά γρήγορη και απλή εγκατάσταση.

Το περιστροφικό αγωγίμο αισθητήριο θέση σφραγίζεται, έτσι ώστε να μην αντιδρά σε βρωμιά ή υγρασία. Το εύρος ή οι ηλεκτρικές γωνίες που κατέχει είναι κατάλληλα για την παρακολούθηση των περισσότερων διευθύνσεων, διαχείρισης του κινητήρα ή λειτουργίες κιβωτίου.

Λειτουργία

Ο περιστροφικός αισθητήρας θέσης μετατρέπει την περιστροφική κίνηση σε ένα ηλεκτρικό σήμα για να παρέχουν πληροφορίες θέσης σε ένα κλειστό σύστημα κίνησης βρόχου ελέγχου σε αυτοκίνητα και σε εφαρμογές στην αυτοκινητοβιομηχανία. Η Γραμμική τάση εξόδου του περιστροφικού αισθητήρα θέσης είναι ευθέως ανάλογη με τη γωνία του αισθητήρα περιστροφής.

Προδιαγραφές

- Προσδοκώμενη διάρκεια ζωής (λεπτά) 50 εκατομμύρια κύκλους
- Λειτουργική ταχύτητα 120rpm
- Κλάση προστασίας IP65(IP68)
- Εύρος θερμοκρασίας -40 ° C έως +150 ° C
- Τύπος καλωδίου Raychem 55 , 22 AWG
- Μάκρος καλωδίου 1000mm
- Επαναληψιμότητα 0.01%
- Μέγιστη τάση τροφοδοσίας 42VDC

5.2.4 Γραμμικός αγωγίμος πλαστικός αισθητήρας θέσεως



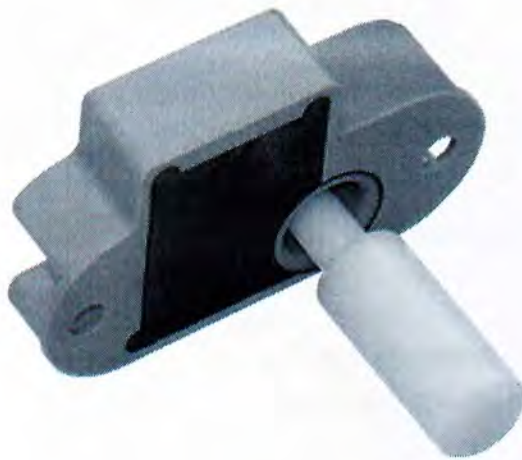
Το αγωγίμο αισθητήριο θέσης τοποθετείται σε περίβλημα που μπορεί να τοποθετηθούν δύο ανεξάρτητοι αισθητήρες μέσα στην εξαιρετικά μικρή διατομή του. Τα κέντρα στήριξης ταιριάζουν με εκείνα των άλλων συσκευών για να ενεργοποιηθεί

ένα προς ένα τις αντικαταστάσεις. Λειτουργεί με βάση τον λεπτό γραμμικό αγωγίμο πλαστικό αισθητήρα θέσεως.

Προδιαγραφές

- **Προσδοκώμενη διάρκεια ζωής (λεπτά)** > 25 εκατομμύρια κύκλους
- **Λειτουργική ταχύτητα** 10 m/s Max
- **Κλάση προστασίας στεγανοποίησης** 0 δακτύλιος και αισθητή αξονική
- **Εύρος θερμοκρασίας** -40 ° C έως +125 ° C
- **Τύπος καλωδίου** Raychem 55 , 24 AWG
- **Μάκρος καλωδίου** 600 mm
- **Επαναληψιμότητα** 0.01mm
- **Μέγιστη τάση τροφοδοσίας** 42VDC

5.2.5 Αισθητήρας θέσης ράβδου (RodPositionSensor)



Αρχικά είχε σχεδιαστεί για να παρακολουθεί το ύψος και την κυκλοφορία μιας σειράς αεροδυναμικών δοκών σε ένα μονοθέσιο της Formula 1, ο αισθητήρας ράβδου θέσεως είναι ιδανικός για εφαρμογές όπου μια πολύ μικρή αλλαγή στη γραμμική θέση πρέπει να παρακολουθείται. Ο αισθητήρας έχει σχεδιαστεί με ένα πολύ χαμηλό ύψος προφίλ και δεν έχει εσωτερικά κινούμενα μέρη, ανιχνεύει έως 8 χιλιοστά από γραμμική κίνηση, χωρίς φυσική επαφή μεταξύ του αισθητήρα και του αισθητήριου μέρους.

Λειτουργία

Ο αισθητήρας θέσης ράβδου αποτελείται από δύο μέρη, τον αισθητήρα και ένα ξεχωριστό μεταλλικό πυρήνα ενεργοποιητή ακίδας. Ο αισθητήρας μετρά την γραμμική θέση της ακίδας καθώς εισέρχεται στην οπή του σώματος του αισθητήρα.

Προδιαγραφές

Ηλεκτρικός

- Τάση +5 VDC έως 32 VDC
- Τάση Προστασίας > 33 VDC
- Κατανάλωση ρεύματος <10mA
- Προστασία πολικότητας έως -32 VDC
- Ανάλυση 10 bit
- Δείγμα Τιμή 1KHz

Αναλογική έξοδος

- Εύρος Μέτρησης: Γραμμικό: ± 4 χιλιοστά(ρυθμιζόμενο)
- Εύρος τάσης εξόδου 0 – 4,2V
- Εύρος ακρίβειας $\pm 0,1$ χιλιοστά ή ισοδύναμο

PWM εξόδος

- Εύρος Μέτρησης: Γραμμικό: ± 4 χιλιοστά(ρυθμιζόμενο)
- Συχνότητα 0 – 4,2V

Σειριακή έξοδος

- Τύπος Δεδομένων Ασύγχρονα δεδομένα ASCII

Εναλλαγή εξόδου

- Τύπος Μετάβαση στο GND 32VDC Max, 8mA

Μηχανικός

- Μέγεθος 14mmx 34,5mmx 63mm (DxWxL)
- Τοποθέτηση 2 x Ø5mm τρύπες σε μία επιφάνεια 50 χιλιοστά
- Βάρος 57,3 γραμμάρια
- Προτεινόμενα υλικά ενεργοποιητή EN3B Ήπιος ατσάλι ή ισοδύναμο
 - χαλκός
 - Κονσερβοποιημένο ατσάλι

Περιβαλλοντική

- Κλάση προστασίας IP67
- Θερμοκρασία λειτουργίας -40 ° C έως +85 ° C (πρότυπο)

- Θερμοκρασία αποθήκευσης
- Πρόσμιξη Ζωής
- -40 ° C έως +125 ° C (προαιρετικά)
- -40 ° C έως +150 ° C
- Άπειρη

5.3 Αισθητήρες Πίεσης

Αισθητήρες πίεσης για χρήση στη βιομηχανία motorsports. Περιλαμβάνει EPT αισθητήρες πίεσης και αισθητήρες ανίχνευσης πίεσης pitot.

5.3.1 ASM Σειρά Μινιατούρας Αισθητήρα Πίεσης

Λειτουργία

Μορφοτροπείς πίεσεως μετρούν την πίεση, όπως την πίεση του νερού σε μια δεξαμενή, και μετατρέπουν την πίεση που ανιχνεύεται σε ένα αναλογικό σήμα εξόδου που μπορεί να μεταδοθεί σε μια απομακρυσμένη τοποθεσία. Για παράδειγμα, εάν μετράται η πίεση για ένα σύστημα παροχής νερού και είναι 0-100 psi (λίβρες ανά τετραγωνική ίντσα), και το φάσμα εξόδου του αισθητηρίου είναι 0-5 βολτ DC ανάλογο με αυτό το εύρος, τότε ένα σήμα εξόδου του 2,5 βολτ, ή 50 τοις εκατό του πλήρους εύρους θα σημαίνει μια τιμή πίεσης 50 psi. Ο βαθμονομημένος δείκτης του βολτομέτρου θα διαβάσει 50 psi, όχι 2,5 βολτ. Οι αρχικοί μορφοτροπείς χρησιμοποιούσαν φυσητήρες, Bourdon σωλήνες, διαφράγματα και στα συστήματα ισορροπίας κίνησης, όπως αντιστάσεις μεταβλητές, χωρητικότητα και καλώδια διαφάνιας. Οι περισσότεροι αισθητήρες χρησιμοποιούν σήμερα υψηλής ακρίβειας μετρητές πίεσης, πιεζοηλεκτρικά ή χωρητικότητα στερεάς κατάστασης ανίχνευσης.



Προδιαγραφές

- **Εύρος** 0-15, 35, 100, 200bar
- **Εύρος τιμών άνω του εύρους** 1.5X
- **Πίεση θραύσης** > 3X Εύρος
- **Παροχή** 5V ή 8-16Vdc
- **Έξοδος** 0,5 έως 4.5V
- **Θερμοκρασία λειτουργίας** -20 έως 150 ° C
- **Θερμοκρασία αντιστάθμισης** 0 - 150 ° C
- **Κατασκευή** Ανοξείδωτο ατσάλι
- **Καλώδιο** 500 χιλιοστά 26AWG 55spec + DR25
- **Σφραγίδα** Viton / ατσάλι κεντρική σφραγίδα
- **Προστασία EMC** EN 50082-1
- **Ακρίβεια** ± 0,20% FS (συνδυασμός lin / hyst)
- **TC μηδέν** ± 0,01% FS / ° C
- **TC διάστημα** ± 0,01% ανάγνωσης / ° C
- **Επιλογές**
 - Μήκος καλωδίου
 - Σύνδεσμος τοποθέτησης
 - Νήμα μέγεθους- M5, M8, M10

Η ASM σειρά μικρογραφίας αισθητήρας πίεσης έχει σχεδιαστεί για χρήση σε αγώνες αυτοκινήτου και άλλες σκληρές εφαρμογές που βρέθηκαν στον κλάδο της αυτοκινητοβιομηχανίας. Τυπικές εφαρμογές περιλαμβάνουν: καύσιμα, πετρέλαιο, αέρα, ψυκτικό, φρένα, νερό.

5.3.2 Αισθητήρες pitot



Εφαρμόζεται σε μια σειρά από πιέσεις που κυμαίνονται από 25mbars έως 76mbars. Κάθε έκδοση εγκαθίσταται σε ένα κόκκινο ανοδιωμένο αλουμινένιο περίβλημα, το οποίο επισυνάπτεται με δύο οπές στερέωσης, εφοδιασμένο με ένα σωλήνα από ανοξείδωτο ατσάλι. Έχει τάση τροφοδοσίας είναι 5V έως 16V και η παραγωγή είναι 0 έως 5V.

Λειτουργία

Είναι ένας αισθητήρας διαφορικής πίεσης. Μετρά την διαφορά μεταξύ μιας στατικής θύρας (όχι στο ρεύμα του αέρα) και ενός σωλήνα Pitot που τοποθετείται απευθείας στην πορεία της ροής του αέρα. Όταν το επίπεδο είναι σε στάση, η πίεση και στις δύο σωλήνες είναι ίσες και η ταχύτητα του αέρα είναι μηδέν. Όταν το επίπεδο κινείται, ο αέρας εισέρχεται στην αισθητήρα pitot. Αυτό προκαλεί τη διαφορά πίεσης μεταξύ της στατικής σωλήνα και του σωλήνα pitot. Ένας εσωτερικός ενισχυτής δημιουργεί μια ενισχυμένη έξοδο τάσης και ως εκ τούτου, ο αισθητήρας μπορεί να συνδεθεί απευθείας σε μονάδα ελέγχου και τα συστήματα συλλογής δεδομένων.

Προδιαγραφές

- | | |
|---------------------------------|---------------|
| • Εμβέλεια | 30 - 76 mbars |
| • Σωλήνα διαμέτρου | 4 χιλιοστά |
| • Υστέρηση + μη γραμμικό σφάλμα | 0,25% |

Μετατόπιση κλίση θερμοκρασίας

- | | |
|----------------------|------------------------------|
| • Μέγιστη (0 - 80°C) | 20mV (0,5% πλήρους κλίμακας) |
|----------------------|------------------------------|

Μετατόπιση ευαισθησίας

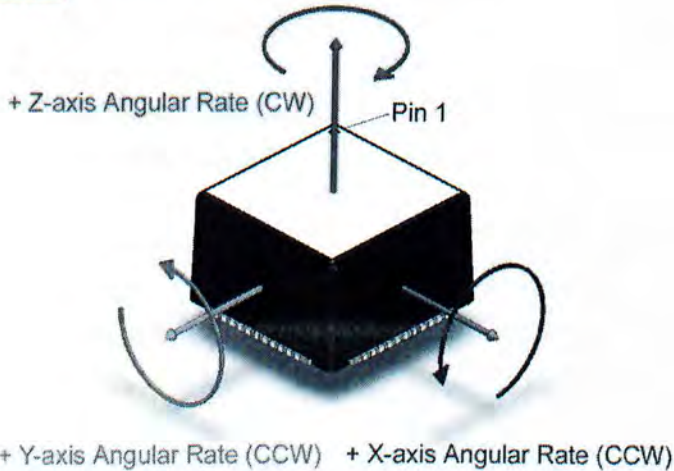
- **Μέγιστη (0 – 80°C)** 1% πλήρους κλίμακας
- **Ευαισθησία βαρύτητα** 1mV / G
- **Μετατόπιση** 0.5 + /-0,1 V
- **Ευαισθησία** 4 βολτ Μεγάλης Κλίμακας
- **Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας** -40°C έως 85°C
- **Τάση τροφοδοσίας** 5 έως 16VDC
- **Πρότυπο Παρεχόμενο καλώδιο** Ένα μέτρο του PTFE 26AWG
τρεις πυρίνες καλυμμένο καλώδιο
- **Κόκλωμα Χρώματα** Κόκκινο = +ve, Λευκό = SIG, Μπλε = GND
- **Σύνδεση οθόνης** Στον αισθητήρα με περίβλημα Αλουμινίου
- **Μηχανικά Χαρακτηριστικά** Ø4 χιλιοστών σωλήνας από ανοξείδωτο ατσάλι
- **Βάρος (χωρίς καλώδιο)** 45g

5.4 Αισθητήρες επιτάχυνσης και γυροσκοπίων

Οι αισθητήρες επιτάχυνσης και οι γυροσκοπικοί αισθητήρες ειδικά για τη βιομηχανία του μηχανοκίνητου αθλητισμού. Ένα γυροσκόπιο είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται κυρίως για την πλοήγηση και τη μέτρηση της γωνιακής ταχύτητας. Γυροσκόπια είναι διαθέσιμα και μπορούν να μετρήσουν την ταχύτητα περιστροφής σε 1, 2, ή 3 κατευθύνσεις. Τα 3-αξόνων γυροσκόπια συχνά εφαρμόζονται με ένα 3-αξόνων επιταχυνσιόμετρο να παρέχουν ένα πλήρες 6 μοιρών-της-ελευθερίας (βαθμών ελευθερίας) σύστημα ανίχνευσης κίνησης. Γυροσκόπια έχουν εξελιχθεί από τη μηχανική-αδρανειακή περιστροφή συσκευών που αποτελείται από ρότορες, άξονες, και αναρτήρες σε διάφορες ενσαρκώσεις των ηλεκτρονικών και οπτικών συσκευών. Καθένα εκμεταλλεύεται κάποια φυσική ιδιότητα του συστήματος που επιτρέπει να εντοπίζουν την περιστροφική ταχύτητα για κάποιο άξονα.

5.4.1 Γυροσκόπιο τριών

αξόνων



Λειτουργία

Σε ένα σύστημα εκ περιτροπής, όταν οι καθαρές εξωτερικές ροπές είναι παρούσες, τογωνιακό δυναμικό διάνυσμα (το οποίο είναι κατά μήκος του άξονα περιστροφής) θα κινηθεί προς την κατεύθυνση της εφαρμοσμένης ροπής φορέα. Ως αποτέλεσμα της ροπής, ο άξονας περιστροφής περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα που είναι κάθετος προς τον άξονα τόσο των εισροών όσο και του άξονα περιστροφής (ονομάζεται ο άξονας εξόδου). Αυτή η περιστροφή γύρω από τον άξονα εξόδου τότε γίνεται αισθητή και ανατροφοδοτείτε στον άξονα εισόδου, όπου μια συσκευή του κινητήρα ή ανάλογη παρέχει ροπή προς την αντίθετη κατεύθυνση, ακυρώνοντας την μετάπτωση του γυροσκοπίου και τη διατήρηση του προσανατολισμού. Η ακύρωση μπορεί επίσης να επιτευχθεί με δύο γυροσκόπια προσανατολισμένα σε ορθή γωνία ο ένας στον άλλο.

Προδιαγραφές

- Εύρος 50°/sec, 100°/sec, 150°/sec
- Παροχή 5 – 16 V
- Κατανάλωση ρεύματος 28mA
- Γραμμική αναλογική έξοδος 0,4V με 4,6V , 2,5V σε 0°/sec
- Γραμμικότητα +/- 0,5°/sec
- Συχνότητα αποκοπής 40Hz 5^{ης} τάξης
- Θερμοκρασία λειτουργίας -20°C έως +85°C

- **Θερμοκρασία αποθήκευσης** -40°C έως +125°C
- **Συνδυασμός θερμικής μετατόπισης** +/- 0,02% FS/°C
- **Μέγιστος κραδασμός** 1000G
- **Προστασία** IP66
- **Στέγαση διαστάσεων αλουμινίου** 25 x 24 x 8mm
- **Βάρος με καλώδιο** 30g
- **Ευστοχία** 2%
- **Ευαισθησία** 40, 20 και 13,3 mV/°s
- **Σφάλμα στα 0°/s** +/-0,5°/s
- **Ευαισθησία πολλαπλού άξονα** 1,5% μέγιστο

5.4.2 Επιταχυνσιόμετρο τριών αξόνων

Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό επιτάχυνσης και μετρώντας τις δονήσεις, το επιταχυνσιόμετρο είναι σε θέση να ανιχνεύσει ακόμα και την παραμικρή κίνηση, από την κλίση ενός κτιρίου στην παραμικρή δόνηση που προκαλείται από ένα μουσικό όργανο. Μέσα στις δομές λεπτά αισθητήρια επιταχυνσιόμετρου είναι παρόντες και παράγουν ηλεκτρικά φορτία όταν ο αισθητήρας βιώνει κάθε κίνηση. Επιταχυνσιόμετρα πρέπει να τοποθετούνται στην επιφάνεια του αντικείμενου, προκειμένου να καθορίσει τις δονήσεις. Δεν είναι σε θέση να λειτουργούν στην απομόνωση ή πέρα από το αντικείμενο που καλείται να εκτιμήσει, πρέπει να είναι σταθερά στερεωμένα στο αντικείμενο για να δώσει ακριβείς μετρήσεις.



Λειτουργία

Των 3^{ου} αξόνων επιταχυνσιόμετρο περιέχει ολοκληρωμένο κύκλωμα τριών επιταχύνσεων ανίχνευσης, μαζί με συνδεδεμένα ηλεκτρονικά στοιχεία. Κάθε ένα από τα επιταχυνσιόμετρα μέτρα επιτάχυνση κατά μήκος μιας γραμμής και παράγει ένα σήμα σε μία από τις τρεις εξόδους. Οι τρεις αυτοί άξονες και οι τρεις εξόδοι είναι οι X, Y, και Z. Οι αισθητήρες IC είναι παρόμοιοι με εκείνους που αρχικά είχαν σχεδιαστεί για να ελέγχουν την απελευθέρωση των αερόσακων σε ένα αυτοκίνητο. Οι IC είναι μικρο-επεξεργασμένοι πολύ λεπτοί σκαλισμένοι σε πυρίτιο και λυγίζουν δυο

μικρές επαφές όταν υπάρχει επιτάχυνση. Σε αυτή την περίπτωση διατάσσεται και συνδέεται, όπως οι πλάκες του πυκνωτή. Όπως οι μικρές επαφές λυγίζουν, οι αλλαγές χωρητικότητα, σε ένα κύκλωμα που περιλαμβάνεται το IC και παρακολουθεί τη χωρητικότητα, μετατρέπονται σε μια τάση. Ένα op-amp κύκλωμα ενισχύει και φιλτράρει το σήμα από το IC. Το καθαρό αποτέλεσμα είναι ότι η τάση κυμαίνεται με γραμμικό τρόπο με επιτάχυνσης. Κάθε μία από τις εξόδους που επισημαίνονται με X, Y, Z ή Επιταχύνσεις μετρώνται συνήθως είτε σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο ή σε g. Ένα g είναι οι επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης, ή 9,8 m / s.

Προδιαγραφές

- | | |
|------------------------------|---------------------|
| • Εύρος | 50G,10G,15G,20G |
| • Παροχή τάσης | 5 με 16 |
| • Παροχή ρεύματος | < 3mA |
| • Τάσης εξόδου | 0 – 5V |
| • Αντίσταση εξόδου | 68ohms |
| • Συχνότητα αποκοπής | 100Hz |
| • Θερμοκρασία λειτουργίας | -20°C έως +100°C |
| • Θερμοκρασία αποθήκευσης | -40°C έως +125°C |
| • Κραδασμός | 1000G |
| • Προστασία | IP66 |
| • Διαστάσεις | 25 x 24 x 8mm |
| • Βάρος | 15g |
| • Ευστοχία | 1% |
| • Ευαισθησία | 400 έως 100 +/-2% |
| • Ευαισθησία πολλαπλού άξονα | 2,5% (X,Y) , 3% (Z) |
| • Συντονισμό | 5000Hz |
| • Αντιστάθμιση κλίσης | +/- 30mV |
| • Κέρδος κλίσης | +/- 2.5% |

5.4.3 Αισθητήρες επιτάχυνσης και γυροσκοπίου



Το γυροσκόπιο έχει εύρος με έως $150^{\circ} / \text{sec}$. Εγκατεστημένο σε ένα κόκκινο ανοδιωμένο αλουμινένιο περίβλημα.

Προδιαγραφές

- Παροχή τάσης 5V – 16V
- Τάση εξόδου 2,5V, +/- 2V
- Εύρος +/- $50^{\circ}/\text{sec}$, +/- $100^{\circ}/\text{sec}$, +/- $150^{\circ}/\text{sec}$
- Ευαισθησία $12,5\text{mV}/^{\circ}/\text{sec}$
- Ευαισθησία κλίσης 1%FS
- Μη γραμμικότητα 0,1% FS
- Μηδενική κλίση (0 έως 85°C) 20mV
- Εύρος Ζώνης 40Hz
- Συντονισμός 14Hz
- Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας -40 έως $+85^{\circ}\text{C}$
- Σήμα εξόδου 2,5V +/- 2V
- Ηλεκτρικό τερματισμό Ένα μέτρο από PTFE 26 AWG
τριών βασικών καλωδίων
- Χρώματα κυκλώματος Κόκκινο=+VE , Άσπρο= SIG ,
Μπλέ=GND
- Μηχανικά χαρακτηριστικά Περίβλημα αλουμινίου
- Βάρος 15g

5.5 Αισθητήρες θερμοκρασίας

Αισθητήρες θερμοκρασίας που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία του μηχανοκίνητου αθλητισμού. Περιλαμβάνονται υπέρυθροι αισθητήρες θερμοκρασίας και MSI / YSI αισθητήρες θερμοκρασίας.

5.5.1 Σειρά ETIS υπέρυθροι αισθητήρες θερμοκρασίας



Λειτουργία

Οι υπέρυθρες είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκος κύματος μεταξύ 750nm και ένα χιλιοστό. Άλλο μέρος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας περιλαμβάνει ραδιοκύματα, μικρο κύματα, ορατό φως, υπεριώδες φως, ακτίνες X και ακτίνες γάμμα. Η υπέρυθρη τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του στόχου. Κάθε αντικείμενο με θερμοκρασία πάνω από το απόλυτο μηδέν εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Υπέρυθρη ακτινοβολία με τη χρήση οπτικών επικεντρώνεται στον αισθητήρα, ανάλογα με την ένταση της ακτινοβολίας που θα δώσει ο αισθητήρας στην έξοδο. Το ηλεκτρικό σήμα χρησιμοποιείται στη συνέχεια για να πάρει τη θερμοκρασία. Οι σημαντικότερες παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή ενός αισθητήρα υπέρυθρων εύρους θερμοκρασίας είναι η θερμοκρασία, το μέγεθος στόχου, η απόσταση μεταξύ στόχου. Με βάση αυτά τα στοιχεία ο κατασκευαστής βαθμονομεί τον αισθητήρα. Το νέο υπέρυθρο φάσμα του μπλοκ (ή ορθογώνιοι αισθητήρες, με 150, 200 ή 800 βαθμούς C θερμοκρασία εύρος).

Προδιαγραφές

Επιδόσεις

- | | |
|------------|--------------------|
| • Εμβέλεια | 800 ° C |
| • Παροχή | 5 Volts |
| • Έξοδος | 0,5 V έως 4,5 βολτ |

- **Ευαισθησία Σήματος** 5 mV / ° C
0.6V στους 20 ° C
4.5V στους 800 ° C
- **Ακρίβεια** +/- 2%
- **Αντιστάθμιση θερμοκρασίας** Έως 40 ° C , 20Gpp 5'
- **Κραδασμοί** 1000 g
- **Περίβλημα αλουμινίου**
- **Διαστάσεις** 20 x 18 x 12 χιλιοστά
- **Χρώματα** Κόκκινο=5V, Άσπρο=signall, Μπλέ=0V
- **Μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος** 0 έως 120A ° C
- **Μέτρηση απόστασης** 30 έως 70 mm
- **Οπτικό πεδίο** 2,5: 1
- **Εστιακό μέγεθος** 20 χιλιοστά διάμετρο σε 50 χιλιοστά απόσταση
- **Σύνδεση** 1 μέτρο σε 3 x AWG26 PTFE θωρακισμένου καλωδίου

5.5.2 Infralite Temperature Sensors (Αισθητήρες θερμοκρασίας Infralite)



Οι υπέρυθροι αισθητήρες θερμοκρασίας με φάσμα αποκλεισμού (ή ορθογώνιο) προσφέρουν μια μεγαλύτερη γκάμα θερμοκρασία 1500C. Η λειτουργία του παραπάνω αισθητηρίου Σειρά ETIS είναι ακριβώς η ίδια με αυτού εκτός από κάποιες αλλαγές στις προδιαγραφές.

Προδιαγραφές

- **Εύρος** 150°C
- **Ευαισθησία** 30mV / °C
- **Σήμα** 0.5V σε 0°C, 4.7V σε 140°C
- **Αντιστάθμιση θερμοκρασίας** Μέχρι 40°C

- Σφάλμα +/- 2%
- Απόσταση μέτρησης 30 χιλιοστά με 70 χιλιοστά
- Πεδίο προβολής 14°
- Μέγεθος σημείου Ø20 χιλιοστά σε 50 χιλιοστά απόσταση
- Μέγιστη Θερμοκρασία περιβάλλοντος 120° C
- Τάση παροχής 5V έως 16 V DC
- Έξοδος 0,5 έως 4.7V
- Πρότυπο καλώδιο Ένα μέτρο από PTFE 26AWG τριών βασικών προβολών καλώδιο.
- Χρώματα κυκλώματος Κόκκινο = +VE, Λευκό = σήματος, Μπλε = Ground
- Σύνδεση οθόνης Στην θήκη του αισθητήρα
- Υλικό κατασκευής περιβλήματος Κόκκινο από ανοδιωμένο αλουμίνιο
- Βάρος (χωρίς καλώδιο) 26g

5.5.3 Υπέρυθροι αισθητήρες θερμοκρασίας



Οι υπέρυθροι αισθητήρες θερμοκρασίας με φάσμα αποκλεισμού (ή ορθογώνιο) καλύπτουν μια σειρά από θερμοκρασίες 150 οC με 1200 οC. Το περίβλημα είναι κατασκευασμένο από αλουμίνιο. Υπάρχει επίσης μια γραμμική εκδοχή 200 οC. Η λειτουργία του παραπάνω αισθητηρίου Σειρά ETIS είναι ακριβώς η ίδια με αυτού εκτός από κάποιες αλλαγές στις προδιαγραφές.

Προδιαγραφές

- Εύρος 150°C, 1000°C, 1200°C
- Ευαισθησία Μη γραμμική
- Ελάχιστη μετρούμενη θερμοκρασία -40°C περιβάλλοντος
- Σφάλμα +/- 1%

- Απόσταση μέτρησης 30mm – 70mm
- Οπτικό πεδίο 14°
- Μέγεθος σημείου απόστασης Ø20 χιλιοστά σε 50 χιλιοστά
- Μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος 120°C
- Τάση παροχής 5 – 16V
- Έξοδος 0 - 5V
- Πρότυπο καλώδιο Ένα μέτρο από PTFE 26AWG τριών βασικών προβολών καλωδίου.
- Χρώματα κυκλώματος Κόκκινο = +VE,
Λευκό = σήματος, Μπλε = Ground
- Σύνδεση οθόνης Στην θήκη του αισθητήρα
- Μηχανικά χαρακτηριστικά Υλικό Περίβλημα αλουμινίου
- Βάρος (χωρίς καλώδιο) 15 γραμμάρια

5.5.4 Infrared Thread Type Temperature Sensors (αισθητήρας υπέρυθρης θερμοκρασίας τύπου σπείρωματος)



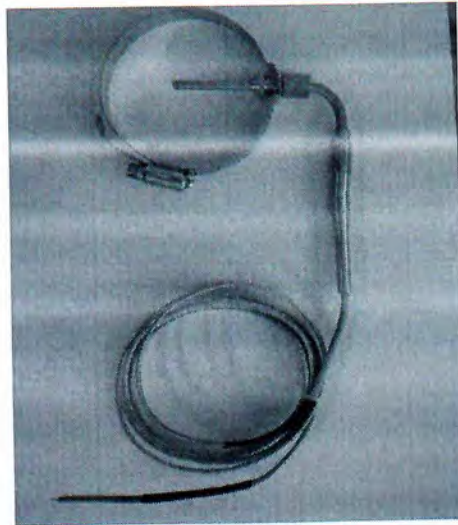
Το φάσμα των υπέρυθρων αισθητήρων θερμοκρασίας περιλαμβάνει δύο μη-γραμμικές εκδόσεις 150°C και 1000°C. Υπάρχει επίσης μια 200°C γραμμικού τύπου. Το περίβλημα είναι κατασκευασμένο από αλουμίνιο και τροφοδοτείται με τα απαραίτητα παξιμάδια στερέωσης και τις ροδέλες.

Προδιαγραφές

- Εύρος 150°C, 1000°C
- Ευαισθησία Μη Γραμμική
- Ελάχιστη μετρήσιμη θερμοκρασία - 40°C περιβάλλοντος
- Σφάλμα +/- 1%
- Απόσταση μέτρησης 30 χιλιοστά με 70 χιλιοστά
- Οπτικό πεδίο 14°
- Μέγεθος σημείου 020 χιλιοστά σε 50 χιλιοστά απόσταση
- Μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος 120°C

- **Τάση τροφοδοσίας** 5 έως 16VDC
- **Έξοδος** 0 έως 5V
- **Πρότυπο καλώδιο** Ένα μέτρο του PTFE 26AWG τριών βασικών προβολών καλωδίου.
- **Κύκλωμα Χρώματα** Κόκκινο = +VE
, Λευκό = SIG, Μπλε = GND
- **Σύνδεση οθόνης** Στην θήκη του αισθητήρα
- **Μηχανικά χαρακτηριστικά**
Υλικό κατασκευής Περιβλήμα αλουμινίου
- **Βάρος (χωρίς καλώδιο)** 15g

5.5.5 Υψηλής απόδοσης EGT (αισθητήρες θερμοκρασίας καυσαερίου)



Το EGT αντιπροσωπεύει την ακριβή θερμοκρασία του μείγματος καυσίμου, αφού «κάηκε» μέσα στον κύλινδρο. Αυτό θα πρέπει να μετράται όσο το δυνατόν πλησιέστερα προς τις βαλβίδες εξαγωγής γίνεται. Χρησιμοποιούν θερμοζεύγη τύπου K για την ανίχνευση θερμοκρασίας. Μια πλήρης γκάμα κορυφαίων αισθητήρων ποιότητας τύπου K οι οποίοι έχουν ένα πλούσιο γενεαλογικό με επιτυχίες στον μηχανοκίνητο αθλητισμό και μια ισχυρή φήμη για την υψηλή αξιοπιστία και αντοχή σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών για την παρακολούθηση αερίων εξάτμισης.



Προδιαγραφές

- | | |
|-----------------------------|---|
| • Αισθητήρα | Τύπου K θερμοηλεκτρικό |
| • Ακρίβεια | $\pm 0,75\%$ |
| • Εύρος θερμοκρασίας | -100°C έως 1300°C |
| • Ανιχνευτής μήκος | 4,5 ίντσες (114mm) |
| • Ανιχνευτής | 316 ανοξείδωτο ατσάλι |
| • Καλώδιο | 1m επικαλυμμένο με
τεφλόν (200 ° C), από ανοξείδωτο ατσάλι πλεξούδα |
| • Εύρος θερμοκρασίας | Συνιστάται έως 900°C |
| • Συμβατό | Βενζίνη, οινόπνευμα, Nitro μεθάνιο,
θειό, Διαβρωτικό καυσίμων (ισχύει για στεγάζεται άκρη) |

5.6 Αισθητήρες Laser

Αισθητήρες λέιζερ ειδικά για χρήση στη βιομηχανία μηχανοκίνητου αθλητισμού.

5.6.1 Αισθητήρες Laser μηχανοκίνητου αθλητισμού



Συμπαγής αισθητήρες λέιζερ με εύρος μέτρησης έως 1000mm. Αυτοί οι αισθητήρες έχουν προστασία σε IP67 και αποτελούνται τόσο από αναλογικές και ψηφιακές εξόδους, από παροχή 5VDC.

Λειτουργία

Ο αισθητήρας λέιζερ τριγωνισμού αποτελείται από ένα λέιζερ, ανιχνευτή και έναν φακόπριν από τον ανιχνευτή για να εστιάσει τη δέσμη στον ανιχνευτή. Ο ανιχνευτής είναι συνήθως μια παράταξη CCD. Για να κάνετε τη μέτρηση του ύψους το λέιζερ εκπέμπει φως στην επιφάνεια. Η ακτίνα λέιζερ ανακλάται από την επιφάνεια και πέφτει πάνω στον ανιχνευτή μέσα από το φακό. Ανάλογα με τη θέση της δέσμης στους ανιχνευτές CCDπίνακα, η γωνία υπολογίζεται και ως εκ τούτου το ύψος του αισθητήρα από την επιφάνεια-στόχο ανιχνεύεται. Καθώς αυξάνει το ύψος των μειώσεων γωνία και το ύψος μειώνει τις αυξήσεις γωνία.

Προδιαγραφές

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| • Μέτρηση εύρους | έως 1000 χιλιοστά |
| • Απόκριση συχνότητας | 8KHz |
| • Αναλογική έξοδος | 0,5 έως 4,5 VDC |
| • Ψηφιακή Έξοδος | RS232 |
| • Τροφοδοσία | 4,5 - 9 VDC |
| • Προστασία | IP67 |
| • Μέγεθος | 65x50x20mm |
| • Βάρος | 100gr |

5.6.2 Αισθητήρας λέιζερ μινιατούρα χαμηλού κόστους



Προδιαγραφές

- Εύρος υψηλού δυναμικού
- Αναλογικής εξόδου 0V ... +10 V
- Αυτόματη ρύθμιση της ισχύς λέιζερ
- Εύρος τύπου εργασίας 35 χιλιοστά ... 120 χιλιοστά
- Ανθεκτικό στις γρατζουνιές, οπτικά φτιαγμένα από γυαλί
- Προστασία από βραχυκύκλωμα, προστασία αναστροφής πολικότητας
- 4-pin βύσμα M8-κατασκευασμένα από μέταλλο
- Ένδειξη LED
- Ορατό κόκκινο φως λέιζερ 670 nm
- 2^{ης} κατηγορίας προϊόν λέιζερ

5.6.3 Αισθητήρας ταχύτητας τροχού



Λειτουργία

Ο αισθητήρας ταχύτητας τροχού είναι ένας τύπος ταχύμετρου και χρησιμοποιείται για την ανάγνωση της ταχύτητας της περιστροφής των τροχών του οχήματος. Ο αισθητήρας ταχύτητας τροχού αποτελείται από τη σύνδεση εργαλείων τα οποία είναι σε θέση να εργαστούν μαζί για να αναφέρουν την ταχύτητα των περιστρεφόμενων τροχών ανά πάσα στιγμή στη μονάδα ελέγχου.

Προδιαγραφές

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| • Μέγιστη συχνότητα | 20 KHZ |
| • Απόστασης από το στόχο | 0.5 έως 3mm |
| • Παροχή τάσης | 4 έως 25V |
| • Τροφοδοσία του κυκλώματος | 15mA |
| • Τάση εξόδου | NPN ανοικτού συλλέκτη |
| • Αντίσταση εξόδου | Αντίσταση pull up |

• Μέγιστη τάση στην έξοδο	25V
• Ένδειξη LED	Ναι
• Αισθητήρας ευαισθησίας	Διαφορικού στοιχείου Hall Effect
• Σπείρωμα βίδας	M10x1mm
• Μήκος	25 χιλιοστά
• Υλικό	Ανοξείδωτο ατσάλι
• Βάρος (χωρίς καλώδιο)	15g
• Προστασία	IP66
• Δοκιμή κραδασμών	20 Gpp5'
• Καταπληξία	500G
• Θερμοκρασία λειτουργίας	-50 έως + 150°C
• Θερμοκρασία αποθήκευσης	-50 έως + 150°C

5.6.4 Αισθητήρες δύναμης αλλαγής ταχύτητας



- Ψηφιοποιημένο ενισχυτή
- Ρυθμιζόμενη έξοδο ON / OFF
- Εύκολο στην εγκατάσταση

Προδιαγραφές

Έντασης/Συμπίεσης

• Εύρος	+/-200 έως 1500N
• Τάση παροχής	5 έως 16 Volts
• Έξοδος συλλέκτη NPN	Αναλογικό 2,5V +/-2V ρυθμιζόμενη ανοιχτού
• Σύνδεση	4 καλώδια ETFE θωρακισμένο καλώδιο
• Μηχανικό περίβλημα	17x17x12mm μπλοκ με άκρα M6, M7 ή M8
• Βάρος	30g

Κάμψη

• Εύρος	+/-200 έως 600N
---------	-----------------

- **Τάση παροχής** 5 έως 16 Volts
- **Έξοδος** Αναλογικό 2,5V +/-2V ρυθμιζόμενη ανοιχτού συλλέκτη NPN
- **Σύνδεση** 4 καλώδια ETFE θωρακισμένο καλώδιο
- **Μηχανικό περίβλημα** 20x16x10mm μπλοκ με άκρα M8, συνολικό μήκος 47 mm
- **Βάρος** 30g

5.7 Αισθητήρες ταχύτητας

- Μέχρι και 20KHz λειτουργίας
- Υψηλή θερμοκρασία λειτουργίας (έως 150 ° C)

5.7.1 Προσαρμοσμένοι Διαφορικοί Hall-Effect αισθητήρες ταχύτητας



Οι αισθητήρες ταχύτητας χρησιμοποιούν ένα διπλό χώρο συσκευής εφέ στοιχείου για να ανιχνεύσουν την αλλαγή των μαγνητικών πεδίων με την παρουσία ενός οδοντωτού τροχού σιδηρούχων μεταλλικών στόχων. Δοκιμασμένο και αποδεδειγμένο στα κιβώτια ταχυτήτων του πρωτάθληματος F1, οι αισθητήρες ταχύτητας που είναι κατάλληλοι είτε για ανίχνευση ταχυτήτων ή τροχού.



Με ισχυρές πλήρως έγκλειστες κατασκευές, σχέδια και μεθόδους εσωτερικής σφράγισης, οι αισθητήρες μπορούν να είναι πλήρως βυθισμένοι σε λάδι σε υψηλή θερμοκρασία χωρίς μείωση της απόδοσης.

Λειτουργία

Οι αισθητήρες ταχύτητας / RPM βασίζονται σε διάφορες αρχές λειτουργίας όπως το φαινόμενο Hall, μαγνητοαντίσταση και επαγωγική. Παρέχουν ένα σήμα συχνότητας εξόδου του ψηφιακού τύπου, για το φαινόμενο Hall ή για την μαγνητοαντίσταση, ή ένα ημιτονοειδές κύμα για τις επαγωγικές εκδόσεις που ακολουθούν ακριβώς την εναλλασσόμενη ακολουθία. Παρουσιάζουν διαφορετικές επιδόσεις όσον αφορά την εφαρμογή της τεχνολογίας για το κενό (αισθητήρατης συσκευής από απόσταση), σύνδεση (2/3 πόλοι), το κόστος. Θεωρούν τυπικές εφαρμογές στις μηχανές, γρανάζια διαφορικού, μεταδόσεις, τουρμπίνες, αντλίες, τα ράφια και είναι σε θέση να εγγραφούν κάτω από τις πιο σκληρές συνθήκες.

Προδιαγραφές

Ηλεκτρική

- Τάση τροφοδοσίας +5 VDC έως +20 VDC
- Παροχή ρεύματος <10mA
- Απόκριση συχνότητας 0 έως 20KHz
- Έξοδος Ανοιχτού συλλέκτη

Καλωδίωση

- Καλωδιά Τύπου Raychem 55 24AWG με περίβλημα Viton
- Συνδέσεις καλωδίωσης
 - Κόκκινο: Ισχύς
 - Μαύρο: Γείωση
 - Πράσινο / Λευκό: σήματος

Μηχανική

- Μέγεθος Ρυθμιζόμενο

- **Τοποθέτηση** Ρυθμιζόμενη
- **Βάρος** Από 25g
- **Υλικό** Αλουμίνιο - ανοδιώμενο

Περιβαλλοντική

- **Κλάση προστασίας** IP68
- **Θερμοκρασία λειτουργίας** -20°C έως +150°C
- **EMC επίπεδο ανοσίας** SAE J1113 / 2 1996 κατευθυντήρια γραμμή που χρησιμοποιήθηκε
- **Κραδασμοί** 40 γραμμάρια για κάθε άξονα (50-2500Hz)
- **Τέλος** Ανοδιωμένο φινίρισμα σε DEF STAN 025
- **Συμβατό Μέσο** Πετρέλαιο, έλαια, γενικά υγρά αυτοκινήτων

5.8 Αισθητήρες ροής υπερήχων

5.8.1 Μετρητής υπερήχων ροής καυσίμου



Ο μετρητής υπερήχων ροής καυσίμου είναι ελαφρύς, συμπαγής και στιβαρός, σχεδιασμένος να αντέχει τα ακραία επίπεδα κραδασμών και συνηθισμένες θερμοκρασίες που συναντάμε συνήθως στο μηχανοκίνητο αθλητισμό, στρατιωτικές, θαλάσσιες και βιομηχανικές εφαρμογές ελέγχου και μετρήσεων.

Ο μετρητής ροής καυσίμου χρησιμοποιεί αποδεδειγμένη τεχνολογία υπερήχων μετρήσεων για την ανίχνευση αμφίδρομης παλλόμενης ροής καυσίμου σε ένα υψηλό βαθμό ακρίβειας σε πραγματικό χρόνο, συγκρίσιμη με τις καλύτερες συσκευές Coriolis, αλλά σε ένα κλάσμα του μεγέθους και του βάρους.



Χωρίς μηχανικά μέρη που διακινούνται εντός της διαδρομής της ροής, πτώση πίεσης διαμέσου του μετρητή ροής καυσίμου ελαχιστοποιείται παρέχοντας πραγματική ταχύτητα ροής δεδομένων με μικρό αντίκτυπο στην ίδια τη ροή του καυσίμου. Η αφαίρεση των κινούμενων μηχανικών μερών και έδρανων από την πορεία της ροής εξαλείφει επίσης μηχανική απόσβεση και επιτρέπει πολύ μεγαλύτερη χρονική ανάλυση και ακρίβεια για τη σύλληψη και τη μέτρηση της υψηλής συχνότητας παλλόμενης ροής καυσίμου. Επιπλέον, πολύ χαμηλές ροές μπορούν να παρακολουθούνται (δηλαδή περίπου μηδενική ροή) σε ένα βαθμό ακρίβειας. Ο μετρητής υπερήχων ροής καυσίμου έχει σχεδιαστεί για χρήση με όλους τους τύπους καυσίμων, συμπεριλαμβανομένου πετρελαίου, βενζίνης, ντίζελ και μείγματα αιθανόλης, και είναι σε θέση να καταγράφει με ακρίβεια ροή από 0 έως 6.500 ml / min. Χωρίς κινούμενα μέρη να εμπλέκονται, σπάσει ή φθαρεί, το ροόμετρο παρέχει εξαιρετικά αξιόπιστη λειτουργία ακόμα και στα πιο σκληρά περιβάλλοντα λειτουργίας.



Ο μετρητής ροής καυσίμου διαθέτει μία πρόσφατα αναπτυγμένη ηλεκτρονική πλατφόρμα, η οποία ενσωματώνει την τελευταία λέξη της τεχνολογίας FPGA που παρέχει την δυνατότητα μέτρησης ρυθμού ροής του καυσίμου σε 4KHz. Εκτός από την ψηφιακή έξοδο, μια έξοδος 0-5V αναλογική παρέχεται σε όλη την βαθμονομημένη κλίμακα ροής.

Λειτουργία

Το ροόμετρο υπερήχων Doppler βασίζεται στο φαινόμενο Doppler. Λειτουργεί καλά με την αναστολή της ροής όπου η συγκέντρωση των σωματιδίων είναι πάνω από 100ppm και το μέγεθος των σωματιδίων είναι μεγαλύτερο από ό, τι 100um, αλλά λιγότερο από 10% στη συγκέντρωση. Το ροόμετρο διέλευσης χρόνου υπερήχων βασίζεται στη διαφορά χρόνου μεταξύ των ανάντη και κατάντη διαστημάτων διάδοσης του θορύβου. Παρέχει συνήθως πολύ καλή ακρίβεια ($\pm 1\%$). Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν καθαρό νερό, το θαλασσίνο νερό, το νερό πλυσίματος, καθαρισμού, γρήγα διαδικασία, έλαια και χημικές ουσίες.

Προδιαγραφές

Ηλεκτρική

- Τάση τροφοδοσίας +4.75 VDC έως +5.25 VDC
- Παροχή ρεύματος < 250mA
- Σειριακή διασύνδεση USB
- Μέτρηση Τιμής 2kHz

Απόδοση

- Εύρος μέτρησης Χαμηλής ροής: 0-4500ml/min
- Υψηλής Ροής: 0-6500ml/min
- Μέγιστη πίεση λειτουργίας του υγρού 20 bar
- Ακρίβεια (RMS% των πραγματικών) 0,3%
- Λάθος επαναληψιμότητας (% ποσοστό) 0,05%

Αναλογική έξοδος

- Κανάλι 1 O/P τάσης 0-5VDC Διαμορφώσιμη στην τιμή της ροής
- Κανάλι 2 O/P τάσης 0V θετικής ροής
- Κανάλι 3 O/P τάσης 5V αρνητικής ροής
- Κανάλι 4 O/P τάσης 0-5VDC Διαμορφώσιμη
- Ανάλυση 0-5VDC Διαμορφώσιμη 12 bit

Μηχανική & Περιβαλλοντική

- Μέγεθος(κατά προσέγγιση) 72x39x160mm (HWL)
- Βάρος (κατά προσέγγιση) 325g (χωρίς συνδέσμους)
- Εσωτερικός πυρήνας σωλήνα υλικών PTFE
- Περίβλημα αισθητήρα Από αλουμίνιο 6082T6 ανοδιωμένο σε DEF STAN 025
- Συμβατά καύσιμα Βενζίνη / Πετρέλαιο
- Αιθανόλη E10, E50, E85, E100
- Μεθανόλη
- Avgas, JP4, JP5

- **EMC επίπεδο ανοσίας**
1996

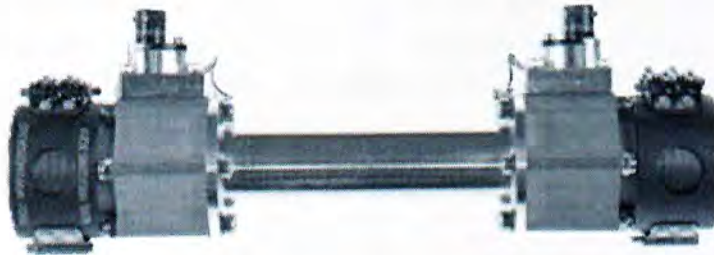
- ντίζελ
Σχεδιασμένο σε SAE J1113 / 2

Λεπτομέρειες σύνδεσης

- | | |
|--|---|
| • Πρωταρχικές επικοινωνίες/ισχύς
ASDD006-09-PN | Αισθητήρας σύνδεσμου: Deutsch |
| • USB Επικοινωνίες / Διαγνωστικά
ASX002-05-PN | Αντίστοιχη υποδοχή: Deutsch
ASDD606-09-SN
Αισθητήρας σύνδεσμου: Deutsch |
| | • Αντίστοιχη υποδοχή: Deutsch
ASX602-05-SN |

5.8.2 Μετρητής υπερήχων ροής λαδιού (Πρωτότυπο)

Ο μετρητής ροής λαδιού έχει αναπτυχθεί για την μέτρηση υγρών « σε πραγματικό χρόνο». Ο αισθητήρας εγκαθίσταται άμεσα σε κατάλληλο υπάρχοντα αγωγό τροποποιημένο για να δεχτεί ευέλικτο σωλήνα σύνδεσης -16 σύνδεσμων.



Το σύστημα χρησιμοποιεί την καθιερωμένη αρχή μέτρησης υπερήχων του «χρόνου πτήσης». Ο σωλήνας ροής, οι μετατροπείς και τα στήριγματα είναι συμβατά σε μια εγκατάσταση με μια μηχανή, που μπορούν να μετρήσουν τη ροή του υγρού μέχρι 200 λίτρα / λεπτό και σε θερμοκρασίες μέχρι 150 ° C.

Η εξ'αποστάσεως ηλεκτρονική επεξεργασία έχει αξιολογηθεί στους 105 ° C και μπορεί να τοποθετηθεί μέχρι και ένα μέτρο μακριά από τον σωλήνα ροής. Αυτά τα ηλεκτρονικά υπάρχουν με ροή δεδομένων μέσω USB ή αναλογική διεπαφή και μπορεί να τροφοδοτηθεί από μια παροχή αυτοκινήτου από 5 έως 24 βολτ.

Λειτουργία

Όταν μεταδίδεται σε ένα σωλήνα που περιέχει υγρό που ρέει με τέτοιες ασυνέχειες, ένας υπερηχητικός παλμός ή δέσμη αντανακλάται από αυτούς με μια αλλαγή στη συχνότητα που είναι άμεσα ανάλογη ροή του υγρού. Έτσι, το ροόμετρο υπερήχων Doppler υπολογίζει ποσοστό ροής από την ταχύτητα των ασυνεχειών, παρά από την ταχύτητα του υγρού. Κατάλληλο για υγρά, όπως ορισμένα υγρά απόβλητα, λάσπες, αργού πετρελαίου, τα φωσφορικά άλατα και πολύ αποθεμάτων.

Προδιαγραφές

- **Τάση τροφοδοσίας** +5 VDC έως +24 VDC
- **Σύνδεσμοι σωλήνων** -16 εύκαμπτοι σύνδεσμοι σωλήνα
- **Παροχή ρεύματος** < 100mA
- **Διαστάσεις αισθητήρα** Ø25mm x 160mm (Ονομαστική Ø x L)
- **Σειριακή διασύνδεση** USB
- **Βάρος αισθητήρα** 140g (χωρίς συνδέσμους)
- **Παροχή ροής** 0-200 l / min
- **Έλεγχος ηλεκτρονικών διαστάσεων** 105mmx 65mmx 25mm (LxWxH)
- **Τιμή δείγματος** 500Hz
- **Έλεγχος ηλεκτρονικών** Βάρους 200g
- **Εύρος τάσης εξόδου** 0V - 5VDC (ρυθμιζόμενο)
- **Κλάση προστασίας** Αισθητήρας: IP67, Ηλεκτρονικά: IP65
- **Συνδέσεις** Deutsch ASU
- **Θερμοκρασία λειτουργίας αισθητήρα** -40°C έως +150°C, Ηλεκτρονικά - 40°C έως 105°C

5.8.3 Αισθητήρας μαζικής ροής αέρα

Ο αισθητήρας μαζικής ροής αέρα χρησιμοποιεί αποδεδειγμένες τεχνικές υπερήχων για τη μέτρηση της ροής του αερίου με ακρίβεια και αξιοπιστία χωρίς κινούμενα μέρη.

Ο αισθητήρας μαζικής ροής αέρα καταδεικνύει την υψηλής ταχύτητας μέτρηση της αμφίδρομης ροής μάζας αέρα μέχρι και 600kg / ώρα με ανάλυση του 0.001KG / ώρα και στροφή προς την αναλογία > 1000:1.



Διαφορετικές περιοχές του ρυθμού ροής μάζας είναι διαθέσιμες με την απλή προσαρμογή του γεωμετρικού σωλήνα ροής.

Μαζί με το υψηλό ποσοστό του δείγματος, την ακρίβεια και την διαγνωστική του ικανότητα, ο αισθητήρας είναι σε θέση να παραδώσει λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με πολύ μικρές αλλαγές στη ροή του αερίου.

Ο αισθητήρας μαζικής ροής αέρα χρησιμοποιεί υπερήχους για τη μέτρηση της ταχύτητας του αερίου που διέρχεται από τη συσκευή. Οι παλμοί των υπερήχων μεταδίδονται ανάντη και κατόντη της ροής του φυσικού αερίου μεταξύ των δύο μοροτροπέων. Χρησιμοποιώντας την αρχή του χρόνου πτήσης, η ακριβής ανάγνωση της ταχύτητας ροής του αερίου μπορεί να καθοριστεί. Η ενσωματωμένη πίεση και οι μετατροπείς θερμοκρασίας μετατρέπουν αυτή τη ροή σε μια πραγματική μέτρηση της ροής μάζας.

Λειτουργία

Μια σταθερή τάση εφαρμόζεται στην θερμαινόμενη μεμβράνη ή θερμαινόμενο σύρμα. Αυτή η μεμβράνη ή σύρμα τοποθετείται στο ρεύμα αέρα ή σε κανάλι ροής αέρα δειγματοληψίας και θερμαίνεται από το ηλεκτρικό ρεύμα που η τάση παράγει. Δεδομένου ότι ο αέρας ρέει πάνω σε αυτό, κρύνει. Το θερμαινόμενο σύρμα ή η μεμβράνη είναι ένας θετικός συντελεστής θερμοκρασίας (PTC) αντίσταση. Αυτό σημαίνει ότι η αντίσταση του πέφτει όταν πέφτει η θερμοκρασία του.

Η πτώση της αντίστασης επιτρέπει περισσότερο ρεύμα να ρέει μέσα από αυτό, προκειμένου να διατηρηθεί η προγραμματισμένη θερμοκρασία. Αυτό το ρεύμα αλλάζει σε μια συχνότητα ή σε μια τάση η οποία αποστέλλεται στον υπολογιστή και ερμηνεύεται ως ροή του αέρα. Προσαρμογές για τη θερμοκρασία και

την υγρασία του αέρα λαμβάνονται υπόψη, δεδομένου ότι επηρεάζει τη θερμοκρασία του θερμαινόμενου σύρματος ή της μεμβράνης.

Προδιαγραφές

- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| • Εύρος μαζικής ροής | 0 - 600 kg / ώρα |
| • Εύρος ροής | 0 έως 10.000 l /λεπτό |
| • Ρυθμός δειγματοληψείας | 200 ανά δευτερόλεπτο |
| • Θερμοκρασία λειτουργίας | -10 ° C έως +125 ° C |
| • Πίεση λειτουργίας | 860 έως 1060 hPa |
| • Ακρίβεια | 1% @ 20°C |
| • Αναλογική Έξοδος | Μαζικής ροής: 0,2 έως 4,8 VDC |
| | ▪ Κατεύθυνση: 0 ή 5V |
| | ▪ Κατάσταση: 0 ή 5V |
| • Σειριακή έξοδος | RS232 |
| • Τάση τροφοδοσίας | 0 έως 16V |
| • Παροχή ρεύματος | 150mA max |

5.8.4 Αισθητήρας μέτρησης MicroFlow (μικροροής)

Ο αισθητήρας μικροροής υπερήχων χρησιμοποιεί δοκιμασμένες τεχνικές για τη μέτρηση της ροής αερίου με ακρίβεια και αξιοπιστία χωρίς κινούμενα μέρη. Ο αισθητήρας μικροροής επιδεικνύεται για πρώτη φορά σε μια ενιαία μονάδα, η μέτρηση της αμφίδρομης ροής φυσικού αερίου από το 0 μέχρι τα 1000ML ανά λεπτό, με ανάλυση 0.01mL και στροφή προς την αναλογία > 1000:1. Η μονάδα είναι σε θέση να λειτουργεί υπό πίεση αερίων έως 7,0 μετρητή BAR.

Διαφορετικές κλίμακες ροής είναι διαθέσιμες αν προσαρμοστεί στο σωλήνα ροής και στα συγκροτημάτα μορφοτροπέων.



Μαζί με το υψηλό ποσοστό του δείγματος και της ακρίβειας, ο αισθητήρας μικροροής είναι σε θέση να παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες για τις πολύ μικρές αλλαγές στη ροή αερίου.

Λειτουργία

Ο αισθητήρας μικροροής χρησιμοποιεί υπερήχους για τη μέτρηση της ταχύτητας του αερίου που διέρχονται από τη συσκευή. Οι παλμοί των υπερήχων μεταδίδονται ανάντη και κατόντη της ροής του αερίου μεταξύ των δύο μοροτροπέων. Χρησιμοποιώντας την αρχή του χρόνου πτήσης, η ακριβής ανάγνωση της ταχύτητας ροής του φυσικού αερίου μπορεί να καθοριστεί. Ο μετατροπέας πίεσης που βρίσκεται στο όχημα παρέχεται για τη μέτρηση και αντιστάθμιση των διακυμάνσεων της πίεσης του αερίου.

Προδιαγραφές

• Εύρος ροής	0,01 έως 1.000 ml / min
• Ρυθμός δειγματοληψίας	100 ανά δευτερόλεπτο
• Θερμοκρασία λειτουργίας	-10 ° C έως +60 ° C
• Πίεση λειτουργίας	0 έως 7,0 μετρητή bar
• Μορφή εξόδου	RS232
• Ανάλυση	0,01 ml / min
• Ακρίβεια	± 3% ή ± 2ml/min
• Μέση αντιστάθμιση	± 0,5 ml /min
• Τάση τροφοδοσίας	12V
• Παροχή ρεύματος	<150mA
• Διαστάσεις	145mm x 135 mm x 30mm (LxWxH)

5.9 Αισθητήρες κατάστασης λαδιού

5.9.1 Αισθητήρας θραυσμάτων λαδιού



Ο αισθητήρας θραυσμάτων λαδιού έχει σχεδιαστεί για να αντικαταστήσει τα συμβατικά μαγνητικά δοχεία λαδιού ή βύσμα κάρτερ είτε σε εφαρμογές του κινητήρα ή μετάδοσης. Ο αισθητήρας είναι μια συσκευή διπλού καναλιού που μπορούν να ανιχνεύσουν όχι μόνο την ποσότητα αλλά και το είδος των μεταλλικών υπολειμμάτων συσσώρευσης στο λάδι.



Ο αισθητήρας λειτουργεί με την προσέλκυση μεταλλικών υπολειμμάτων στο άκρο του αισθητήρα (σαν ένα συμβατικό μεταλλικό πόμα) και τη μέτρηση των σωματιδίων αυτών κατά την συσσώρευση με τρόπο ηλεκτρονικό μέσω τηλεχειριστηρίου. Ένα κανάλι εξόδου παρέχει δεδομένα σχετικά με πολύ λεπτά σωματίδια συσσώρευσης, ενώ ένα δεύτερο παρέχει στοιχεία σχετικά με τη συσσώρευση μεγάλων μεταλλικών αντικειμένων (συχνά προκύπτουν από μηχανική βλάβη στο εσωτερικό του κινητήρα ή του κιβωτίου ταχυτήτων).

Προδιαγραφές

Ηλεκτρική

- | | |
|------------------------------------|----------------------|
| • Τάση τροφοδοσίας | +4.5 VDC έως +14 VDC |
| • Τάση προστασίας | > 31VDC |
| • Παροχή ρεύματος | < 10mA |
| • Προστασία πολικότητας | έως -30VDC |
| • Ανάλυση | 10 bit |
| • Ρυθμός δειγματοληψίας | 10KHz |
| • Λειτουργία μηδενικού απόβαρου | Προσβάσιμο από RS232 |
| • Ενσωματωμένη δοκιμή ακεραιότητας | Ναι |

Αναλογική έξοδος

- Κανάλι 1 2,25V – 4,25V
- Κανάλι 2 0,5V – 4,25V
- Σφάλμα ένδειξης 4,5V

Συνδέσεις

- Καλωδίωση Raychem Τύπος 55 / ελεγμένοι 26 AWG
- Σύνδεση Deutsch ASC 05-06-SN

Μηχανική & Περιβαλλοντική

- Μέγεθος 41mmx 22,25 mm
- Τοποθέτηση M14 x 1.0 σπείρωμα βίδας
- Βάρος (κατά προσέγγιση) Από 25g
- Υλικά αισθητήρα Τιτάνιο, PEEK, H30

Περιβαλλοντική

- Κλάση προστασίας IP68
- Θερμοκρασία λειτουργίας 0°C εώς +180°C
- EMC επίπεδο ανοσίας SAE J1113 / 2 1996
κατευθυντήρια γραμμή σχεδιασμού
- Κραδασμοί 15g RMS (24-2000Hz) & SAE
J1455 κατευθυντήρια γραμμή σχεδιασμού
- Φινίρισμα Ανοδιωμένο σε DEF STAN 025

5.9.2 Αισθητήρας Ποιότητας Λαδιού (Πρωτότυπο)

Ο αισθητήρας ποιότητας του λαδιού είναι στερεάς κατάστασης, συμπαγείς συσκευές που προσφέρει τη δυνατότητα να παρακολουθούμε την ποιότητα του λαδιού μέσω της διηλεκτρικής σταθεράς του λαδιού που έχει επιλεγεί.



Οι αισθητήρες είναι πλήρως παραμετροποιήσιμοι, επιτρέποντας την προ-βαθμονόμηση των δειγμάτων πετρελαίου γνωστής ποιότητας ή σχετικά με τη χρήση.



Η βαθμονόμηση μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας λογισμικό, πρώτα προσαρμόζουμε τον αισθητήρα με βάση ένα καθαρό δείγμα του λαδιού. Μετά την έκθεση σε περαιτέρω δείγματα της μείωσης της ποιότητας του λαδιού θα δώσει τη δυνατότητα τα αποτελέσματα να συγκεντρωθούν σε μια βάση δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν ως δείκτης απόδοσης όταν ο αισθητήρας χρησιμοποιείται.

Λειτουργία

Ο αισθητήρας ποιότητας λάδιου χρησιμοποιεί μια χωρητική τεχνολογία για τον καθορισμό της ποιότητας του πετρελαίου. Δύο μεταλλικές πλάκες σχηματίζουν τις πλάκες του πυκνωτή και το πετρέλαιο χρησιμοποιείται ως διηλεκτρικό μεταξύ των πλακών για να σχηματίσουν έναν πυκνωτή. Έτσι, ένα πεδίο δημιουργείται μεταξύ των πλακών όταν οποιαδήποτε βρωμιά ή ξένα σώματα, εισέρχονται στο λάδι ή όταν ο αριθμός των χιλιομέτρων αυξάνεται το λάδι υποβαθμίζεται. Το διηλεκτρικό αλλάζει αλλάζοντας έτσι τη

χωρητικότητα. Η αξία χωρητικότητας χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της ποιότητας του πετρελαίου.

Προδιαγραφές

Ηλεκτρική

- Τάση τροφοδοσίας +6 VDC έως +24 VDC
- Παροχή ρεύματος < 10mA @12V
- Σειριακή διεπαφή RS232 (+5V)
- Ανάλυση 10 bit
- Ρυθμός δειγματοληψίας 80KHz

Αναλογική έξοδος

- Εύρος τάσης εξόδου Βαθμονομημένες 2.50V, που κυμαίνονται στα 2V με μέσο ποιότητας
- Εύρος ακρίβειας 0,5% των βαθμονομημένων δεδομένων

Συνδέσεις

- Καλώδιο / Σύνδεση Ρυθμιζόμενο με ενσωματωμένη υποδοχή
- Μετρητής Καλωδίωση Συνήθως 26 AWG (επιλογές έως 20 AWG)
- Καλώδιο Συμβατότητας Υλικού Περιβλήμα καλωδίωσης είτε με φθοράνθρακες ή Raychem DR25

Μηχανική & Περιβαλλοντική

- Διαστάσεις Ρυθμιζόμενες
- Βάρος (κατά προσέγγιση) Από 85g

Βαθμονόμηση

- Εργοστασιακή βαθμονόμηση Γίνεται με βάση εθνικά πρότυπα
- Βαθμονόμησης των πελατών Χρησιμοποιώντας ProbeMon ή ProbeView Λογισμικό

Περιβαλλοντική

- Κλάση προστασίας IP68
- Θερμοκρασία λειτουργίας -40°C έως +125°C

- **EMC επίπεδο ανοσίας** SAE J1113 / 2 1996
κατευθυντήρια γραμμή σχεδιασμού
- **Κραδασμοί** 15g RMS (24-2000Hz) & SAE
J1455 κατευθυντήρια γραμμή σχεδιασμού
- **Φινίρισμα** Ανοδιωμένο σε DEF STAN 025

Καύσιμα

- **Συμβατό μέσο** Λάδια κινητήρα, λάδια
μετάδοσης, διεύθυνσης και υδραυλικά υγρά ντίζελ, το μαζούτ

Βιβλιογραφία

- <http://www.atttraining.com/wordpress/?p=901>
- <http://www.ndtv.com/article/technology/how-ferraris-f1-technology-works-144707>
- <http://www.f1technical.net/features/1230>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Telemetry>
- <http://www.e-go.gr/wmotors/articles.asp?catid=15890&subid=2&pubid=149001>
- <http://sensors-actuators-info.blogspot.com/2009/08/oil-quality-sensor.html>
- <http://www.sensorland.com/HowPage060.html>
- <http://www.omega.com/techref/pdf/SoundingOutFlow.pdf>
- <http://www.ultrasonic-flow.com/content/8-tech-info>
- http://www.ehow.com/how-does_4965337_speed-sensors-work.html
- <http://www.ask.com/answers/89816301/how-does-a-wheel-speed-sensor-work>
- <http://sensors-actuators-info.blogspot.com/2009/08/laser-triangulation-sensor.html>
- <http://www.lrfaq.org/Series/publications/images/ExhaustGasTemperatureMonitor.pdf>
- <http://sensors-actuators-info.blogspot.com/2009/08/infrared-temperature-sensor.html>
- <http://www2.vernier.com/booklets/3d-bta.pdf>
- http://www.menslounge.gr/speed/4_troxoi/to_timoni_tis_formula_1_pos_leitourgei.html
- <http://www.mclarelectronics.com/Products/Product/ATLAS>
- <http://www.f1technical.net/articles/30>
- <http://www.getcartech.co.uk/in-car-technology/2011/10/12/how-a-formula-one-steering-wheel-works>
- <http://www.solidstateux.com/interaction-design/the-user-experience-of-f1-telemetry/>
- <http://www.atttraining.com/wordpress/?p=901>