

Traduzione dell'articolo "EGT MYTHS DEBUNKED" di Mike Busch tratto dalla rivista Sport Aviation di ottobre 2010.

Interpretare le temperature dei gas di scarico.

SVELATE LE LEGGENDE DELL'EGT.

SOMMARIO

Continua la serie degli articoli sui motori per evidenziare la cura da prestare ai motori, in questo caso, servendosi degli indicatori di temperatura dei gas di scarico, spiegando che se si installa uno strumento è indispensabile sapere cosa indica e saperlo leggere, interpretando correttamente le sue indicazioni.

Sembra che i piloti possiedano una concezione errata al riguardo della temperatura dei gas di scarico (EGT). Vediamo se riusciamo a chiarirne qualcuno.

In questo periodo, sembra che i piloti siano fissati con gli EGT. Non passa giorno che non riceva una chiamata, una e-mail o una richiesta di supporto con domande relative agli EGT.

I piloti mi inviano una serie di registrazioni di EGT per ciascun cilindro e mi domandano se vanno bene, se ritengo che le loro EGT siano troppo alte, quali EGT massime suggerisco, perché le loro EGT sono più alte in inverno che in estate o perché l'EGT sul Cessna 182 del 1972 sono tanto più elevate di quelle del modello 1977 dell'amico. Sono preoccupati che i singoli cilindri abbiano differenti EGT, nel timore che il salto tra il più freddo e il più caldo sia eccessivo e domandano come fare per avvicinarle di più. Lamentano di non essere capaci di passare dal picco ricco (ROP) al picco magro (LOP) senza produrre delle temperature esageratamente elevate.

Ognuna di queste domande rivela un'errata comprensione di cosa l'EGT misura, cosa significa e come va interpretato. Permettetemi di eliminare un po' di confusione domandandovi di dimenticare tutto ciò che pensate di conoscere al riguardo dell'EGT e cominciare daccapo.

Cronistoria.

Quando il tecnico petrolifero Al Hundere introdusse la prima strumentazione EGT per i motori a pistoncini aeronautici nel 1960, fece qualcosa di intelligente. Gli strumenti analogici costruiti dalla sua società Alcor (ampiamente usati da Beech, Cessna, Mooney, Piper e altri costruttori) non presentavano un'indicazione assoluta della temperatura, ma solo una serie di tacche spaziate di 25°F (14°C), con un asterisco allo 80% del fondo scala (fig. 1). Quando il pilota smagriva il motore, l'ago raggiungeva il valore di picco sullo strumento, poi tornava indietro. Il pilota doveva osservare il picco raggiunto, quindi avrebbe dovuto ingrassare fino a far scendere l'ago di un numero di tacche (per es. tre per 75°F). Lo strumento non forniva al pilota la temperatura *assoluta* dell'EGT (per es. 1475°F), ma solo il valore relativo (per es. il 75% più ricco del picco).

Si può capire che il valore assoluto della temperatura dell'EGT non è particolarmente interessante (vedremo la ragione tra un po') e che presentarne il valore al pilota potrebbe distrarlo. Dato che gli strumenti EGT dell'Alcor non fornivano il valore assoluto della temperatura, i piloti

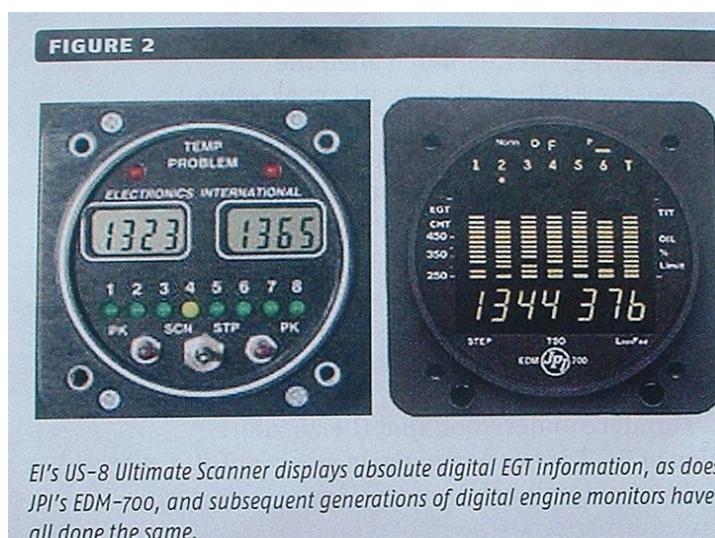


The original Alcor EGT gauge provided no absolute temperature information; the same was true of early engine analyzers and even the original Insight GEM 601/602.

non temevano che i loro EGT segnassero troppo alto o che potesse esserlo il valore massimo dell'EGT (questa era una buona cosa).

Il primo analizzatore con sensore su ogni cilindro del motore introdotto da Alcor e da KS Avionics di Bill Simkinson aveva una presentazione verticale con spostamento analogico e pure questi fornivano indicazioni solo relative. Quando John Youngquist introdusse il sistema di monitoraggio grafico della Insight (GEM: graphic engine monitoring), il suo nuovo quadrante con barra grafica a LED forniva solo l'EGT relativa.

Le cose cominciarono a confondersi quando la Electronics International (EI) introdusse il suo Ultimate Scanner, che forniva una lettura digitale (invece che grafica) dell'EGT e decantava che la precisione di 1°F era superiore a quella spezzettata di 25°F della barra grafica della GEM. Nessun accenno al fatto che il valore assoluto dell'EGT fosse indicato dove era senza senso. Per non essere sorpassata, la JP Instruments (JPI) produsse il suo EDM-700 che includeva una barra grafica simile al GEM e un indicatore digitale simile all'Ultimate Scanner, nello stesso strumento (fig. 2). L'EDM-700 ebbe un successo schiacciante e spinse sia la EI che la Insight a rispondere con prodotti simili (l'UBG-16 e il GEM 610, rispettivamente).



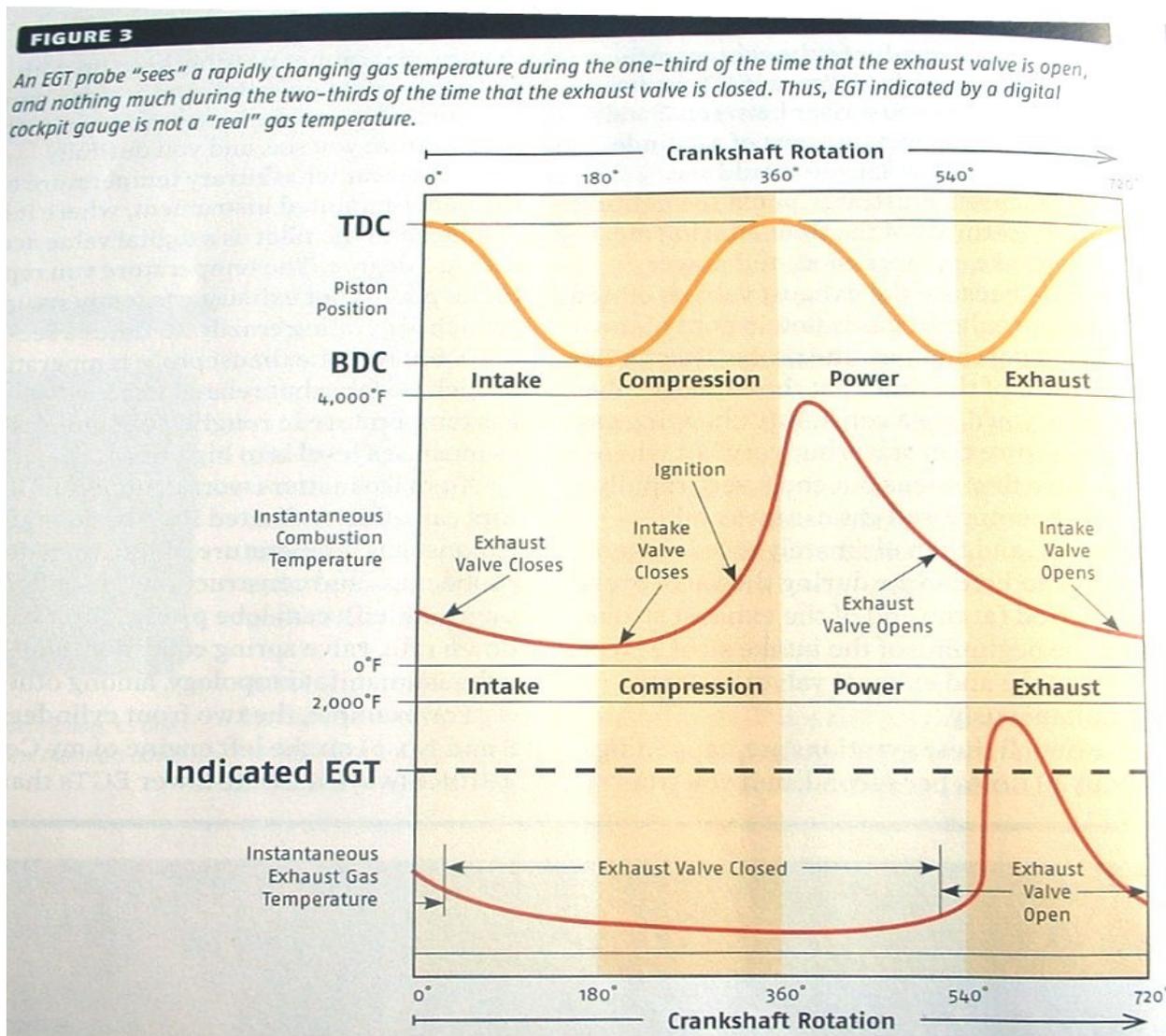
EI's US-8 Ultimate Scanner displays absolute digital EGT information, as does JPI's EDM-700, and subsequent generations of digital engine monitors have all done the same.

Adesso, i piloti potevano disporre di presentazioni con valori digitali precisi dell'EGT assoluta, temperature allarmanti di 1300°F, 1400°F, 1500°F e anche 1600°F. Pochi afferrano cosa significano queste temperature, ma molti ritengono che, come molte altre temperature in aviazione (temperatura della testa dei cilindri, temperatura all'ingresso della turbina, temperatura esterna dell'aria, temperatura dell'olio, etc) più bassa è meglio che più alta.

Che cosa non è l'EGT.

Infatti d'altra parte, i valori assoluti dell'EGT non sono particolarmente interessanti per alcune ragioni. La principale è che *l'EGT indicata non è la temperatura "effettiva"*. Per comprendere quello che intendo, vorrei condurre un esperimento virtuale. Supponete di essere una sonda EGT, posizionata, in un condotto di scarico ascendente, da due a quattro pollici dall'uscita della bocca dello scarico di un cilindro, immaginate cosa vedete.

Come mostra la fig. 3, non vedreste nulla per due - terzi del tempo, durante la maggior parte dell'aspirazione, della compressione e dello scoppio, poiché la valvola di scarico è chiusa, per cui non c'è flusso di gas attraverso lo scarico e oltre la sonda. Durante un - terzo del tempo, quando la valvola di scarico è aperta, sentirete una temperatura del gas che cambia costantemente: inizia da molto elevata appena si apre la valvola di scarico, ma si raffredda molto rapidamente appena il gas



compresso esce e si espande, infine quando è spazzata via dall'aria fredda dell'ammissione durante il periodo di sovrapposizione (al termine della corsa di scarico e l'inizio di quella di aspirazione), quando entrambe le valvole di scarico e aspirazione sono contemporaneamente aperte. Allora, queste variazioni capitano una ventina di volte al secondo e voi (sonda EGT) non potete competere con loro. Vi stabilizzerete ad una temperatura compresa tra la più elevata e la più fredda, e riporterete doverosamente questa temperatura arbitraria sullo strumento a cruscotto, dove è mostrata al pilota come un valore digitale accurato entro 1°F. La temperatura che riportate al pilota non è la temperatura del gas di scarico (che varia all'impazzata una ventina di volte al secondo), ma quella della sonda nello scarico (che è stabile ma legata alla temperatura effettiva, quasi come il livello del mare sta all'alta marea).

Per rendere la materia più difficile, numerosi fattori possono influenzare l'EGT indicata, rispetto a quella effettiva. Ci sono, tra gli altri, la massa della sonda e la costruzione (sabbata o no),

il profilo del lobo della camma, la velocità di ritorno dell'asta, la condizione della molla della valvola e la forma del condotto di scarico.

Per esempio, i due cilindri frontali (5 & 6) del motore sinistro del mio Cessna T310R indicano sempre un'EGT più bassa degli altri quattro. Il medesimo fenomeno avviene sul motore destro. Ciò non è dovuto al fatto che i gas prodotti dai cilindri frontali siano più freddi di quelli vicini, ma perché i condotti che escono da quei cilindri curvano verso il dietro, mentre gli altri verso il basso. Allora, il flusso del gas attorno alla sonda è differente per i cilindri frontali rispetto agli altri e la loro EGT è inferiore. Questa anomalia della temperatura è del tutto ovvia sul mio indicatore digitale, e del tutto insignificante.

Che cosa è l'EGT.

Anche se l'EGT indicasse con precisione la temperatura effettiva dei gas di scarico (cosa che non fa), è importante capire che questa temperatura non è correlata con la sollecitazione sul motore, come invece fa la temperatura delle teste dei cilindri. Infatti, molte grandezze (come l'anticipo elevato dell'accensione e l'alto rapporto di compressione) che provocano l'aumento della sollecitazione sul motore determinano (invece) l'abbassamento dell'EGT, mentre altre che riducono le sollecitazioni sul motore (come il ritardo dell'accensione e il basso rapporto di compressione) fanno salire l'EGT.

Ricordate che la CHT riflette, principalmente, quello che sta avvenendo nel cilindro durante la fase di combustione, quando il cilindro è sollecitato al massimo per le elevate temperature e pressioni, mentre l'EGT riflette, principalmente, quello che avviene durante la corsa di scarico, dopo che la valvola apposita si apre e il cilindro è relativamente poco sollecitato.

CHT elevate spesso indicano che il motore è sollecitato eccessivamente, il che spiega la ragione per cui è importante limitare CHT a valori tollerabili, non più di 400°F o meno, meglio 380°F. Per contro, elevate EGT non indicano che il motore è sovrasollecitato, ma semplicemente che un sacco di energia della combustione è buttata fuori dai tubi di scarico, invece di essere trasformata in energia meccanica.

Per esempio, un Cessna 182 del 1972 con un motore O-470-R fornirà, tipicamente, un'EGT di 100°F superiore a quelle lette su un Cessna 182 del 1977 con motore O-470-U. Il motore -R ha un rapporto di compressione relativamente basso di 7,0 :1, mentre il -U ce l'ha molto più elevato 8,6:1, perché è stato certificato per benzina a 100 N.O.. A causa dell'elevato rapporto di compressione, il motore -U è molto più efficiente nel trasformare l'energia del combustibile, ne perde di meno allo scarico e allora le sue EGT sono più basse, a dispetto del fatto che il motore -U è molto più sollecitato del -R.

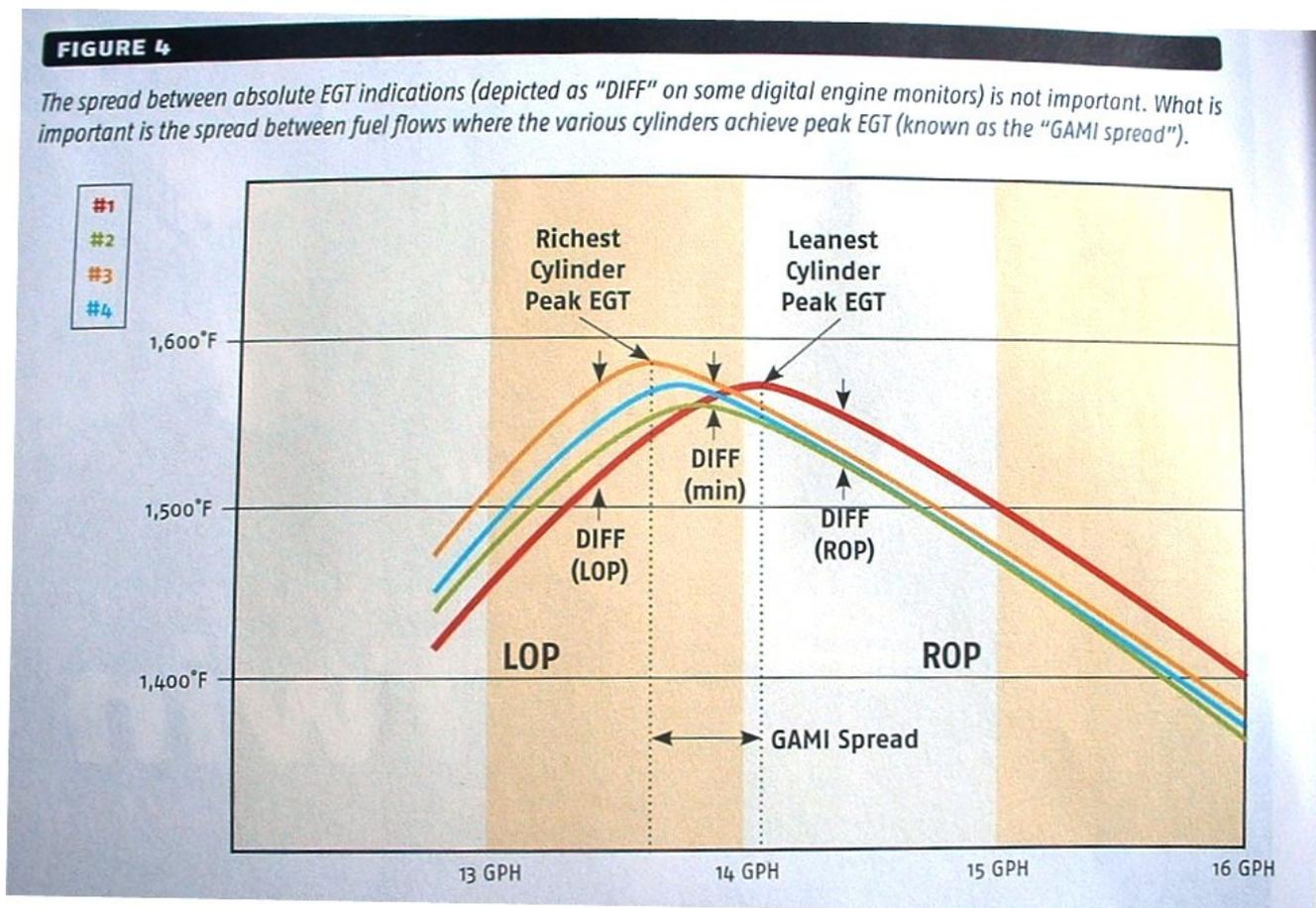
Elevate EGT non rappresentano una minaccia per la durata (del motore) come fanno, invece le elevate CHT. Perciò, limitare le EGT come tentativo di essere "gentili con il motore" è semplicemente fuorviante.

Differenza tra DIFF (LOP) e GAMI (ROP).

Immediatamente dietro alla leggenda che "EGT elevata è dannoso" c'è quella delle "EGT uguali è benefico". Molti piloti credono, erroneamente, che un grafico con i vertici piatti sul

monitor (con tutte le EGT uguali) sia indice di un motore ben bilanciato e che EGT diverse indichino qualcosa che non funziona nel motore. Questa credenza comune tende a essere avvalorata dagli strumenti di monitoraggio digitale che mostrano un "DIFF" indicante la differenza tra le indicazioni massime e minime delle EGT.

Come si capisce dall'aneddoto precedente riguardo ai cilindri frontali del mio Cessna



T310R, le differenze tra i valori assoluti di EGT sono normali e favorevoli. Non è infrequente che motori a iniezione ben bilanciati mostrino differenze di 100°F e quelli a carburatore anche di 150°F o più. Infatti, come si vede nella figura 4, le differenze di EGT sono normalmente più piccole in prossimità del picco o proprio al picco dell'EGT (punto peggiore per il funzionamento il motore), mentre sono più elevate con miscele più povere e più ricche (dove il motore funziona meglio).

L'indicatore di un motore ben bilanciato non è una differenza EGT piccola (DIFF), ma una piccola "GAMI", definita anche come differenza tra i flussi di combustibile a cui i vari cilindri raggiungono il massimo di EGT. Idealmente, potremmo leggere questa differenza come una differenza di flusso del combustibile di 0.5GPH (o 3.5PPH). L'esperienza mostra che se la differenza GAMI è molto più elevata, il motore non girerà bene con miscela LOP.

E' tutto relativo.

Al Hundere ha avuto ragione dopo tutto: l'unica cosa importante al riguardo dell'EGT è il suo valore relativo: quanto più distante sotto il picco dell'EGT e in quale direzione (per es. 100°F

ROP o 50°F LOP). I valori assoluti sono semplicemente fuorvianti ed è meglio ignorarli. Non c'è qualcosa come un massimo per l'EGT o una tacca rossa; cercare di mantenere il valore assoluto di EGT inferiore ad un particolare valore, o anche peggio impoverire la miscela verso un particolare valore di EGT, è semplicemente folle. Non fatelo. Se volete proprio affidarvi alle letture di un sistema di monitoraggio digitale, fatelo per cose importanti, come la CHT.