





Το αναπτυξιακό σύστημα που περιγράφουμε σήμερα αποτελεί μια βελτίωση των ήδη επιτυχημένων και καταξιωμένων πλακετών AVRee και PICee γνωστών από προηγούμενα τεύχη του Ελέκτορ. Βασίζεται δε στον μικροελεγκτή PIC18F452, την ναυαρχίδα της νεότερης σειράς 18F.

Από όλους τους μικροελεγκτές της σειράς PIC18F, ο PIC18F452 ξεχωρίζει για τις δυνατότητές του και την ευχρηστιά του. Είναι λοιπόν απόλυτα δικαιολογημένο που οι αναγνώστες μας ζητούσαν εδώ και καιρό να τους βρούμε μια λύση για να 'μεταφέρουν' τις παλιές εφαρμογές τους από τους γηραιούς PIC16F84 / 877 στον PIC18F452.

Η αίτηση αυτή έγινε κατανοητή από το συντακτικό επιτελείο του Ελέκτορ. Έτσι, σε (σχετικά) λίγο χρόνο σχεδίασε την πλακέτα PIC18Flash, που όπως θα διαπιστώσετε και εσείς, υπερκαλύπτει τις δυνατότητες όλων των προηγούμενων πλακετών. Μια σύντομη ματιά στη φωτογραφία της αρκεί για να ξεχωρίσουμε τη μονάδα παραγωγής σήματος χρονισμού, τα ενδεικτικά LED μαζί με τους πιεστικούς διακόπτες, τη διασύνδεση οθόνης LCD 2x20 χαρακτήρων, τη θύρα RS232 και τους απαραίτητους σταθεροποιητές τροφοδοσίας. Εκτός όμως από τις παραπάνω επιμέρους μονάδες, που τις συναντούμε σε οποιοδήποτε σύστημα μικροελεγκτή, η πλακέτα PIC18Flash έχει να επιδείξει και μερικά ακόμα ενδιαφέροντα προσόντα, όπως:

- κυκλώματα υποστήριξης προγραμματισμού της μνήμης Flash πάνω στην πλακέτα (ICSP, In-Circuit Serial Programming)
- εξόδους με υψηλή παροχή ρεύματος κατάλληλες για την οδήγηση ισχυρών φορτίων (σωληνοειδών, κινητήρων συνεχούς ρεύματος, θηματικών, κλπ)
- σήματα υποστήριξης του λογισμικού αποσφαλμάτωσης ICD-2

Επιπρόσθετα, το υλικό μέρος της πλακέτας είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να ανταποκρίνεται πλήρως στις απαιτήσεις του λογισμικού ανάπτυξης εφαρμογών MPLAB. Το ίδιο εύκολα μπορείτε να γράψετε προγράμματα γλώσσας C και να μεταφέρετε κατόπιν τον αντικειμενικό τους κώδικα στη μνήμη Flash του μικροελεγκτή. Η έκδοση επίδειξης του 'C18', ενός ισχυρού μεταγλωττιστή γλώσσας C, είναι ίσως η απλούστερη που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε χωρίς να χρειαστεί να ξοδέψετε χρήματα. Το εύρος των εφαρμογών ενός μεταγλωττιστή είναι εξαιρετικά μεγάλο. Όπως θα διαπιστώσετε και εσείς μετά από μια σύντομη γνωριμία μαζί του, είναι πολύ απλό να γράψετε προγράμματα για συστή-

ματα συναγερμών, οικιακούς αυτοματισμούς ή ακόμα και για ρομποτικούς βραχιόνες! Για να σας βοηθήσουμε στην προσπάθειά σας, έχουμε ήδη γράψει ένα πρόγραμμα - παράδειγμα στο οποίο φαίνεται σαφώς ο τρόπος με την οποία προσπελαύνεται κάθε ένα από τα υποσυστήματα της πλακέτας, μέσα από το περιβάλλον της γλώσσας C.

Γενικά, η πλακέτα PICFlash μαζί με το συνοδευτικό λογισμικό της μπορεί να λειτουργήσει σαν ένα θαυμάσιο εκπαιδευτικό εργαλείο κατάλληλο για κάθε επίπεδο χρήστη. Είναι βέβαιο πως τόσο ο αρχάριος όσο και ο προχωρημένος αναγνώστης θα καταφέρουν να μάθουν πολλά από τον τόσο ενδιαφέροντα κόσμο των μικροελεγκτών.

### Περιγραφή κυκλώματος

Το διάγραμμα της πλακέτας φαίνεται στο **σχ. 1**. Τα περισσότερα από τα μέρη του είναι μάλλον γνώριμα στους αναγνώστες μας, αφού αποτελούν πλέον τυπικές μονάδες όλων των αναπτυξιακών συστημάτων. Σίγουρα όλοι είναι σε θέση να κατανοήσουν τη σημασία των σταθεροποιητών της σειράς 78xx (IC1, IC2, IC9) ή του εξ ίσου συνηθισμένου MAX232 (IC5).

Αλλά και ο ίδιος ο μικροελεγκτής δεν έχει να επιδείξει κάτι διαφορετικό απ' ότι γνωρίζουμε. Εξάφραση, ίσως, αποτελεί ο κρύσταλλος των 32,768 KHz (X1) ο οποίος τοποθετήθηκε για να εξυπηρετήσει τις εφαρμογές μέτρησης πραγματικού χρόνου. Φυσικά, στις εφαρμογές αυτές θα μπορούσε κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί και ο βασικός κρύσταλλος χρονισμού των 4 MHz (X2) αλλά για ποιον λόγο να γράφουμε πολύπλοκες ρουτίνες όταν η προσθήκη ενός φθηνού κρυστάλλου κάνει τη ζωή μας ευκολότερη; Ο ίδιος ο κρύσταλλος X2 εξασφαλίζει στον μικροελεγκτή υπολογιστική ισχύς 1 MIPS, που για όσους δεν φαίνεται αρκετή μπορεί να τετραπλασιαστεί (4 MIPS) ενεργοποιώντας, μέσω κώδικα, το PLL πολλαπλασιασμού συχνότητας που βρίσκεται και αυτό μέσα στον PIC18F. Με τη βοήθειά του, η συχνότητα χρονισμού πολλαπλασιάζεται κατά τέσσερις φορές (4x) κάνοντας το μικροελεγκτή να 'τρέχει' στα 16 MHz. Αλλά τα όρια είναι ακόμα μεγαλύτερα. Ένας κρύσταλλος 10 MHz σε συνδυασμό με το παραπάνω PLL αυξάνει την ισχύ στα 10 MIPS που σίγουρα είναι αρκετή και

για τις πιο απαιτητικές εφαρμογές.

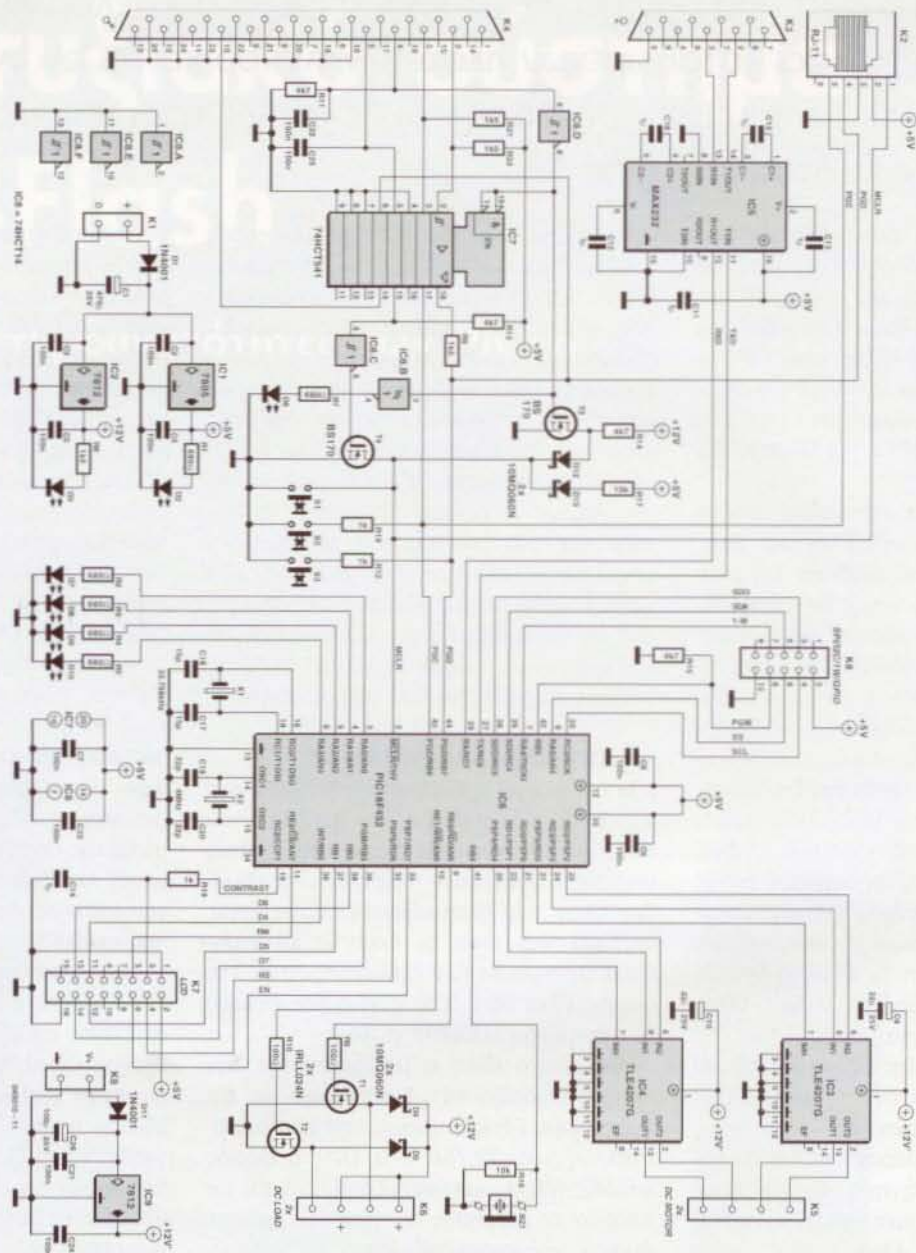
Ο λόγος όμως που προτιμήσαμε τα 4 MHz έχει αλλού την αιτία του. Με ένα τέτοιο κρύσταλλο το ενσωματωμένο UART μπορεί να εργάζεται σε όλους τους τυποποιημένους ρυθμούς μετάδοσης ξεκινώντας από τα 1,2 Kbps για να καταλήξει στα 76,8 Kbps με ακρίβεια καλύτερη του 0,16%.

Για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ της πλακέτας και άλλων εξωτερικών περιφερειακών προτείνεται η χρήση των σημάτων των διαύλων SPI και I<sup>2</sup>C, ενώ για την επικοινωνία με (οποιοδήποτε) PC τα σήματα RS232. Όλα τα σήματα της πρώτης κατηγορίας οδηγούνται στο συνδετήρα K8, απ' όπου εύκολα μπορούν να αξιοποιηθούν. Τα δεύτερα καταλήγουν στο MAX232 και από εκεί στο συνδετήρα Sub D των 9 ακίδων. Σημειώνουμε ότι στον K8 οδηγείται μια ακόμα ακίδα του μικροελεγκτή, η I<sup>W</sup>, μέσω της οποίας μπορούν να υλοποιηθούν μέσω λογισμικού επιπλέον πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως π.χ. το Μονοσύρματο πρωτόκολλο της Dallas Semiconductor.

Για να μπορέσετε να αξιοποιήσετε άμεσα την πλακέτα, βλέποντας ιδίως όμμασι την εκτέλεση εφαρμογών αυτοματισμού, την έχουμε εξοπλίσει με ένα σύνολο ολοκληρωμένων ικανών να επαυξάνουν το ρεύμα εξόδου ορισμένων ακίδων του μικροελεγκτή. Τα δύο TLE4207 (IC3, IC4) της Infineon περιέχουν στο εσωτερικό τους από μια γέφυρα Η ικανή να καθορίσει τη φορά περιστροφής ενός μικρού κινητήρα συνεχούς ή, αν χρησιμοποιηθούν και οι δύο γέφυρες μαζί, την περιστροφή ενός συνηθισμένου θηματικού κινητήρα. Τα MOSFET τύπου IRL024 (T1, T2) κάνουν και αυτά την ίδια δουλειά επιτρέποντας τη σύνδεση 'βαριών' ωμικών ή επαγωγικών φορτίων στις ακίδες του συνδετήρα K6. Δοκιμάστε λοιπόν να ανάψετε λάμπες ή να μαγνητίσετε σωληνοειδή μέσω του λογισμικού και θα δείτε πως γίνεται με τις ίδιες απλές εντολές που ήδη χρησιμοποιείτε για το άναμμα ενός LED.

Από τη σχεδίαση δεν θα μπορούσε να λείπει και η τυποποιημένη σειρά ακίδων μέσω της οποίας οδηγούνται όλες οι συνηθισμένες αφαριθμητικές οθόνες υγρών κρυστάλλων. Στον K7 καταλήγει η γνωστή τριάδα σημάτων ελέγχου (E, RS, R/W) μαζί με τέσσερις ακόμα γραμμές μέσω των





Σχ. 1. Το κυκλωματικό διάγραμμα του συστήματος μοιάζει σε πολλά σημεία με άλλα παρόμοια της κατηγορίας του.

οποίων μεταφέρονται τα δεδομένα σε ομάδες των τεσσάρων ψηφίων (D0 - D3). Αυτό που κάνει εντύπωση στην παρούσα σχεδίαση είναι η δυνατότητα ρύθμισης της αντίθεσης της οθόνης μέσω ενός σήματος PWM που παράγει ο ίδιος ο μικροελεγκτής.

Τέλος, για την εύκολη αποσφαλμάτωση των εκτελούμενων προγραμμάτων σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιούνται τα σήματα που καταλήγουν στο συνδετήρα RJ-11 (K2). Φυσικά, για την αποσφαλμάτωση δεν αρκεί μόνο ένας συνδετήρας. Θα χρειαστείτε και το πρόγραμμα ICD-2 που παρέχει η Microchip. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονίσουμε πως το ICD-2 δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ποτέ την ίδια στιγμή που επιχειρείται ο προγραμματισμός της μνήμης του μικρο-

ελεγκτή πάνω στην πλακέτα (λειτουργία κυκλώματος MTSP). Περισσότερα όμως γι' αυτά στη συνέχεια.

### Ο προγραμματιστής MTSP

Ένα από τα πιο ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά της πλακέτας PICFlash είναι και η ικανότητά της να εγγράφει τον μικροελεγκτή χωρίς να χρειάζεται να καταφύγει σε συσκευές τρίτων. Η ικανότητα αυτή, χωρίς αμφιβολία, 'λύνει τα χέρια' σε όσους στερούνται των ειδικών συσκευών προγραμματισμού ολοκληρωμένων. Προτού όμως δούμε πως γίνεται αυτό ας κάνουμε μια σύντομη ιστορική αναδρομή.

Η πρώτη προσπάθεια εγγραφής των PIC16F πάνω στην πλακέτα έγινε το 1996.

Την εποχή εκείνη δημοσιεύθηκαν τα θεωρητικά διαγράμματα αλλά και το λογισμικό υποστήριξης μιας εφαρμογής που αξιοποιώντας την παράλληλη θύρα των PC κατάφερνε να κάνει δυνατό το μέχρι τότε αδύνατο. Η σχεδίαση άκουγε στο όνομα 'Tait Classic' και υπογραφόταν από τον David Tait. Από τότε μέχρι τώρα κυκλοφόρησαν πολλές παραλλαγές του λογισμικού υποστήριξης που όλες όμως βασιζόνταν στον ίδιο πυρήνα.

Η πρώτη μας σκέψη ήταν να χρησιμοποιήσουμε την παραπάνω σχεδίαση και στη δική μας πλακέτα. Σχεδόν αμέσως όμως, διαπιστώσαμε δισεπίλυτες ασυμβατότητες. Υποχρεωθήκαμε λοιπόν, εκ των πραγμάτων, να τροποποιήσουμε την αρχική σχε-



δίαση προσαρμόζοντάς την στις ιδιαιτερότητες του PIC18F452. Το όνομα που της δώσαμε ήταν MTSP (My Tait Serial Programmer, Ο δικός μου σειριακός προγραμματιστής Tait), όπου η λέξη 'Serial' υποδηλώνει τη σειριακή εισαγωγή των δεδομένων και όχι τη χρήση της σειριακής θύρας του PC. Η χρησιμοποιούμενη θύρα εξακολουθεί να είναι ή παράλληλη.

Η βαθμίδα MTSP έπρεπε να πληρεί τα παρακάτω κριτήρια:

- υποστήριξη εγγραφής με υψηλή τάση (HVP). Η εγγραφή της μνήμης με χαμηλή τάση (LVP) υλοποιείται πολύ πιο εύκολα αλλά αν ο χρήστης θέσει, κατά λάθος, εκτός το ψηφίο ενεργοποίησης της διαδικασίας LVP, τότε η επόμενη εγγραφή της μνήμης θα πρέπει να γίνει υποχρεωτικά σύμφωνα με τις τακτικές της μεθόδου HVP.

- χρήση τυποποιημένων κυκλωμάτων διασύνδεσης, τα οποία θα ελέγχονται από ένα ευρέως διαδεδομένο λογισμικό. Η βαθμίδα MTSP βασίζεται στο τυπικό κύκλωμα της εφαρμογής 'Tait Classic' ή 'Tait Serial' το οποίο ελέγχεται από το δωρεάν διανεμόμενο πρόγραμμα 'IC-Prog'.

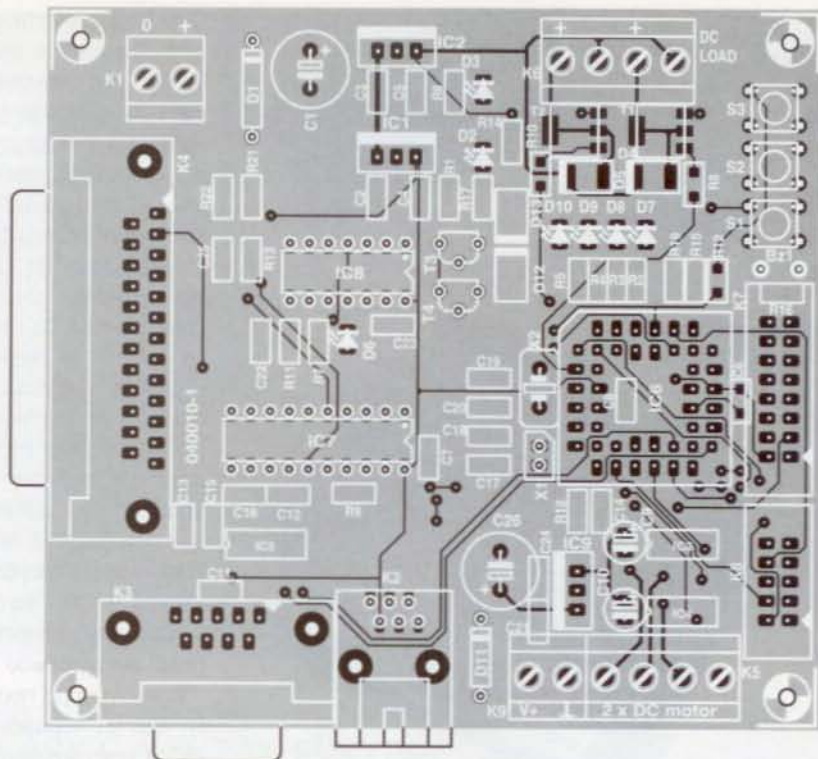
- παραμονή εντός του κυκλώματος του μικροελεγκτή χωρίς να παρενοχλεί τη λειτουργία των ακίδων που κάτω από συνθήκες προγραμματισμού χρησιμοποιούνται για την εγγραφή της μνήμης. Το κύκλωμα MTSP επιτυγχάνει τα παραπάνω οδηγώντας την ακίδα PGD/PGC σε υψηλή αντίσταση αφήνοντας ταυτόχρονα την MCLR να 'ανεβεί' σε υψηλή στάθμη. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται και η απρόσκοπτη λειτουργία της διαδικασίας αποσφαλμάτωσης (πρόγραμμα ICD-2).

Η προσέλαση της βαθμίδας MTSP από τον PC επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός συνηθισμένου καλωδίου επέκτασης παράλληλης θύρας.

## Η συναρμολόγηση της πλακέτας

Η πλακέτα που φιλοξενεί το κύκλωμα του αναπτυξιακού συστήματος φαίνεται στο σχ. 2. Επειδή στόχος των σχεδιαστών ήταν να κρατηθούν οι διαστάσεις της όσο το δυνατόν πιο μικρές, πολλά από τα εξαρτήματά της είναι τύπου SMD. Όσα από αυτά ανήκουν στην παραπάνω κατηγορία είναι συσκευασμένα σε θήκες 1206 και μπορούν να κολληθούν / αποκολληθούν με τη βοήθεια μιας μικρής τσιμπιδας και ενός κολλητηριού με λεπτή μύτη. Την πλακέτα, που είναι διπλής όψης με επιμεταλλωμένες οπές, μπορείτε να την παραγγείλετε στα γραφεία του περιοδικού χρησιμοποιώντας τον κωδικό 040010-1.

Για τη συναρμολόγησή της είναι σκόπιμο να ακολουθήσετε τις παρακάτω οδηγίες:



Σχ. 2. Η τοποθέτηση των υλικών πάνω στην πλακέτα. Η πλακέτα είναι διπλής όψης με επιμεταλλωμένες οπές (κωδικός παραγγελίας: 040010-1).

## Κατάλογος υλικών

### Αντιστάσεις:

Όλες οι αντιστάσεις είναι SMD, με τύπο θήκης 1206  
 R1-R5, R7 = 680Ω  
 R6, R9, R21, R22 = 1,5KΩ  
 R8, R10 = 100Ω  
 R11, R13, R14, R15 = 4,7KΩ  
 R12, R18, R19, R20 = 1KΩ  
 R16, R17 = 10KΩ

### Πυκνωτές:

Όλοι οι πυκνωτές είναι SMD με τύπο θήκης 1206 εκτός και αν σημειώνεται διαφορετικά  
 C1 = 470μF 25V κατακόρυφος  
 C2-C8, C21-C25 = 100nF  
 C9, C10 = 22μF 25V κατακόρυφος  
 C11-C16 = 1μF  
 C17, C18 = 15pF  
 C19, C20 = 22pF  
 C26 = 470μF 25V κατακόρυφος

### Ημιαγωγοί:

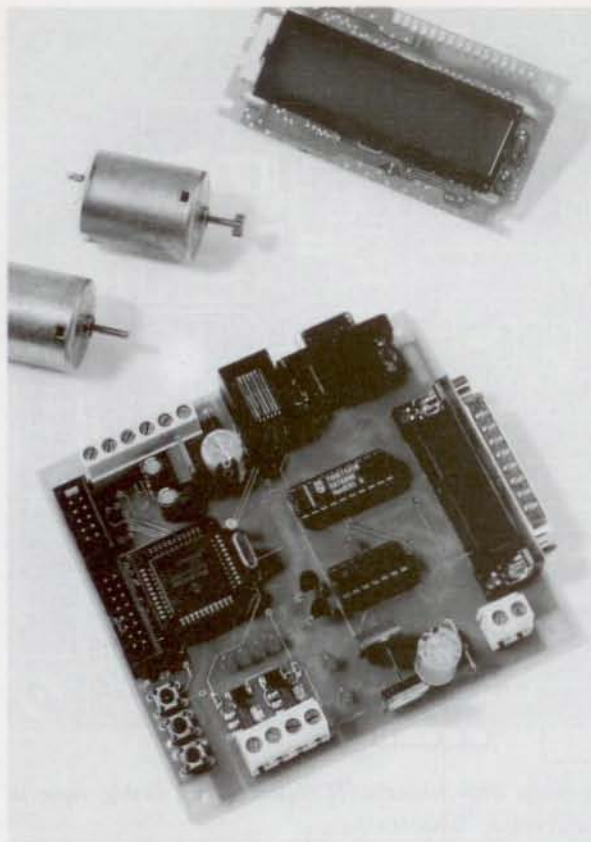
D1, D11 = 1N4001  
 D2, D3, D6-D10 = LED  
 D4, D5, D12, D13 = 10MQ060N  
 T1, T2 = IRL024N  
 T3, T4 = BS170  
 IC1 = 7805  
 IC2, IC9 = 7812  
 IC3, IC4 = TLE4207G

IC5 = MAX232ACSE (θήκη SMD)  
 IC6 = PIC18F452-I/L  
 IC7 = 74HCT541  
 IC8 = 74HCT14

### Διάφορα:

K1, K9 = διπλή κλέμα κατάλληλη για πλακέτα, με απόσταση ακίδων 5 mm  
 K2 = συνδετήρας RJ-11 έξι επαφών κατάλληλος για πλακέτα  
 K3 = θηλυκός συνδετήρας sub-D 9 επαφών με γωνιασμένες ακίδες κατάλληλος για πλακέτα  
 K4 = αρσενικός συνδετήρας sub-D 25 επαφών με γωνιασμένες ακίδες κατάλληλος για πλακέτα  
 K5, K6 = τετραπλή κλέμα κατάλληλη για πλακέτα, με απόσταση ακίδων 5 mm (ή δύο κλέμες των δύο επαφών)  
 K7 = διπλή σειρά 2 x 8 ακίδων με πλαίσιο  
 K8 = διπλή σειρά 2 x 5 ακίδων με πλαίσιο  
 S1, S2, S3 = μικροσκοπικός πιεστικός διακόπτης μιας επαφής κανονικά ανοικτής, π.χ. DTS61K (6 x 6 mm)  
 BZ1 = βομβητής AC  
 X1 = κρύσταλλος 32,768 kHz  
 X2 = κρύσταλλος 4 MHz  
 Βάση PLCC 44 ακίδων για το IC6  
 Βάση DIL 20 ακίδων για το IC7  
 Βάση DIL 14 ακίδων για το IC8  
 Πλακέτα, κωδικός παραγγελίας: 040010-1  
 Λογισμικό σε δισκέτα, βοηθητικά προγράμματα, κωδικός παραγγελίας: 040010-11 ή από το Free Download





Σχ. 3. Μια συναρμολογημένη και δοκιμασμένη πλακέτα PIC18Flash.

ή εμφανίζουν στην οθόνη LCD ένα μήνυμα του είδους 'Hello World'. Για τη συγκεκριμένη εφαρμογή προτιμήσαμε, κατ' αρχήν, την πρώτη προσέγγιση. Ο ρυθμός που αναβοσβήνει ένα από τα LED μας επιτρέπει να συμπεράνουμε πως ο μικροελεγκτής τροφοδοτείται κανονικά, πως η CPU του είναι σε θέση να εκτελεί κώδικα και ότι η συχνότητα του σήματος χρονισμού είναι η σωστή. Το διαγνωστικό μας πρόγραμμα δεν σταματά όμως εκεί. Οι αμέσως επόμενες γραμμές του κώδικα 'δοκιμάζουν' τη σειριακή θύρα, το πιεζοηλεκτρικό μεγάφωνο, την οθόνη LCD, τα MOSFET ισχύος, τις γέφυρες Η και το ρολόι πραγματικού χρόνου.

Το πρόγραμμα που κάνει πράξη όλα τα παραπάνω είναι το PIC18flash.asm (πηγαία μορφή) ή το αντίστοιχο PIC18flash.hex (δεκαεξαδική μορφή). Για να το εκτελέσετε θα πρέπει πρώτα

να το 'ανεβάσετε' στη μνήμη του μικροελεγκτή χρησιμοποιώντας την εφαρμογή IC-Prog. Ας δούμε πως γίνεται αυτό.

### Η εφαρμογή IC-Prog

Επισκεφθείτε το δικτυακό τόπο [www.icprog.com](http://www.icprog.com) και 'κατεβάστε' τα αρχεία [icprog105c.zip](#) και [icprog\\_driver.zip](#). Αποσυμπίεστε τα και αποθηκεύστε σε ένα φάκελο τα [icprog.exe](#) και [icprog.sys](#) που βρίσκονται μέσα σε αυτά.

Στη συνέχεια, αν έχετε φορτωμένο τον υπολογιστή σας με Windows 2000 ή με Windows XP, θα πρέπει να του ζητήσετε να επιτρέψει στο [icprog](#) να προσπελαύνει την παράλληλη θύρα. Κάντε δεξί κλικ πάνω στο εικονίδιο του [icprog](#) και αμέσως μετά κάντε το ίδιο στις 'Ιδιότητες' (Properties). Επιλέξτε την καρτέλα 'Συμβατότητα' (Compatibility) και τσεκάρτε το κουτάκι αριστερά από τη φράση 'Εκτέλεση το προγράμματος σε λειτουργία Συμβατότητας για' (Run this program in compatibility mode for:). Στο αναδιπλούμενο μενού που ανοίγει από κάτω επιλέξτε 'Windows 2000' (σχ. 4).

Πιέστε 'OK' και 'τρέξτε' το [icprog.exe](#). Το παράθυρο που ανοίγει σας ζητάει κάποια στοιχεία απαραίτητα για την ρύθμιση του προγράμματος (βλ. σχ. 5).

Επιλέξτε Settings/Options/Misc και τσεκάρτε την επιλογή 'Enable NT/2000/XP Driver'. Ορίστε κατόπιν την προτεραιότητα εκτέλεσης (Process Priority) σε Υψηλή (High).

Στη συνέχεια κάνετε κλικ στο 'Yes' για να εγκαταστήσετε το πρόγραμμα - οδηγό [icprog\\_driver.sys](#). Μόλις ανοίξει το σχετικό παράθυρο, ορίστε στο μενού επιλογής μικροελεγκτή τον PIC18F452 (σχ. 6)

### Εγγραφή τη μνήμης με το διαγνωστικό λογισμικό μέσω του IC-Prog

'Κατεβάστε' από το Free Download του Ελέκτορ το αρχείο 040010-11.zip και αποσυμπίεστε το περιεχόμενο του σε ένα φάκελο του σκληρού δίσκου σας.

Συνδέστε με ένα καλώδιο επέκτασης παράλληλης θύρας τον υπολογιστή σας με την πλακέτα (συνδετήρας K4) και 'τρέξτε' το IC-Prog. Επιλέξτε File/Open File/Pic18flash.hex και αμέσως μετά Command/Program All. Αρχίζει αμέσως η μεταφορά και εγγραφή του δεκαεξαδικού αρχείου στη μνήμη του μικροελεγκτή. Μόλις ολοκληρωθεί η εγγραφή/επαλήθευση αρχίζει αυτόματα η εκτέλεσή του, διεκπεραιώνοντας μια σειρά ελέγχων και δοκιμών.

Κάθε μια δοκιμή δηλώνεται με την εμφάνιση του σχετικού μηνύματος στην οθόνη LCD. Οι πραγματοποιούμενες δοκιμές είναι οι εξής:

- Δοκιμή της οθόνης LCD. Εμφανίζει δεδομένα πάνω στην οθόνη.
- Δοκιμή μεγάφωνου. Παράγεται μια σειρά από ήχους συγκεκριμένων συχνοτήτων.
- Δοκιμή LED. Τα LED της πλακέτας ανάβουν διαδοχικά.
- Δοκιμή φορτίων. Τροφοδοτούνται φορτία ονομαστικής τάσης 12 V συνδεδεμένα στις επαφές του συνδετήρα K6.
- Δοκιμή γεφυρών Η. Τροφοδοτούνται δύο κινητήρες συνεχούς +12 V συνδεδεμένοι στις επαφές του K5. Η φορά κίνησης τους εναλλάσσεται συνεχώς.
- Δοκιμή επικοινωνίας μέσω RS232. Εκπέμπονται από τη σειριακή θύρα της πλακέτας (K3) χαρακτήρες με ρυθμό 9600.N.8.1. Συνδέοντας τη θύρα αυτή στην αντίστοιχη ενός PC μπορούμε να δούμε τους χαρακτήρες αυτούς μέσω του HyperTerminal ή οποιουδήποτε άλλου προγράμματος προσομοίωσης τερματικού.
- Δοκιμή Ρολογιού Πραγματικού Χρόνου. Ελέγχει τη συχνότητα του κρυστάλλου X1. Επιτρέπει τη ρύθμιση των ωρών και των λεπτών μέσω των πιεστικών διακοπών.

### Μεταγλωττίζοντας το διαγνωστικό πρόγραμμα μέσω των MPLAB / C18

Το διαγνωστικό πρόγραμμα, εκτός από τον προφανή λόγο ύπαρξής του, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν πρόγραμμα ανα-

- κολλήστε πρώτα τα εξαρτήματα που αφορούν την τροφοδοσία χωρίς να παραλείψετε τα ενδεικτικά LED D2 και D3. Επιβεβαιώστε την ύπαρξη των +5 και +12 V (LED αναμμένα)

- συνεχίστε κολλώντας όλους τους πυκνωτές και αντιστάσεις SMD και τα υπόλοιπα LED.

- κολλήστε τα ολοκληρωμένα με θήκη Small Outline

- προχωρήστε τοποθετώντας και κολλώντας τα υπόλοιπα συμβατικά εξαρτήματα. Για τα 74HC541 και 74HC14 θα σας προτείναμε να χρησιμοποιήσετε βάσεις.

Από τη στιγμή που ολοκληρώσετε τη συναρμολόγηση το επόμενο που έχετε να κάνετε είναι η εφαρμογή τάσης +15 V στο συνδετήρα K1. Αν όλα έχουν τοποθετηθεί σωστά, η πλακέτα θα πρέπει να απορροφά ρεύμα ίσο με 50 mA περίπου. Διακόψτε την παροχή, τοποθετήστε την αφαριθμητική οθόνη LCD και ετοιμαστείτε για το προγραμματισμό του μικροελεγκτή.

### Το λογισμικό δοκιμών

Ο έλεγχος της καλής λειτουργίας μιας πλακέτας μικροελεγκτή επιτελείται πάντα με τη βοήθεια μικρών διαγνωστικών προγραμμάτων. Τις περισσότερες φορές τα προγράμματα αυτά αναβοσβήνουν ένα LED



## Χαρακτηριστικά του PIC18F452

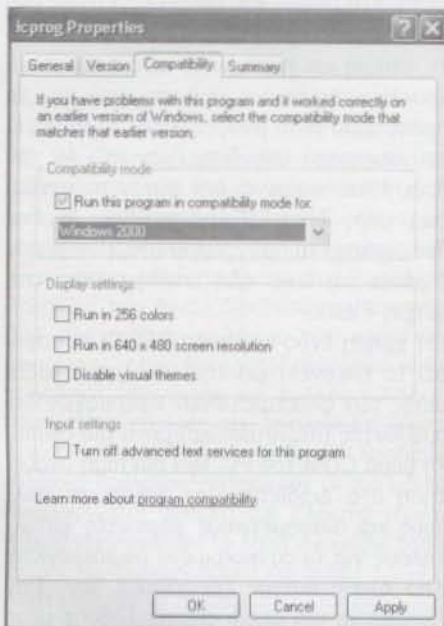
Ο PIC18F452 έχει ίδια διάταξη ακίδων με τον εξ ίσου 'δυνατό' αλλά παλαιότερο μικροελεγκτή PIC16F877. Για το λόγο αυτό μπορεί να θεωρηθεί σαν άμεσος αντικαταστάτης του. Υπερέχει όμως από αυτόν σε πολλά σημεία λόγω των αυξημένων δυνατοτήτων και της απόδοσής του. Τα κύρια χαρακτηριστικά του, εν συντομία, είναι τα εξής:

- Αρχιτεκτονική Harvard με υψηλής απόδοσης CPU τύπου RISC βελτιστοποιημένη για χρήση με μεταγλωττιστές γλώσσας C
- Γραμμικά προσπελάσιμη μνήμη προγράμματος και δεδομένων
- Μνήμη ROM 32 Kbyte τύπου Flash, RAM

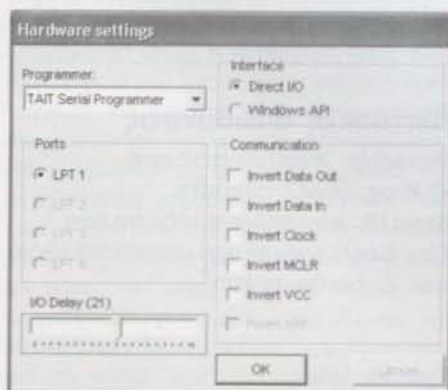
1536 byte, EEPROM 256 byte

- Ισχύς 10 MIPS στα 40 MHz
- Ρεπερτόριο εντολών 16 ψηφίων με εύρος δεδομένων 8 ψηφίων
- 4 ανεξάρτητοι χρονιστές (Timer0, 1, 2 και 3)
- Ακίδες I/O με δυνατότητα απορρόφησης / παροχής ρεύματος 25 mA
- 3 ακίδες διακοπής
- 2 βαθμίδες Σύλληψης / Σύγκρισης και Διαμόρφωσης Διάρκειας Παλμών (PWM)
- Σύγχρονη σειριακή θύρα (MSSP) ικανή να υποστηρίζει σήματα των διαύλων SPI και I2C
- Ενσωματωμένο USART για υλοποίηση θυρών RS232 και RS485
- Εξαρτώμενη Παράλληλη Θύρα (PSP)
- Μετατροπείας Αναλογικού σήματος σε Ψηφιακό ακριβείας 10 ψηφίων
- Προγραμματιζόμενος ανιχνευτής πτώσης τάσης και παραγωγής σήματος εκκίνησης

- Μνήμη Flash με δυνατότητα 100.000 εγγραφών / διαγραφών
- Μνήμη EEPROM με δυνατότητα 1.000.000 εγγραφών / διαγραφών
- Διατήρηση των δεδομένων στην EEPROM για περισσότερο από 40 χρόνια
- Δυνατότητα αυτο-προγραμματισμού και ασφάλειας του αποθηκευμένου κώδικα
- Κυκλώματα παραγωγής σήματος εκκίνησης κατά την τροφοδότηση (ταλαντωτής και χρονιστής εκκίνησης)
- Δυνατότητα οδήγησης σε κατάσταση αδράνειας με εξαιρετικά μικρή κατανάλωση
- PLL τετραπλασιασμού της συχνότητας του εξωτερικού κρυστάλλου χρονισμού
- Προγραμματισμός και αποσφαλμάτωση εντός κυκλώματος (ICSP και ICD αντίστοιχα)
- Ευρεία περιοχή τάσεων λειτουργίας (2,0 - 5,5 V)



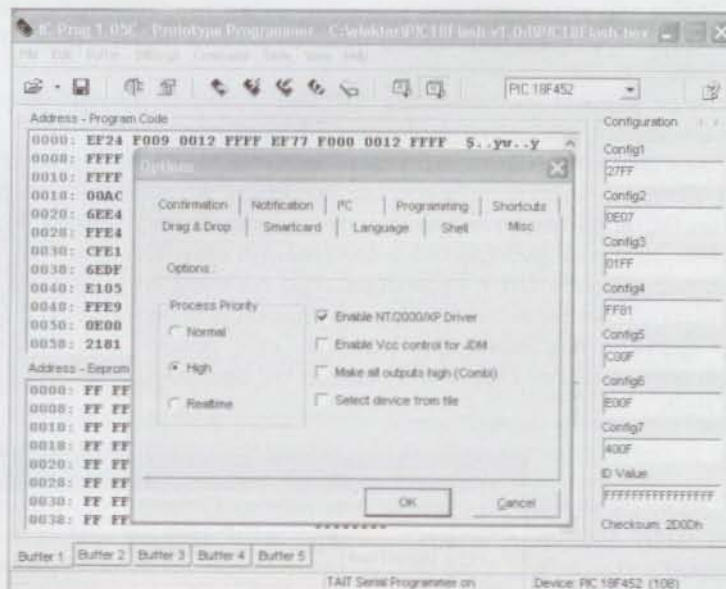
Σχ. 4. Οι Ιδιότητες του αρχείου Icprog.exe μέσα από το περιβάλλον των Windows.



Σχ. 5. Καθορισμός των παραμέτρων λειτουργίας του IC-Prog.

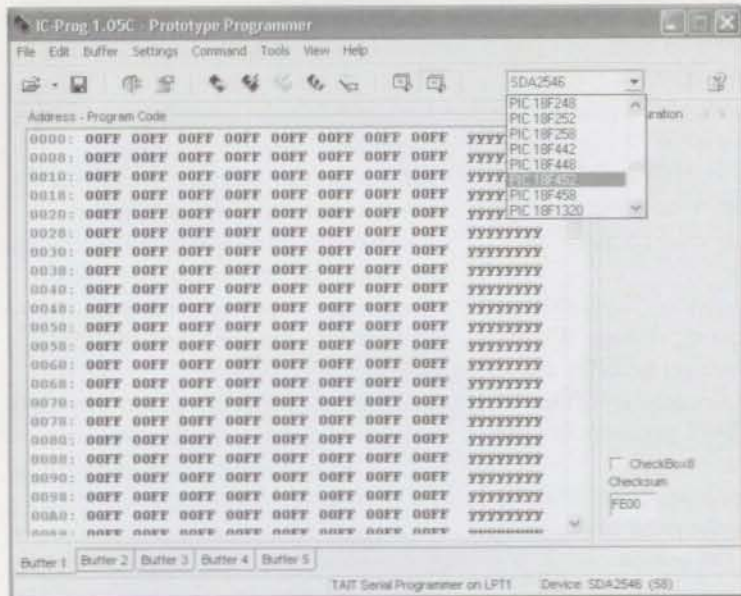
## Λίγα λόγια για τον συγγραφέα

Ο Peter Moreton, 42 ετών σήμερα, ασχολείται με τους υπολογιστές και τα ηλεκτρονικά από την εποχή που ήταν νέος. Εργάζεται για λογαριασμό διαφόρων Τραπεζικών Οργανισμών σπώνοντας δίκτυα που αγκαλιάζουν όλον τον πλανήτη. Δέχεται ευχαρίστως τα e-mail των αναγνωστών του Ελέκτορα στη διεύθυνση peter.moreton@virgin.net, ενώ υποσχέθηκε να διαθέτει αναβαθμισμένο λογισμικό για την παρούσα κατασκευή από τον δικτυακό τόπο: <http://freespace.virgin.net/peter.moreton>.



Σχ. 6. Χαρακτηριστική οθόνη του προγράμματος IC-Prog.





Σχ. 7. Η επιλογή του μικροελεγκτή που προορίζεται για εγγραφή επιτυγχάνεται μέσω ενός αναδιπλούμενου μενού.

φοράς για πολλές άλλες εφαρμογές. Ο πηγαίος κώδικάς του είναι γραμμένος σε γλώσσα C και κατά συνέπεια είναι εύκολα επεξεργάσιμος και τροποποιήσιμος.

Προτού όμως κάνετε οτιδήποτε θα πρέπει να έχετε εγκαταστήσει την τελευταία έκδοση του MPLAB όπως επίσης και την έκδοση επίδειξης του C18. ([www.microchip.com](http://www.microchip.com)). Ξεκινήστε το MPLAB και επιλέξτε Project / Open / PIC18flash.mcp. Στο παράθυρο που ανοίγει εμφανίζεται ο πηγαίος κώδικας σε γλώσσα C. Μπορείτε τότε να τον επαυξήσετε ή γενικότερα να τον

τροποποιήσετε δημιουργώντας ένα καινούργιο αρχείο. Μόλις τελειώσετε πιέζετε το F10 και ο μεταγλωττιστής δημιουργεί αμέσως το αντίστοιχο δεκαεξαδικό (.hex) αρχείο. Μπορείτε τότε να το μεταφέρετε στην πλακέτα με τον τρόπο που έχουμε ήδη περιγράψει.

### Χρησιμοποιώντας το φορτωτή RS-232

Μέχρι στιγμής αναφερθήκαμε σε ένα μόνο τρόπο μεταφοράς του δεκαεξαδικού αρχείου στη μνήμη Flash του PIC18F452. Υπάρ-

χουν όμως περισσότεροι τρόποι, τους οποίους αξίζει να σημειώσουμε.

- μέσω της παράλληλης θύρας του PC και της διασύνδεσης MTSP
- μέσω του συνδετήρα RJ-11 (K2) και του αποσφαλματωτή ICD-2
- μέσω του φορτωτή της σειριακής θύρας RS232

Η διαδικασία που βασίζεται στον προγραμματιστή MTSP αποτελεί την πιο απλή και φθηνή λύση για την ανταλλαγή κώδικα μεταξύ της πλακέτας και του PC. Αντίθετα, η χρήση του RJ-11 προϋποθέτει τη χρήση του (μάλλον ακριβού) αποσφαλματωτή ICD-2, που όμως αν το εξετάσουμε από τη θετική του μεριά, προσφέρει δυνατότητες εντοπισμού σφαλμάτων σε πρακτικό χρόνο μέσα από το περιβάλλον του MPLAB.

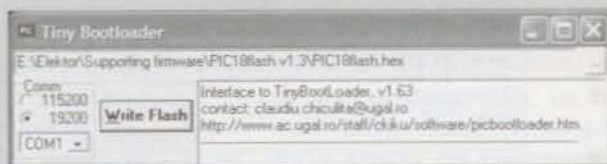
Ο φορτωτής RS232 είναι στην πραγματικότητα ένα πρόγραμμα το οποίο εγγράφεται στη μνήμη του μικροελεγκτή με ένα συνηθισμένο προγραμματιστή. Από εκείνη τη στιγμή και πέρα, κάθε φορά που ο μικροελεγκτής εκκινεί τη λειτουργία του, το πρόγραμμα αυτό αναζητά στην άλλη μεριά του σειριακού καλωδίου έναν PC. Αν τον βρει, τότε περιμένει από αυτόν το 'ανέβασμα' ενός δεκαεξαδικού αρχείου. Αν δεν βρει, εκκινεί το πρόγραμμα εφαρμογής που (πρέπει να) είναι ήδη αποθηκευμένο στη μνήμη Flash.

Η χρήση ενός φορτωτή RS232 προσφέρει το πλεονέκτημα της εύκολης αναβάθμισης των φλασαρισμένων εφαρμογών δεσμεύοντας (περιστρεφόμενα) μόνο μια σειριακή θύρα COM του PC. Μια σύντομη αναζήτηση στο Διαδίκτυο μας φανέρωσε πολλούς και διαφορετικούς φορτωτές κατάλληλους για το συγκεκριμένο μικροελεγκτή. Από όλους αυτούς ξεχωρίσαμε τον Tiny Bootloader τον οποίο συμπεριλάβαμε μέσα στο αρχείο support.zip. Αν και είναι πολύ απλός στη χρήση, παραθέτουμε μια σύντομη περιγραφή του στο ομότιτλο ένθετο. (040010-1)

## Ο φορτωτής TinyBoot

Για να μπορείτε να εγγράψετε ανά πάσα στιγμή τη μνήμη του PIC18F452 μέσω της σειριακής θύρας του υπολογιστή σας πρέπει να κάνετε τα παρακάτω:

1. 'Ανεβάστε' με τη βοήθεια του IC-Prog ή του MTSP στο μικροελεγκτή το αρχείο Tinybld18F.hex.
2. Συνδέστε με ένα καλώδιο επέκτασης 1:1 (όχι μηδενικού μόντεμ) την σειριακή θύρα του υπολογιστή σας με την αντίστοιχη της πλακέτας.
3. Τρέξτε στον υπολογιστή σας το πρόγραμμα TinybldWin.exe. Μόλις εμφανιστεί η χαρακτηριστική οθόνη του, επιλέξτε το αρχείο .hex που θέλετε να 'ανεβάσετε' στο μικροελεγκτή (π.χ. το PIC18Flash.hex). Ανοίγοντας την τροφοδοσία της πλακέτας (παραγωγή σήματος εκκίνησης) και σε λιγότερο από 5 δευτερόλεπτα κάντε κλικ στο 'Write Flash'. Κάθε φορά που τροφοδοτείτε ή εφαρμόζετε σήμα εκκίνησης στην πλακέτα,, ο φορτωτής που έχει ήδη μεταφερθεί στη μνήμη του μικροελεγκτή περιμένει για 5 δευτερόλεπτα την εμφάνιση των χαρακτηριστικών byte ενός αρχείου .hex. Αν δεν λάβει κανένα από αυτά, δίνει τον έλεγχο στον κώδικα της εφαρμογής που είναι φορτωμένος στην Flash.



Σχ. 8. Η χαρακτηριστική οθόνη του προγράμματος Tiny Bootloader.

## Δικτυακές διευθύνσεις

- Microchip:** [www.microchip.com](http://www.microchip.com)
- IC-Rrog:** [www.ic-prog.com](http://www.ic-prog.com)
- Basic18:** [www.midwest-software.com](http://www.midwest-software.com)
- Tiny Boot:** [www.ac.ugal.ro/staff/ckiku/software/picbootloader.htm](http://www.ac.ugal.ro/staff/ckiku/software/picbootloader.htm)

## Σχετικά άρθρα

'Αντίο 16F, Καλώς ήλθες 18F', Ελέκτορ, Νοέμβριος - Δεκέμβριος 2004