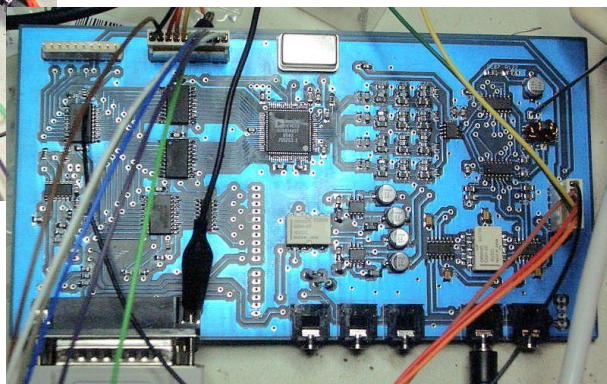
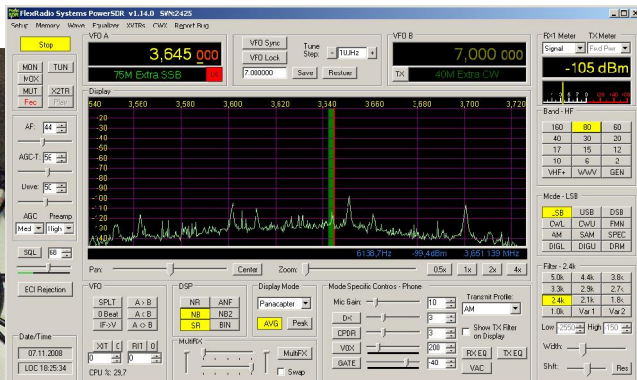
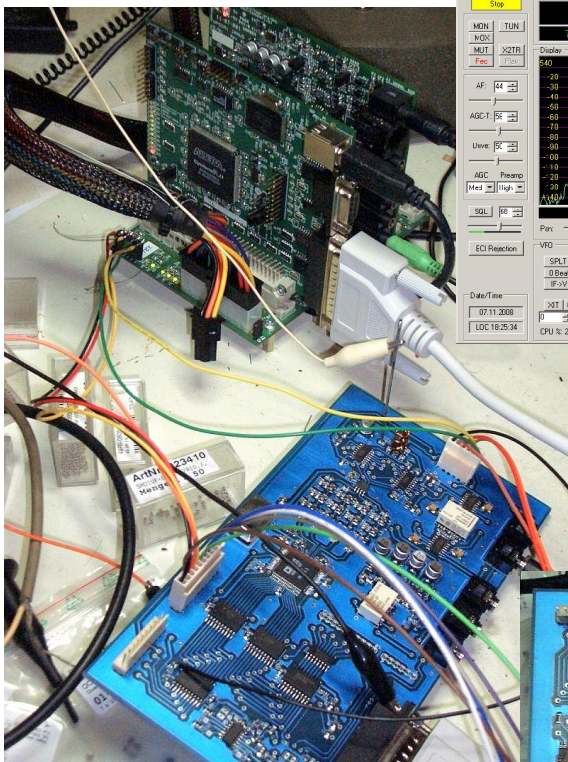


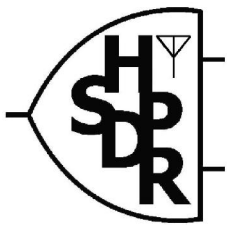
Software Defined Radio für Alle
frei nach der Artikelserie in QEX 2002 von
Gerald Youngblood, AC50G, "Software Defined Radio for the Masses"
Ein Non-Profit Projekt mit ungarisch/deutscher Beteiligung



Baumappte
HA-SDR Platinen
Hauptplatine
BPF-Platine

Graphics und Layout
Projektkoordinator

Horst Gruchow, DL6KBF
László Rusvai, DL2JTE



Kapitel 1: Vorbereitung

1.0 Vorwort

Software Defined Radio (kurz SDR) entwickelt sich immer mehr zu der Zukunftstechnik im Amateurfunk.

Seit der Einführung des Transceivers FLEX-RADIO® SDR-1000 und der Nachfolgemodelle und vor allem auch durch die Aktivitäten des SOFTROCK-Entwicklers Tony Parks, der mit einfachen Mitteln Tausende von Funkamateuren an die Technik herangeführt hat, wurden die PCs in den Funkbuden endlich von ihrem Schicksal als simples Logbuch erlöst und ihrem eigentlichen Zweck zugeführt. Die Rechenknechte bekommen jetzt durch digitale Signalverarbeitung endlich etwas zu rechnen und dümpeln nicht nur so herum.

Verschiedene Projekte weltweit befassen sich mit SDR und es gibt fertige Produkte zu kaufen. Dabei lädt gerade SDR den Funkamateur dazu ein, wieder selbst aktiv etwas zu bauen, da die Hardware relativ überschaubar aufgebaut ist.

Leider wird der oben erwähnte Transceiver FLEXRADIO® SDR-1000 nicht mehr gefertigt. Die Schaltung liegt jedoch offen durch die Veröffentlichung durch den Entwickler in der ARRL Zeitschrift QEX sowie auf dem öffentlichen Server seiner Firma FLEXRADIO®.

Deshalb haben sich in 2007 ungarische Funkamateure daran gemacht, einen eigenen Platinensatz für die Schaltung nach G.Y. zu entwickeln, in den teilweise auch auf europäische Verhältnisse abgestimmte Änderungen eingeflossen sind. Federführend hierbei war und ist László Rusvai, DL2JTE.

Herausgekommen ist ein Konzept, das sich für ca. 70 bis 130 EURO inklusive Platinen umsetzen lässt und somit für jeden Funkamateur einen qualitativ hochwertigen Einstieg in die Welt des SDR ermöglicht.

Aber nun genug der Worte, just let's have fun. Darum geht es hier.

73
Horst
DL6KBF

1.1 Physische und mentale Vorbereitung

Bevor Sie anfangen, an diesem Projekt zu bauen, prüfen Sie bitte Ihre physische und mentale Kondition. Sie sollten sich fragen, ob Sie physisch so gut 'drauf' sind, dass Sie solch ein Bauvorhaben durchführen können. Sollten Sie zu extremer Nervosität neigen, hyperaktiv sein oder sollten Ihre Hände zittern, so suchen Sie sich bitte einen anderen Tag fürs Basteln aus oder fangen Sie erst garnicht mit diesem Projekt an.

Hatten Sie Ärger mit Ihrer Frau oder mit Ihrem Chef und sind Sie immer noch wütend oder frustriert, Hände weg vom Lötkolben. Sie werden mit Sicherheit all die kleinen Bauteile überall im Shack verteilen und niemals wiederfinden.

Wie sollten Sie sein:

- bei guter Gesundheit
- in guter Stimmung
- innerlich ruhig und 'cool'
- mit Selbstvertrauen ausgestattet

Sie sollten wissen, was Sie tun!

Sie sollten mit den Grundtechniken des SMD-Lötens vertraut sein!

Kapitel 1: Vorbereitung

1.2 Arbeitsplatz-Vorbereitung

1.2.1 Arbeitstisch

Der Arbeitstisch sollte völlig aufgeräumt und sauber sein und ziemlich leer. Das erleichtert das Wiederfinden einzelner SMD-Bauteile, die möglicherweise die Pinzette fliegend verlassen haben.

1.2.2 ESD (ElectroStatic Discharge) Vorbeugung

Da die meisten hier verarbeiteten ICs sehr empfindlich gegen statische Entladung reagieren, wird empfohlen, eine ESD-Matte zu verwenden. Diese sollte zumindest mit der ESD-Entladebuchse der Lötstation verbunden sein.

Bevor Sie ein IC berühren, plazieren Sie bitte beide Hände flach auf der ESD-Matte, um sich selbst zu entladen. Alternativ können Sie auch ein ESD-Armband um ihr Handgelenk tragen, das mit der ESD-Matte verbunden ist.

Ich verwende eine preiswerte ESD-Matte der Größe 60x50 cm² (ca. 15 EUR). Sie hat eine sehr rutschfeste PVC-Oberfläche, die beim Arbeiten sehr vorteilhaft ist. Ich kann die Platinen direkt auf der Oberfläche plazieren und brauche keinen Platinenhalter o.ä. Dadurch wird das Handling der Platine sehr leicht und bequem.

1.3 Lötwerkzeuge

Dieses Projekt erfordert natürlich vernünftiges Lötwerkzeug. Vorzugsweise sollte eine temperaturgeregelte Lötstation mit mindestens 50 Watt bis 80 Watt eingesetzt werden.

- vergessen wir billige LötKolben. Sie werden meistens zu heiß.
- vergessen wir sogenannte SMD-Lötadeln. Sie arbeiten normalerweise mit ca. 8 Watt und sind somit nach meiner Erfahrung nutzlos.

Sehr wichtig:

Kaufen Sie die feinste Lötspitze für Ihr Lötwerkzeug, die Sie bekommen können. Meine hat einen Spitzendurchmesser von 0,2 mm. Damit kann man dann auch sogar die schmalsten Leiterbahnen löten.

Alternative Lötmethoden sind z.B. das Reflow-Löten oder das Löten mit Heißluft. Über diese Methoden gibt es genügend Detailinformationen im Internet in den verschiedenen Mikrocontroller-Foren oder auf einigen Amateurfunk-Seiten.

Seien Sie gewarnt:

Ich habe versucht, die HPSDR-Ozy-Platine in meinem temperaturgesteuerten Reflow-Pizzaofen zu löten und habe schlechte Erfahrungen mit Delaminieren der Platine gemacht trotz der Steuerung des Temperaturprofils.



Diese Lötstation verwende ich

1.3.1 Lötzinn

Beim Lötzinn haben Sie die Wahl zwischen bleihaltigem und bleifreiem (RoHS-konformem) Zinn. Bleihaltiges Zinn ist nach wie vor verfügbar und Sie brauchen Ihre Lötgewohnheiten nicht umzustellen.

Bleifreies Lot hat den Nachteil einer höheren Löttemperatur, an die man sich erst gewöhnen muss. Sollten Sie sich für bleifreies Lot entscheiden, so machen Sie bitte zuerst einige Lötversuche, ehe Sie sich an unser Projekt wagen.

Sehr wichtig:

Der Durchmesser des Lötzinns sollte so dünn

Kapitel 1: Vorbereitung

wie möglich sein. Ich verwende Lötzinn mit 0,3 mm und 0,5 mm Durchmesser.



Bleihaltiges Lötzinn



Bleifreies Lötzinn

1.3.2 Flussmittel

Eigentlich sind meine Erfahrungen mit Flussmitteln recht zwiespältig:

- es ist ein fantastisches Hilfsmittel beim Löten
- je nach verwendetem Flussmittel besteht die Gefahr schlechter Lötstellen und sie lassen die Platine unsauber aussehen.

Meine Erfahrung:

Am Anfang habe ich einen sog. Löthonig verwendet mit gelartiger Konsistenz. Es klebt sehr gut und ICs lassen sich gut positionieren und bleiben in Position. Aber nach dem Löten sind die Lötstellen nicht mehr gut sichtbar und lassen sich nicht richtig inspizieren. Ausserdem löst der Honig sich nicht in Isopropylalkohol und man muss zu härteren Sachen greifen.

Meine Empfehlung:

Für Platinen, deren Pads verzinnt sind, verwende ich ein wasserhelles Flussmittel, dass kein Nachreinigen erfordert. Eigentlich ist Flussmittel nur bei feinen IC-Pads erforderlich. Normale Bauteile kann man auch gut ohne Flussmittel löten..

Ich verwende einen Flussmittel-Stift wie im nächsten Bild gezeigt.



Flussmittel-Stift

1.3.3 Entlötlitze

Die braucht man in guter Qualität und in reichlicher Menge. .

Für IC Pins sollte ein kleiner Durchmesser von 0.8 mm und für normale Lötstellen eines von 1,5 mm verwendet werden.



Entlötlitze

Kapitel 1: Vorbereitung

1.4 Notwendige Werkzeuge

Neben dem LötKolben benötigt man für dieses Projekt noch einige andere spezielle Werkzeuge. Man könnte auch ohne sie auskommen, aber sie erleichtern die Arbeit ungemein und sind nicht besonders teuer. Manche sehen aus wie Zahnarzt-Werkzeuge und tatsächlich ist das auch ihre normale Bestimmung. Somit haben alle Zahnärzte unter den Lesern den großen Vorteil, dass sie ihre Werkzeuge auch zu Hause verwenden können. Aber bitte anschließend nicht mehr de Patienten damit traktieren!!!

1.4.1 Pinzetten

Das werden neben Ihrem LötKolben die Hauptwerkzeuge sein und sollten ebenfalls von hervorragender Qualität sein. Die Pinzetten sollten für SMD-Arbeiten spezialisiert sein und sollten aus Edelstahl bestehen.



Dieses Modell verwende ich

Für mich ist dieses Modell das universellste, da die Spitzen ca. 30° abgewinkelt sind und kleine Haltebacken besitzen.

Darüber hinaus sollten Sie noch eine Pinzette in spitzer Ausführung besitzen, entweder gerade oder gewinkelt.



So ähnlich sollte es aussehen

1.4.2 Zahnarzt-Werkzeuge

Wie schon weiter vorne erwähnt, sind einige dieser Werkzeuge sehr hilfreich bei der Ausrichtung von ICs, zur Reinigung der Platine und bei der Inspektion von Lötstellen. Auf Flohmärkten kann man sie oft in akzeptabler Qualität kaufen.



1.4.3 Was noch?

Meine besondere Empfehlung sind Nähmaschinen-Nadeln. Man kann auch Handnähadeln verwenden, aber Haushalts-Nähmaschinennadeln sind leichter zu bekommen.

Deshalb sollten Sie bei Ihrem nächsten Kaufhaus-Besuch diese Nadeln auf Ihre Einkaufsliste setzen. Sogenannte Microtex-Nadeln sind sehr zu empfehlen, da sie eine besonders spitze Spitze haben.

Was kann man mit ihnen anfangen?

Die Nadeln haben eine Nickeloberfläche und lassen sich deshalb löten. Man kann also einen Draht anlöten und sie als Testspitzen einsetzen.

Zusammen mit einem Multimeter mit Durchgangstester kann man jeden einzelnen Pin auch feinsten ICs antasten und auf Durchgang zur Leiterbahn prüfen. Die Spitze der Nadel kann leicht durch den Lötstopplack auf die Leiterbahn durchdringen.

Nadeln sind vielseitige und preiswerte Werkzeuge und deshalb liebe ich sie (auch, weil mein Arbeitgeber sie herstellt, hi).

Sollte die Spitze verschlissen sein, einfach neue nehmen.

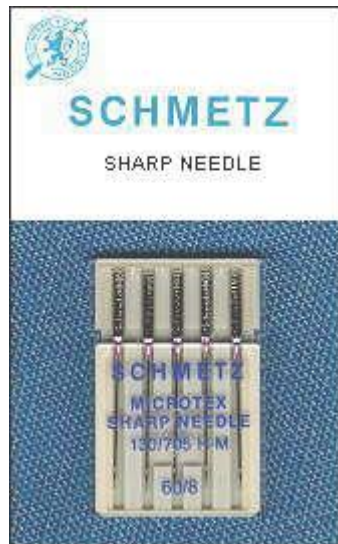
Kapitel 1: Vorbereitung

1.5 Das Letzte und Wichtigste

Gute Sicht

Meine Augen sind nicht sehr gut, denn ich bin stark kurzsichtig (fast -6 Dioptrien). Deshalb nehme ich beim Arbeiten an SMD-Platinen meine Kontaktlinsen heraus, ziehe eine Schutzbrille an und stecke meine Nase sozusagen auf die Platine. Auf diese Weise habe ich eine gute und klare Sicht auf alle Details der Leiterplatte.

Für ganz feine ICs reicht das aber nicht. Deshalb sollte auf jeden Fall eine starke Lupe mit mindestens 5-facher Vergrößerung vorhanden sein.



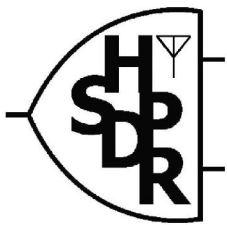
Eine stärkere Vergrößerung ist nicht zweckmässig, da dann kein ausreichender Arbeitsabstand zur Platine mehr vorhanden ist.

Das beste Werkzeug ist ein Mikroskop mit 10-facher Vergrößerung oder mit Zoom-Objektiv.. Hier ein Bild meines Mikroskops:



Das habe ich sehr günstig gebraucht im Internet ersteigert und es ist das beste Werkzeug, das ich je gekauft habe. Damit kann ich Vergrößerungen von 10x, 20x und 35x einstellen und es hat einen Arbeitsabstand von 160 mm bei 10-facher Vergrößerung. Man kann also bequem darunter löten.

Die technischen Daten kann man hier einsehen: <http://www.euromex.nl>.



Kapitel 1: Vorbereitung

1.5 SMD-Löttechnik

Im Internet finden sich verschiedene Seiten mit Informationen darüber, wie man ICs mit feinem Beinchen-Abstand lötet.

Eine gute Informationsquelle ist

<http://www.solder.net> (in Englisch)

Dort gibt es von Zeit zu Zeit einige Trainingsvideos, die man sich herunterladen kann.

Man kann auch gut an alten Computer-Platinen trainieren, um sich SMD-Lötfertigkeiten anzueignen.

Aber ich bin mir sicher, dass jeder, der den HASDR-Platinensatz bestellt hat, sich vorher klar gemacht hat, dass dieses ein etwas anspruchsvolleres Bastelprojekt ist.

Und nun wollen wir endlich loslegen.

**Genug Vorbereitung.
Heizen wir den LötKolben an
und
legen wir los.**

Kapitel 2: Wie fängt man an?

2.1 Ordnung ist die halbe Miete

Eine kleine Statistik, die ich erstellt habe, besagt, dass Sie jetzt vor 202 Bauteilen, zwei Platinen und einigen Steckverbindern und Buchsen sitzen und ca. 750 Lötverbindungen durchführen müssen. Damit wird klar, dass dieses nicht ein einfaches Sonntag Nachmittag Projekt ist. Aber wir wollen nicht die Pferde scheu machen.

Als kleine Hilfe für die Organisation der Bauteile habe ich aus der Stückliste zwei Organizer erstellt, mit denen sich die Bauteile sammeln und für die Bestückung bereitstellen lassen. Diese Organizer können von meiner Webseite heruntergeladen werden:

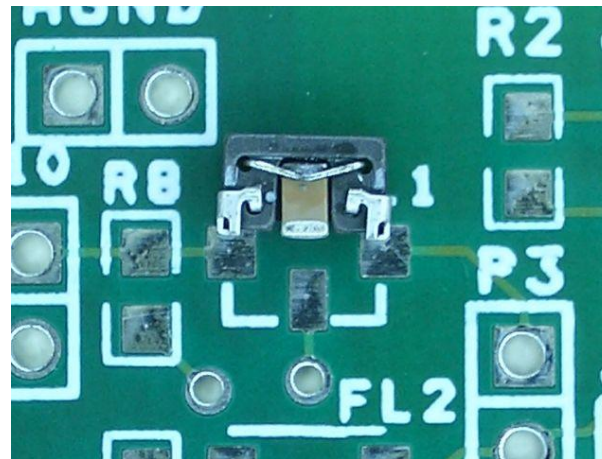
[HAM-SDR Organizer Hauptplatine](#)

[HAM-SDR Organizer BPF Platine](#)

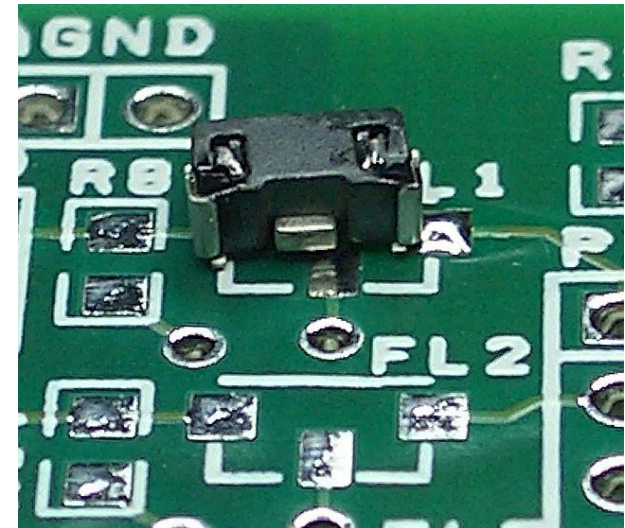
Ich klebe mir die Bauteile dann mit Doppelklebeband in die entsprechenden Rubriken und kann sie beim Löten dann der Reihe nach abarbeiten.

2.2 Wie kommen die Bauelemente auf die Platine

Mit einigen Bildern möchte ich kurz die grundsätzliche Löttechnik für zweipolige oder dreipolige Bauelemente zeigen. Die Bilder stammen aus einem anderen Projekt, sollten aber deutlich machen, wie es geht.



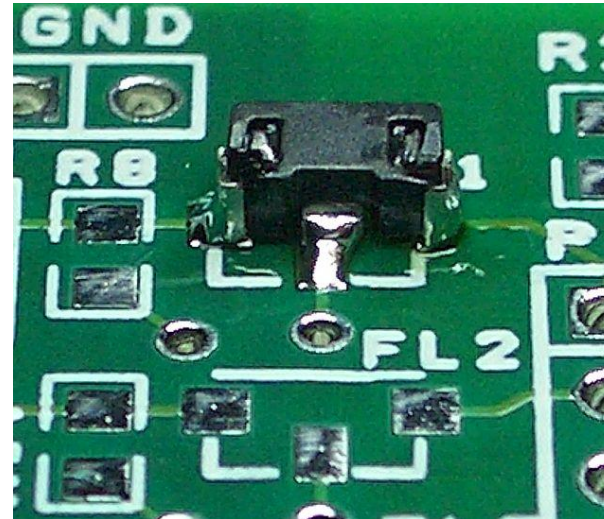
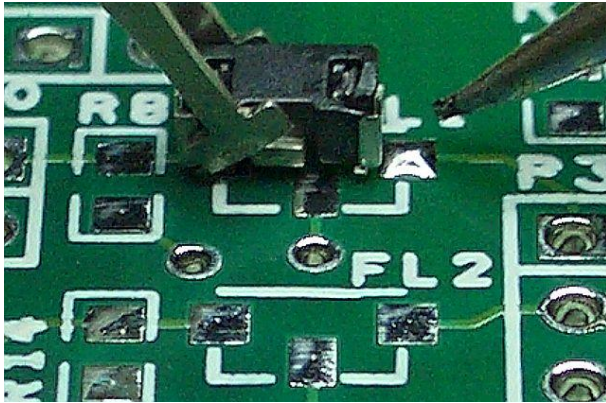
Das Bild zeigt ein dreipoliges Filter mit den drei zugehörigen Löt pads. Je nachdem, ob man Links- oder Rechtshänder ist, sucht man sich ein äußeres Pad aus und legt einen Tropfen Lötzinn darauf. Dabei ist darauf zu achten, dass man eher zu wenig als zu viel Lötzinn verwendet. Das folgende Bild demonstriert diesen Vorgang.



Auf dem rechten Pad sieht man den Tropfen Zinn.

Dann packt man das Bauteil mit der Pinzette, nimmt in die andere Hand den Löt Kolben und hält ihn kurz an das verzinnte Pad. Sobald das Zinn flüssig ist, schiebt man das Bauteil auf das Pad. Das hört sich in der Beschreibung etwas kompliziert an, ist aber an sich ein Vorgang, der nur Sekunden dauert. Das Ganze sollte zügig über die Bühne gehen. Mit etwas Übung kann man so eine hohe Bestückungs-Geschwindigkeit erreichen, sodass das Bestücken viel schneller geht als bei bedrahteten Bauteilen.

Kapitel 2: Wie fängt man an?



Dabei ist darauf zu achten, dass man auch nicht zu lange erhitzt. Das könnte dem Pad schaden. Wie schon gesagt, ist das Ganze ein fließender Vorgang von 2 bis drei Sekunden. Sollte das Bauteil nicht ganz korrekt sitzen, kann man nun immer noch korrigieren, indem man das Bauteil mit der Pinzette packt und den LötKolben kurz an das Pad hält.

Nach Fertigstellung sollte das Ganze dann in etwa wie oben gezeigt aussehen. Man kann sehen, dass auf dem vorderen Pad eigentlich etwas zuviel Lötzinn ist. Weniger hätte auch genügt.

Ist man mit dem Sitz zufrieden, dann können die anderen Pads verlötet werden. Immer darauf achten, so wenig Lötzinn wie möglich zu verwenden, aber trotzdem eine sichere Verbindung herstellen.

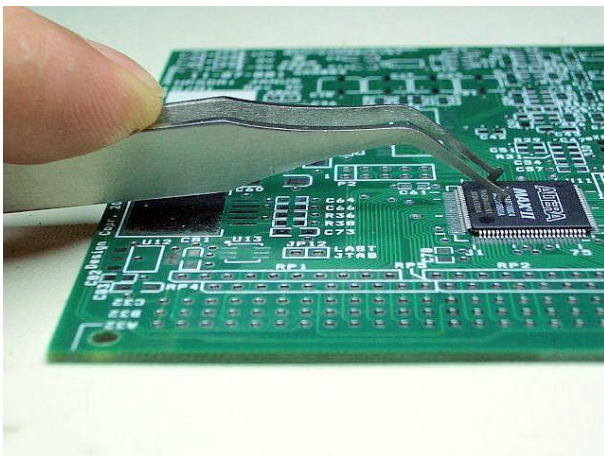
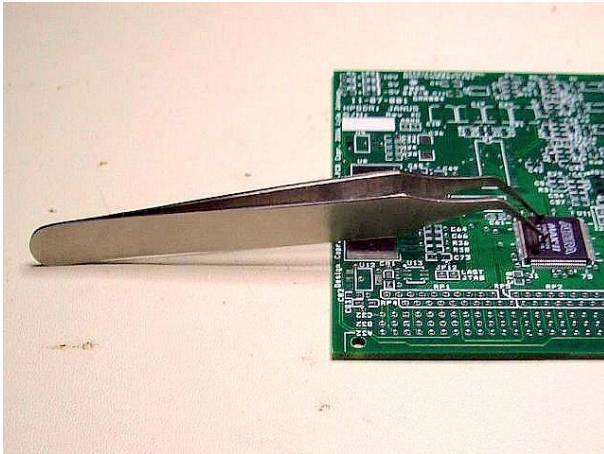
Kapitel 2: Wie fängt man an?

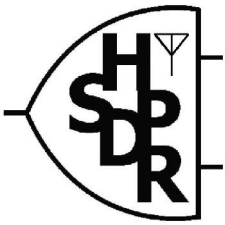
Keine Angst vor vielbeinigen ICs

Nach dem groben Ausrichten des ICs auf den Löt pads (keine Angst: wenn man auf einer ESD-Matte arbeitet, kann man die auch mit den Fingern anfassen), legt man zur leichten Beschwerung z.B. eine Pinzette auf das IC. Eine andere Methode, die ich auch oft verwende, ist die, dass ich die Pads ganz leicht mit Löthonig bestreiche. Dann klebt das IC auf den Pads und kann auch gut ausgerichtet werden.

Bei der Pinzetten-Methode nehme ich nun den Löt kolben, drücke mit einem Finger auf die Pinzette und mit dem Löt kolben berühre ich kurz einen Eckpin des ICs. Das Zinn auf dem Löt pad (bei vorverzinnten Platinen) genügt meist schon, um das Beinchen zu fixieren. Danach noch einmal alles auf korrekten Sitz kontrollieren und dann den diagonal gegenüber liegenden Eckpin festlöten. Wenn alles gut sitzt, kann man nun der Reihe nach alle Pins verlöten. Sollte einmal zuviel Löt zinn einen Kurzschluss zwischen zwei Beinchen machen, einfach mit Entlötlitze das überschüssige Zinn absaugen.

Man sollte nicht zu ängstlich sein. Im Löt ofen werden die ICs über Minuten auf 240 °C gehalten.



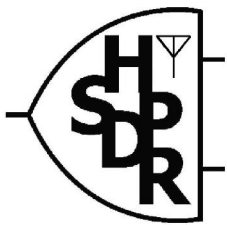


Kapitel 3: Bestückung Hauptplatine

Nun geht es an das Bestücken der Hauptplatine

Die folgende Schritt-für-Schritt-Methode sollte es jedem möglich machen, die Platine so zu bestücken, dass sie auf Anhieb funktionsfähig ist. Wir fangen mit den ICs an und anschliessend werden die anderen Bauteile in der Reihenfolge von 'niedrig' nach 'hoch' und entsprechend ihrer Werte bestückt.

Viel Spass!!!

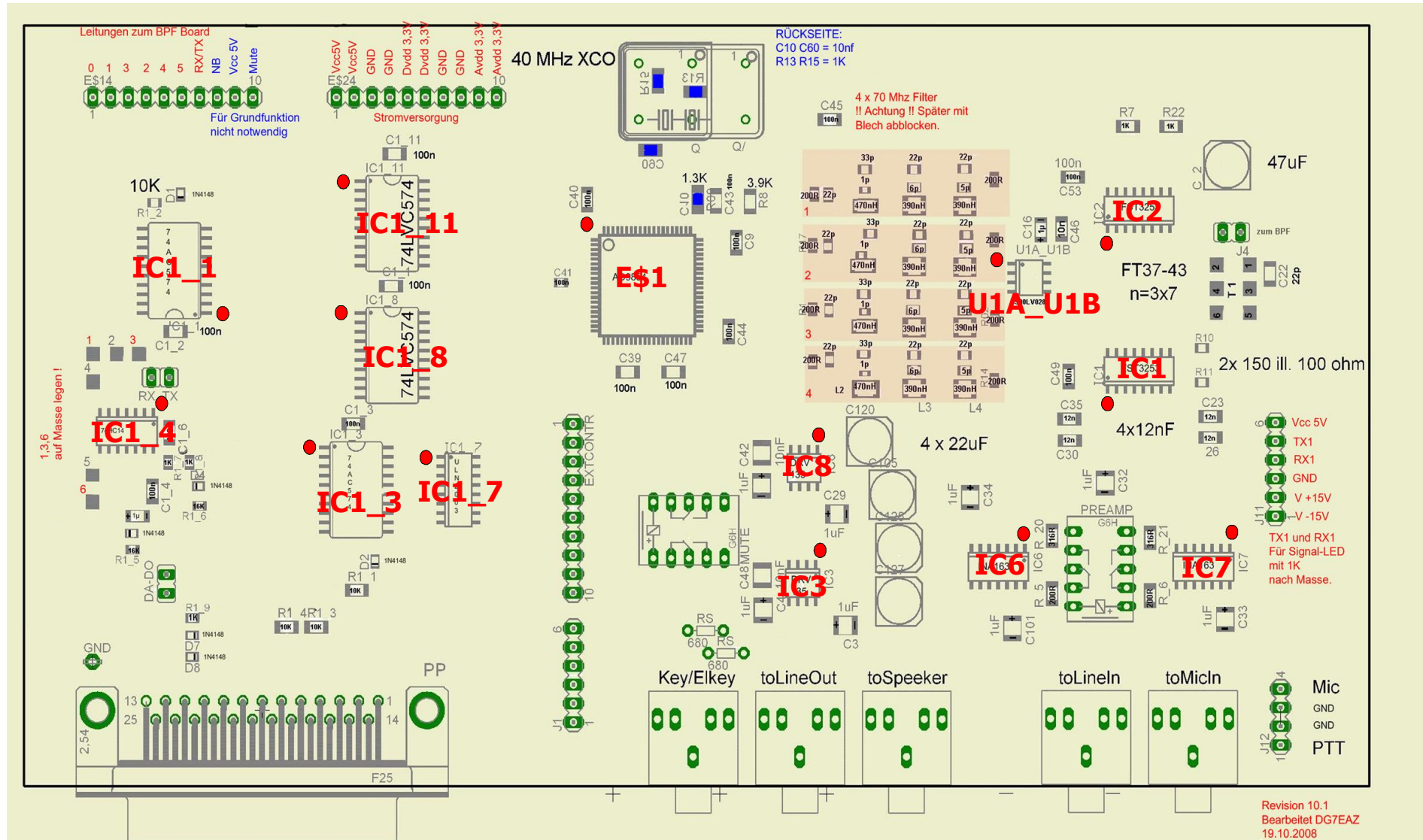


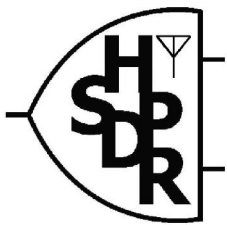
The Making of ...

ICs		
Position	Reel	
E\$1	AD9854AST	
IC1	FST3253M	SO16
IC2	FST3253M	SO16
IC3	DRV135	SO8
IC6	INA163UA	SO14

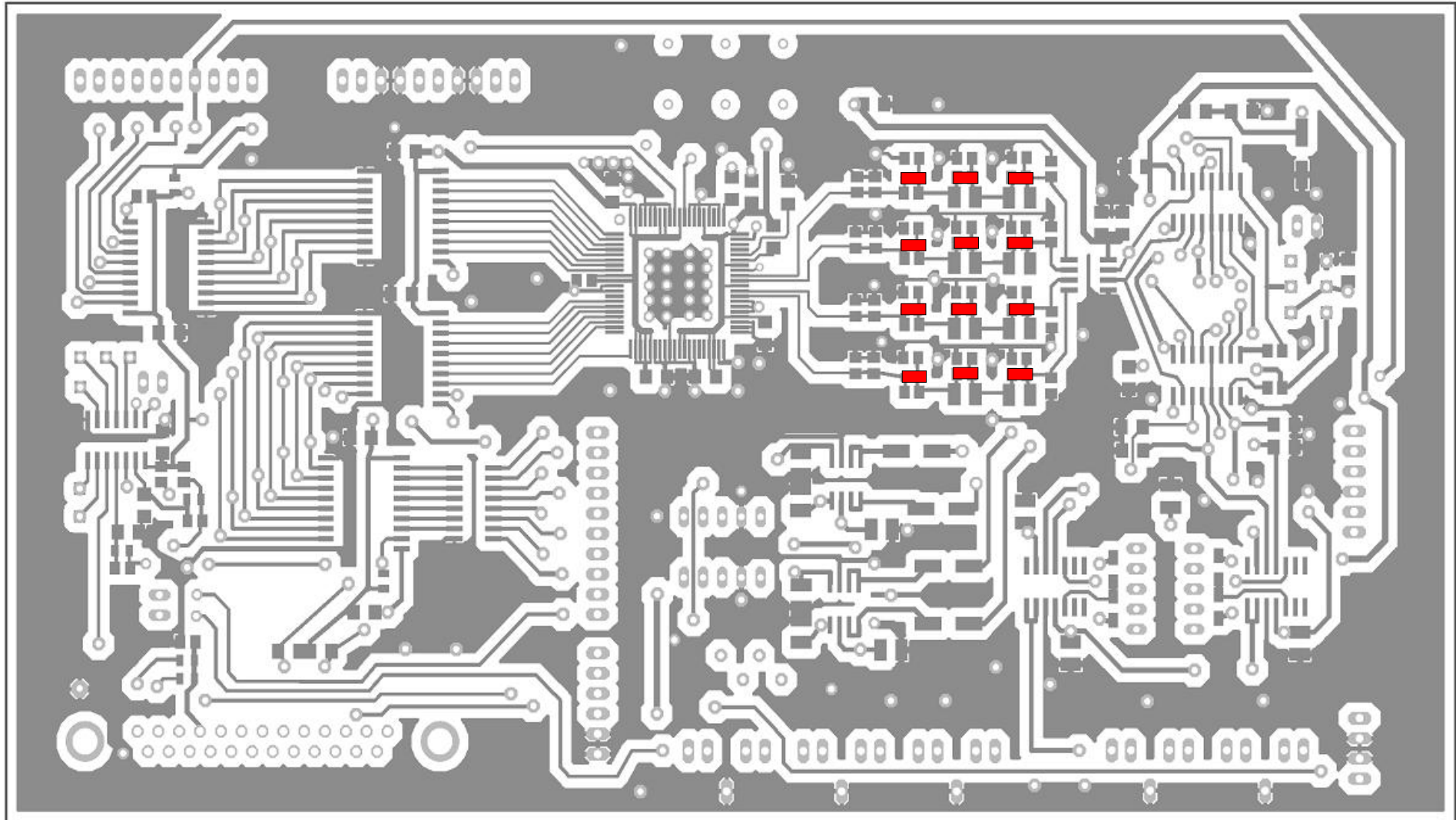
ICs		
Position	Reel	
IC7	INA163UA	SO14
IC8	DRV135	SO8
IC1_1	74AC574S	SO20W
IC1_3	74AC574S	SO20W
IC1_4	74HC14	SO14

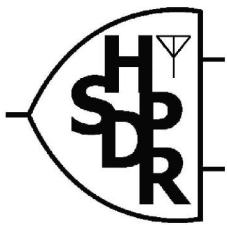
ICs		
Position	Reel	
IC1_7	ULN2003UA	SO16
IC1_8	74LCX574S	SO20W
IC1_11	74LCX574S	SO20W
U1A_U1B	DS90LV028	SO8



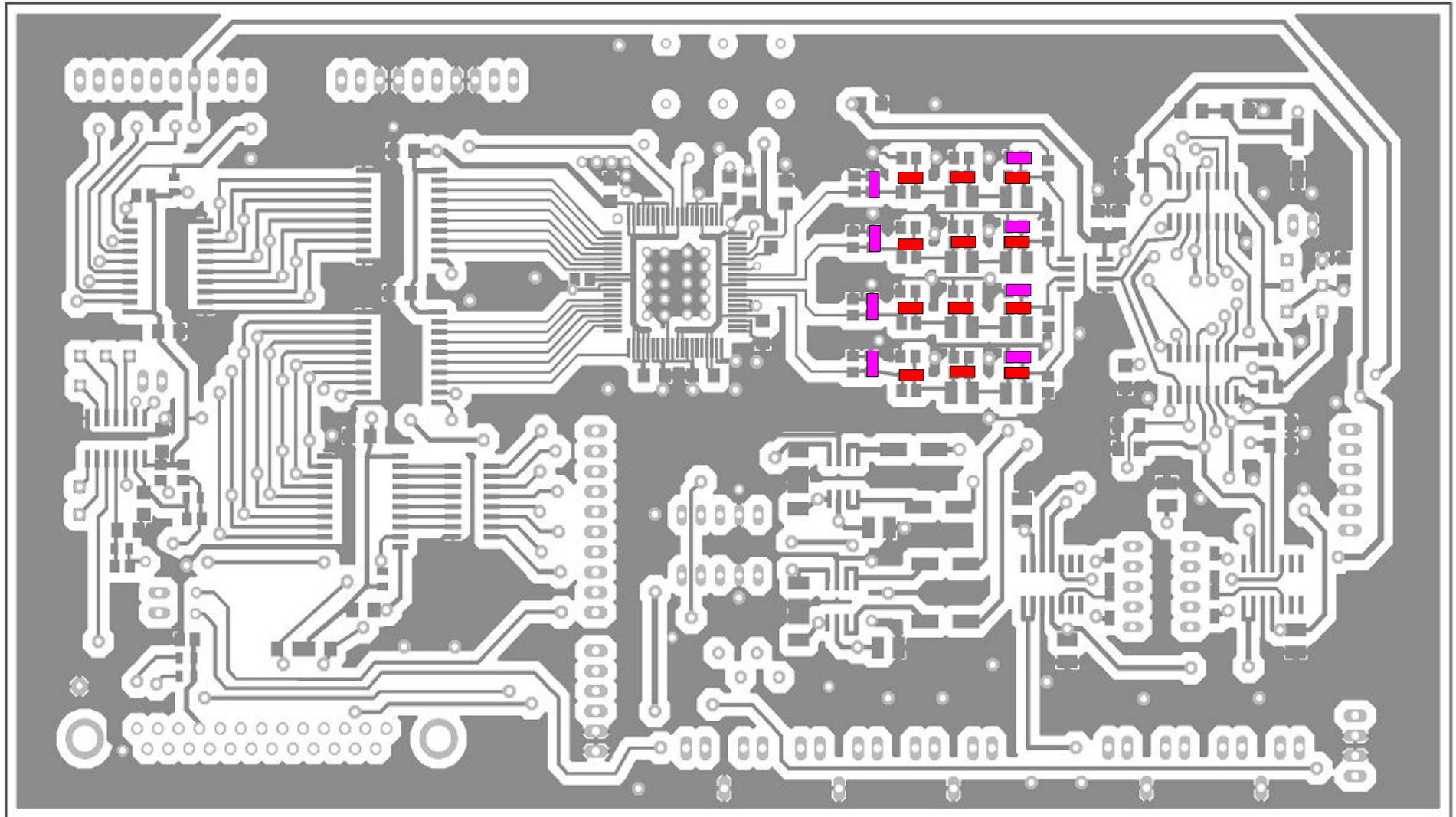


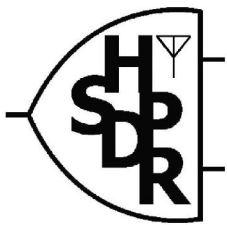
CAP 0805; 1pF		CAP 0805; 1pF	
Position	Reel	Position	Reel
C1		C14	
C3		C20	
C5		C24	
C8		C25	
C12		C27	
C13		C37	



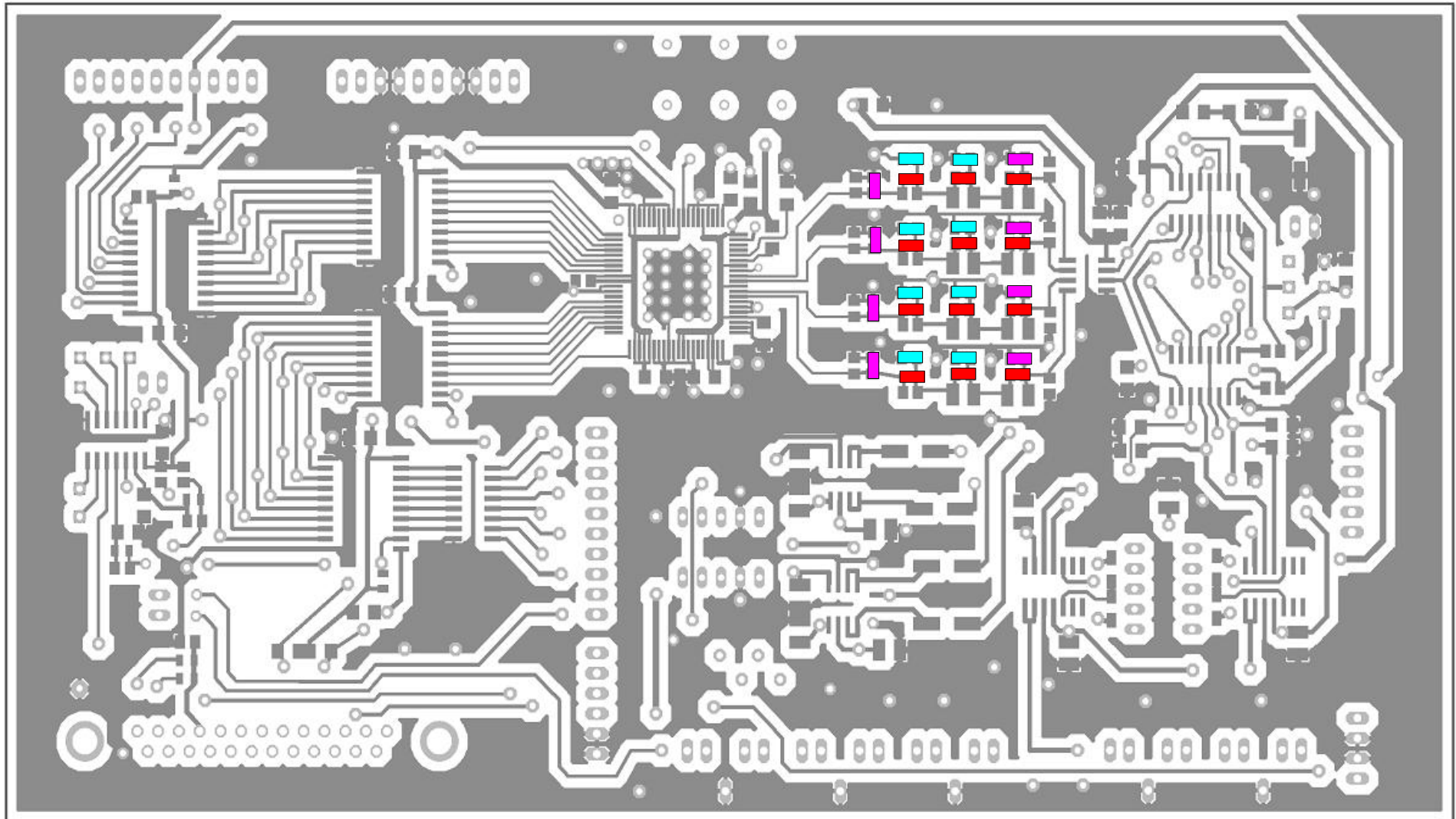


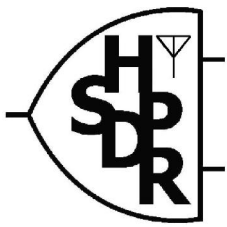
CAP 0805; 47pF		CAP 0805; 47pF	
Position	Reel	Position	Reel
C6		C22	
C7		C23	
C11		C29	
C17		C36	



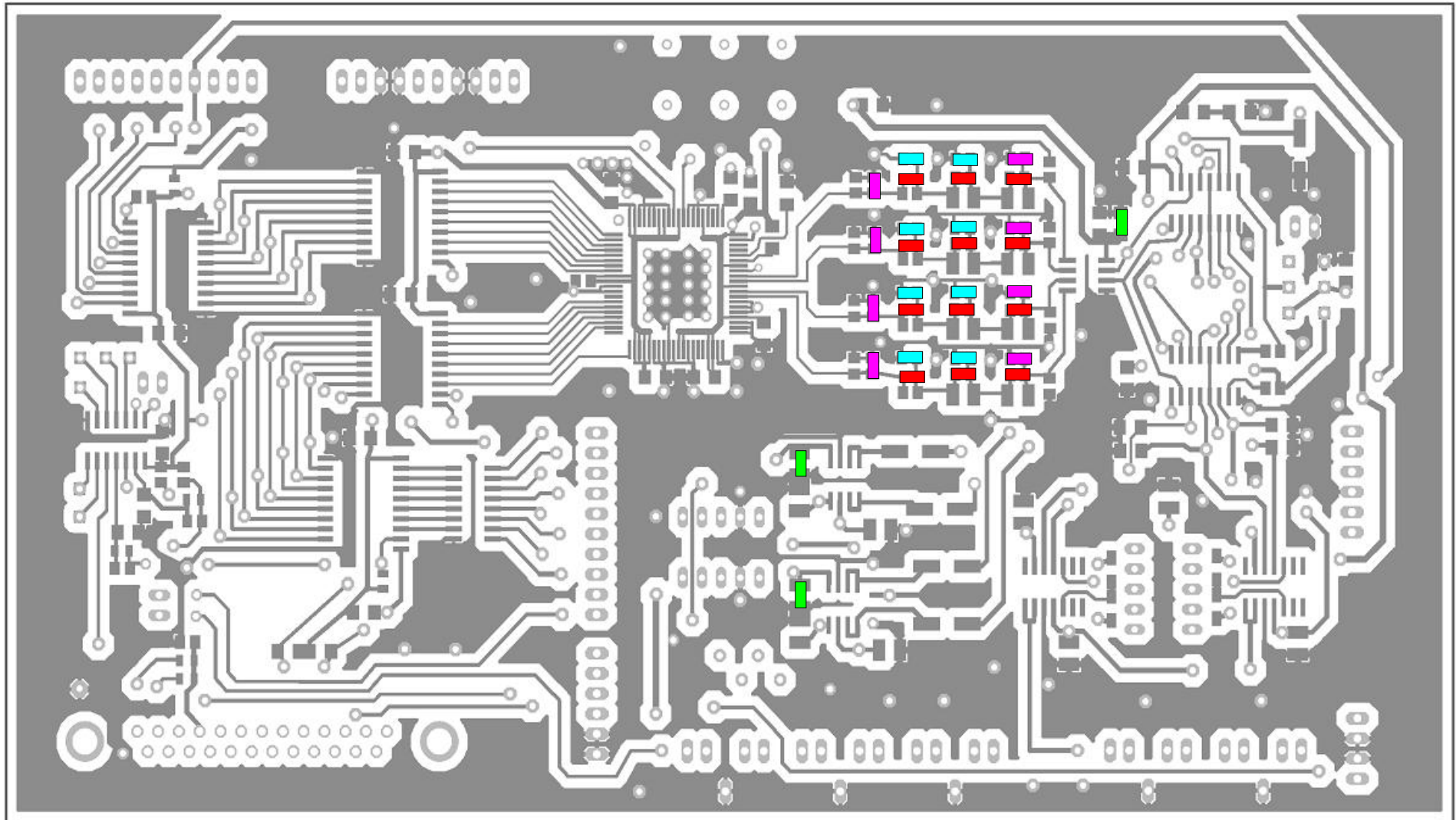


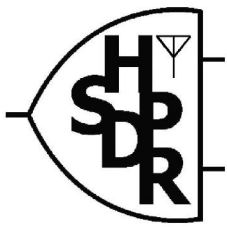
CAP 0805; 68pF		CAP 0805; 68pF	
Position	Reel	Position	Reel
C2		C19	
C4		C21	
C15		C26	
C18		C28	



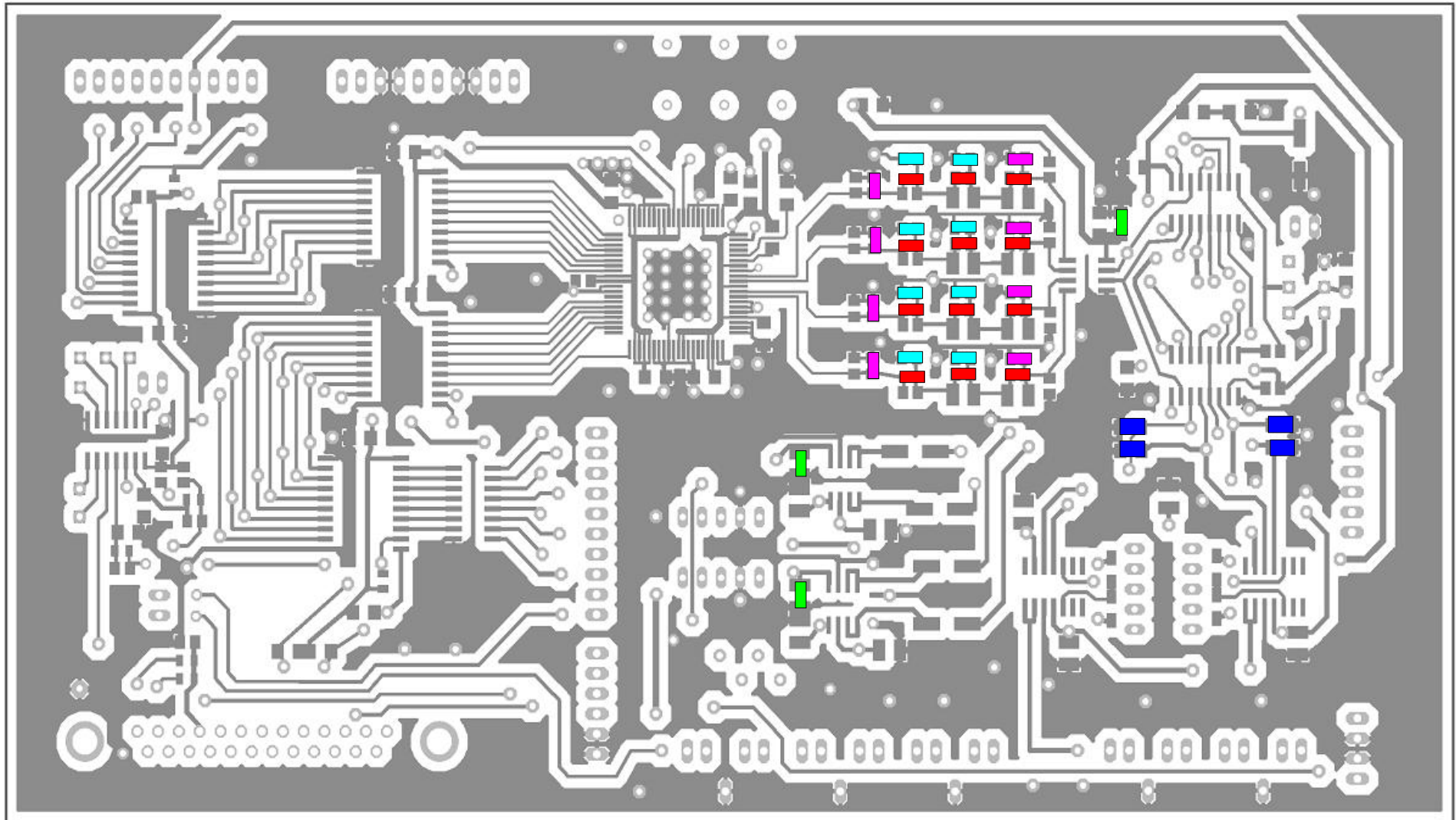


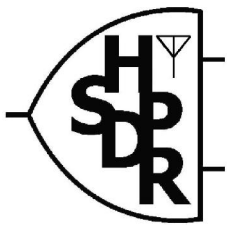
CAP 1206; 10n	
Position	Reel
C42	
C46	
C48	





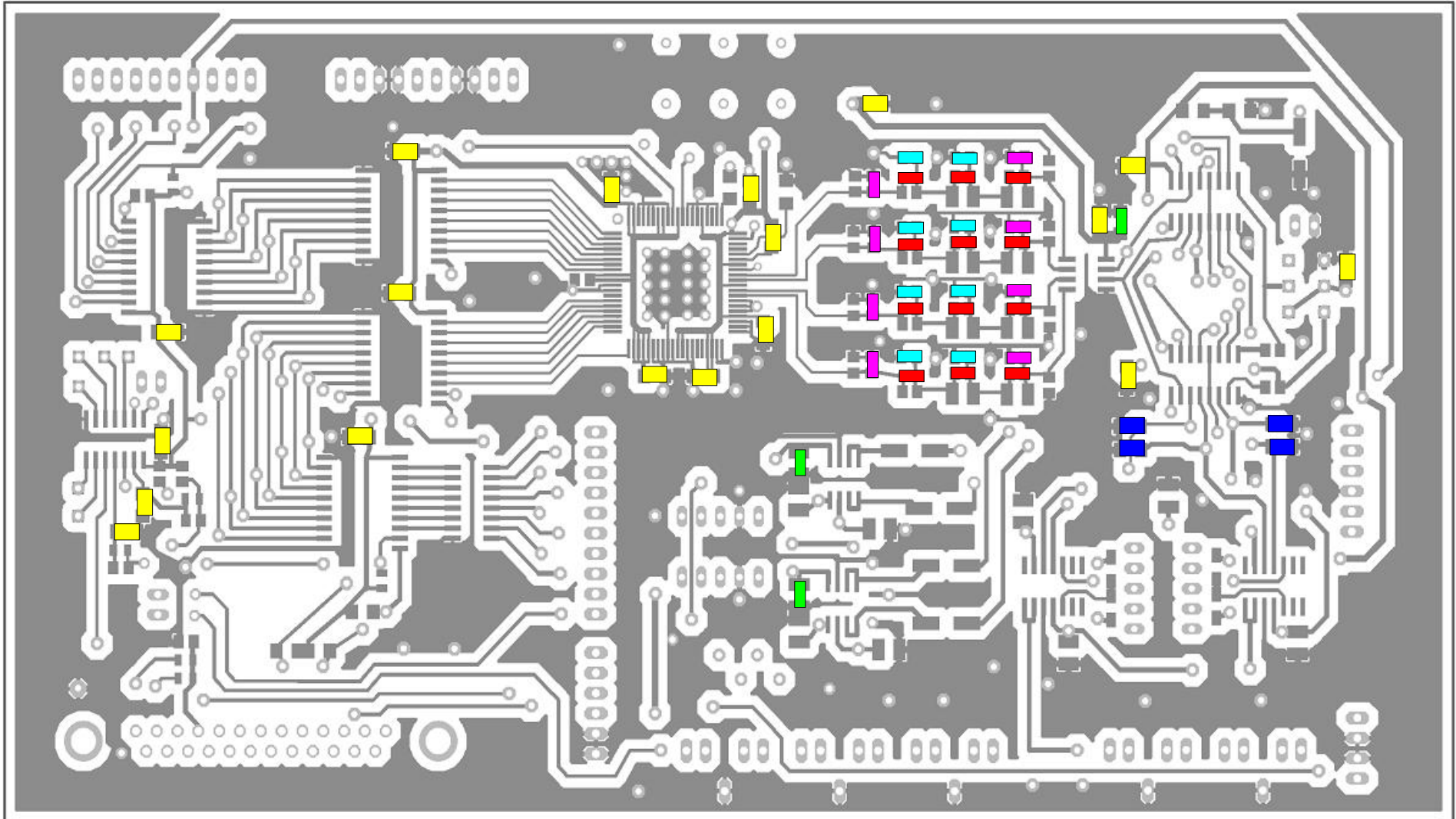
CAP 1206; 12n	
Position	Reel
C123	
C126	
C130	
C135	

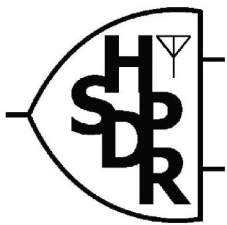




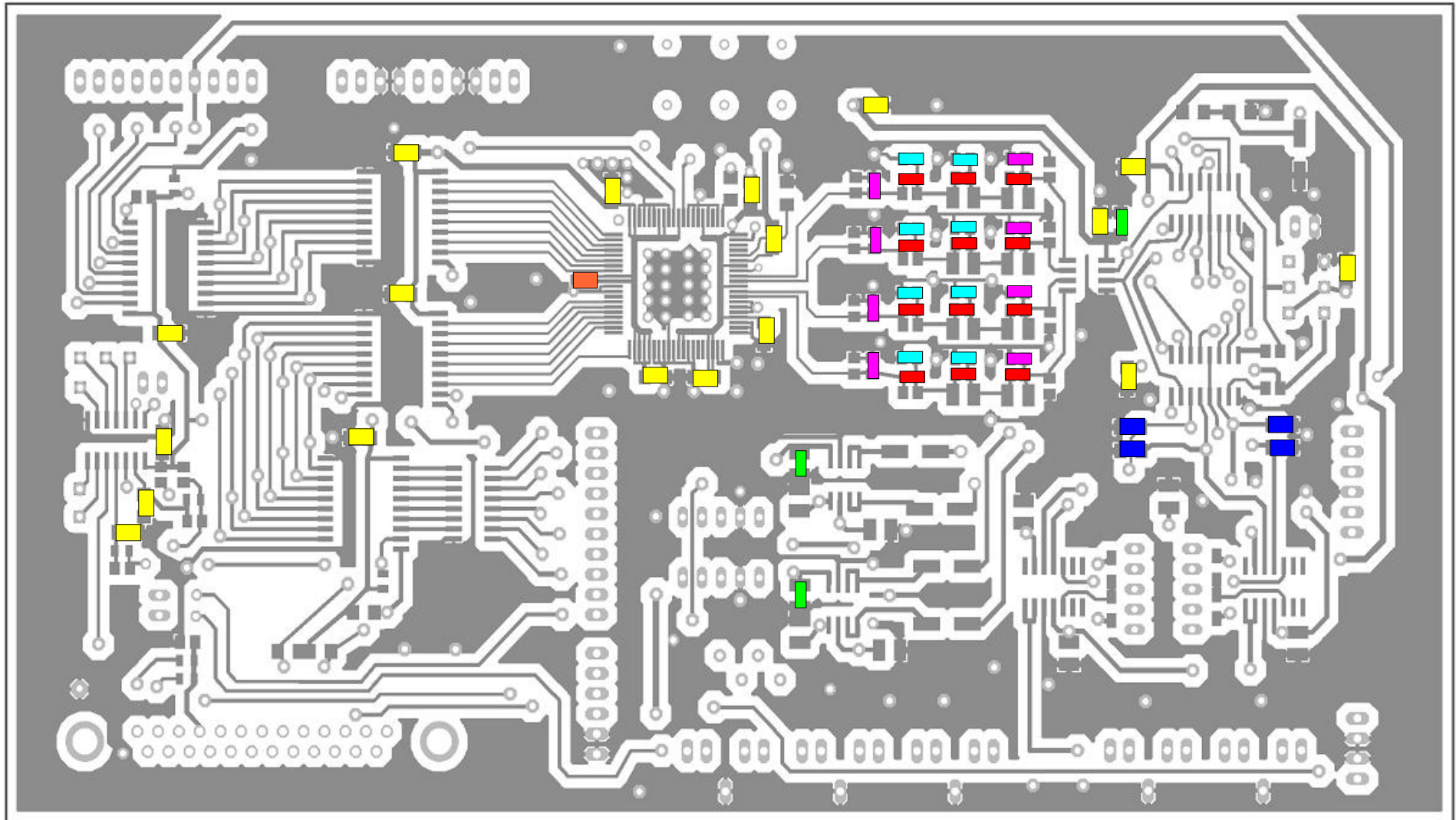
The Making of ...

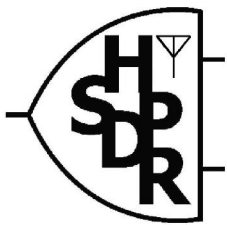
CAP 1206; 100n		CAP 1206; 100n		CAP 1206; 100n	
Position	Reel	Position	Reel	Position	Reel
C9		C45		C1_2	
C16		C47		C1_3	
C39		C49		C1_4	
C40		C53		C1_5	
C43		C1_1		C1_6	
C44		C1_11		C122	





CAP 0805; 100n	
Position	Reel
C41	





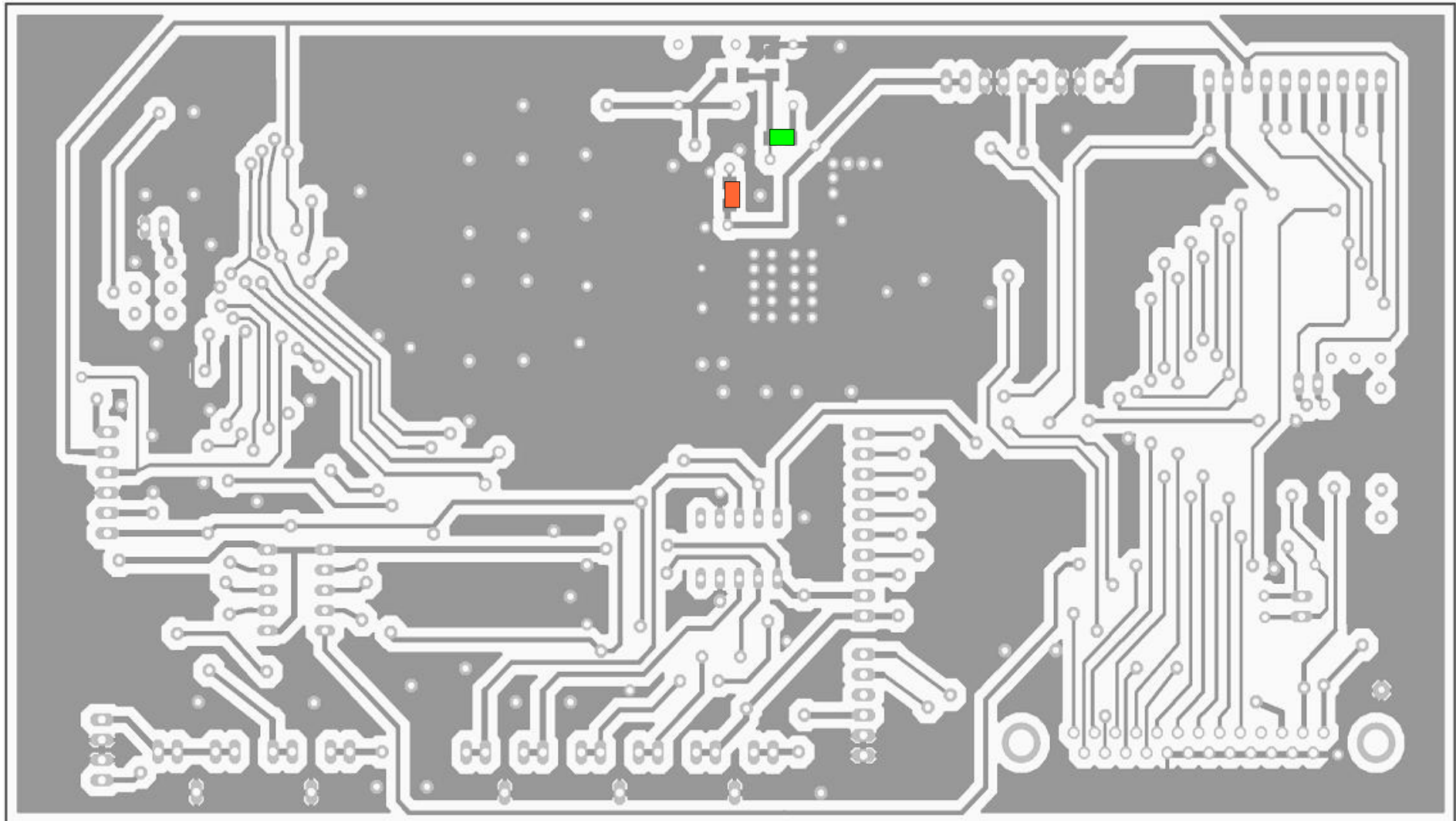
The Making of ...

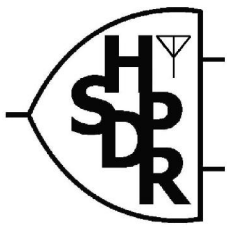
HA-SDR

CAP 1206; 10n	
Position	Reel
C10	Rückseite



CAP 1206; 100n	
Position	Reel
C60	Rückseite





The Making of ...

HA-SDR

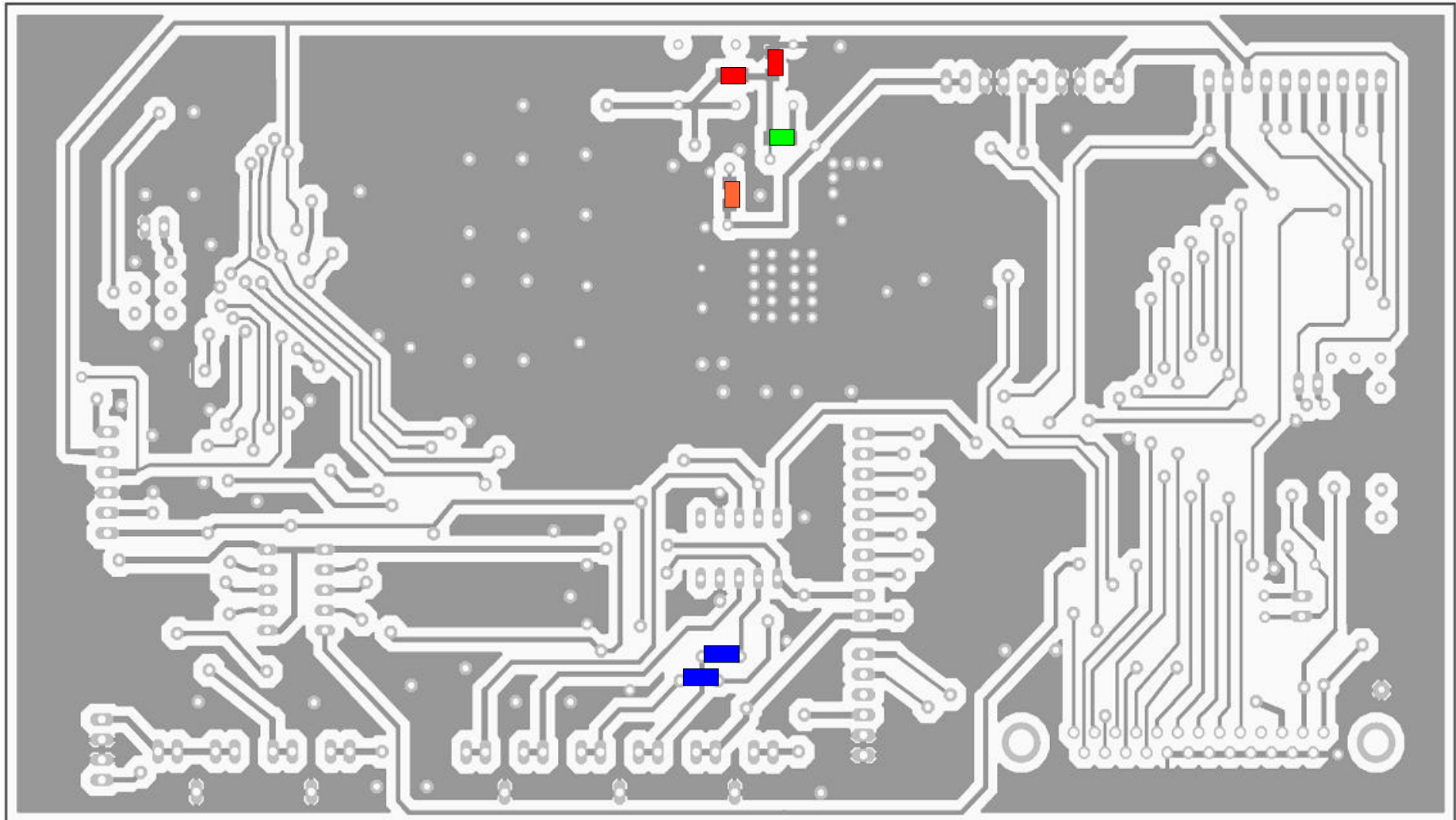
RES 1206; 1k	
Position	Reel
R13	Rückseite
R15	Rückseite

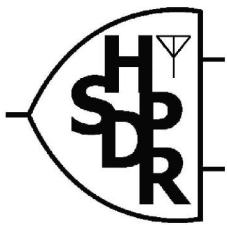


RES 1206; 680R	
Position	Reel
RS	
RS_	



Hinweis: Alternativ konventionell mit bedrahteten Rs bestücken





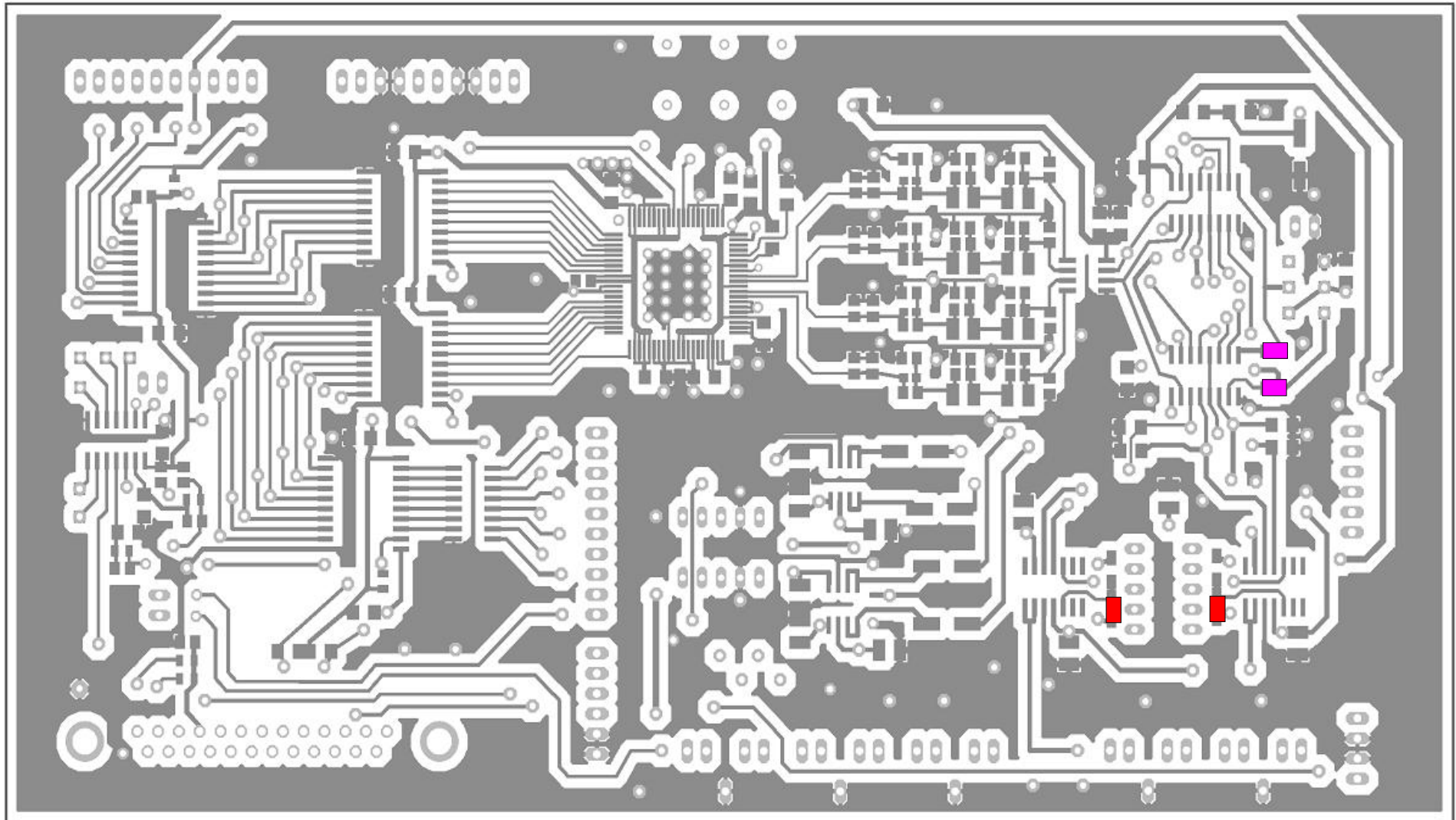
The Making of ...

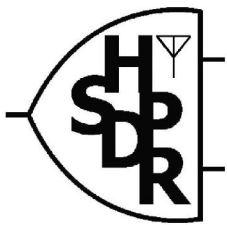
HA-SDR

RES 1206; 330R	
Position	Reel
R_5	
R_6	



RES 0805; 150R	
Position	Reel
R10	
R11	



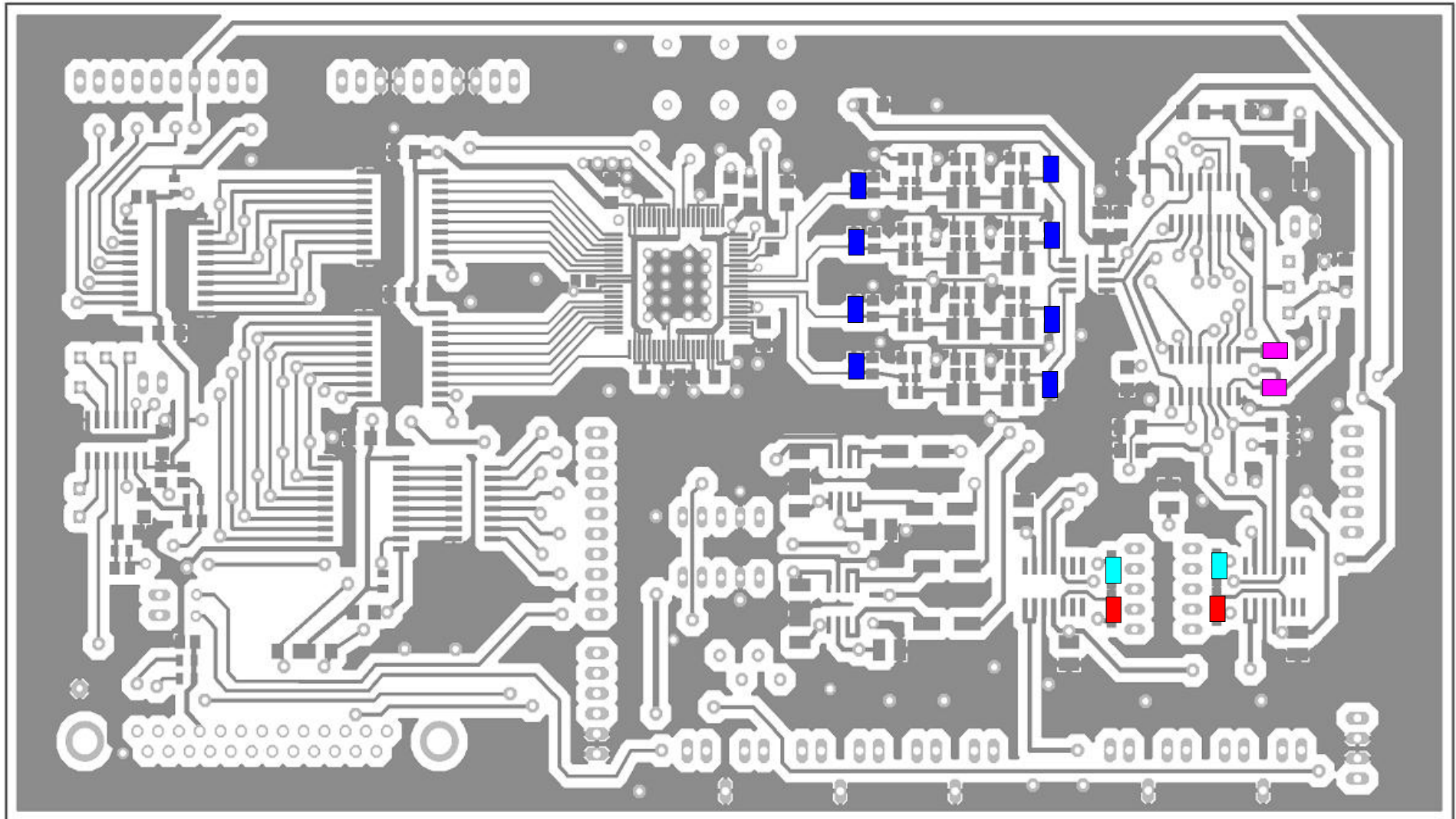


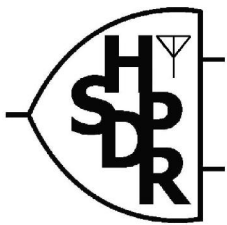
The Making of ...

RES 0805; 220R		RES 0805; 220R	
Position	Reel	Position	Reel
R2		R6	
R3		R7	
R4		R12	
R5		R14	



RES 1206; 68R	
Position	Reel
R_20	
R_21	



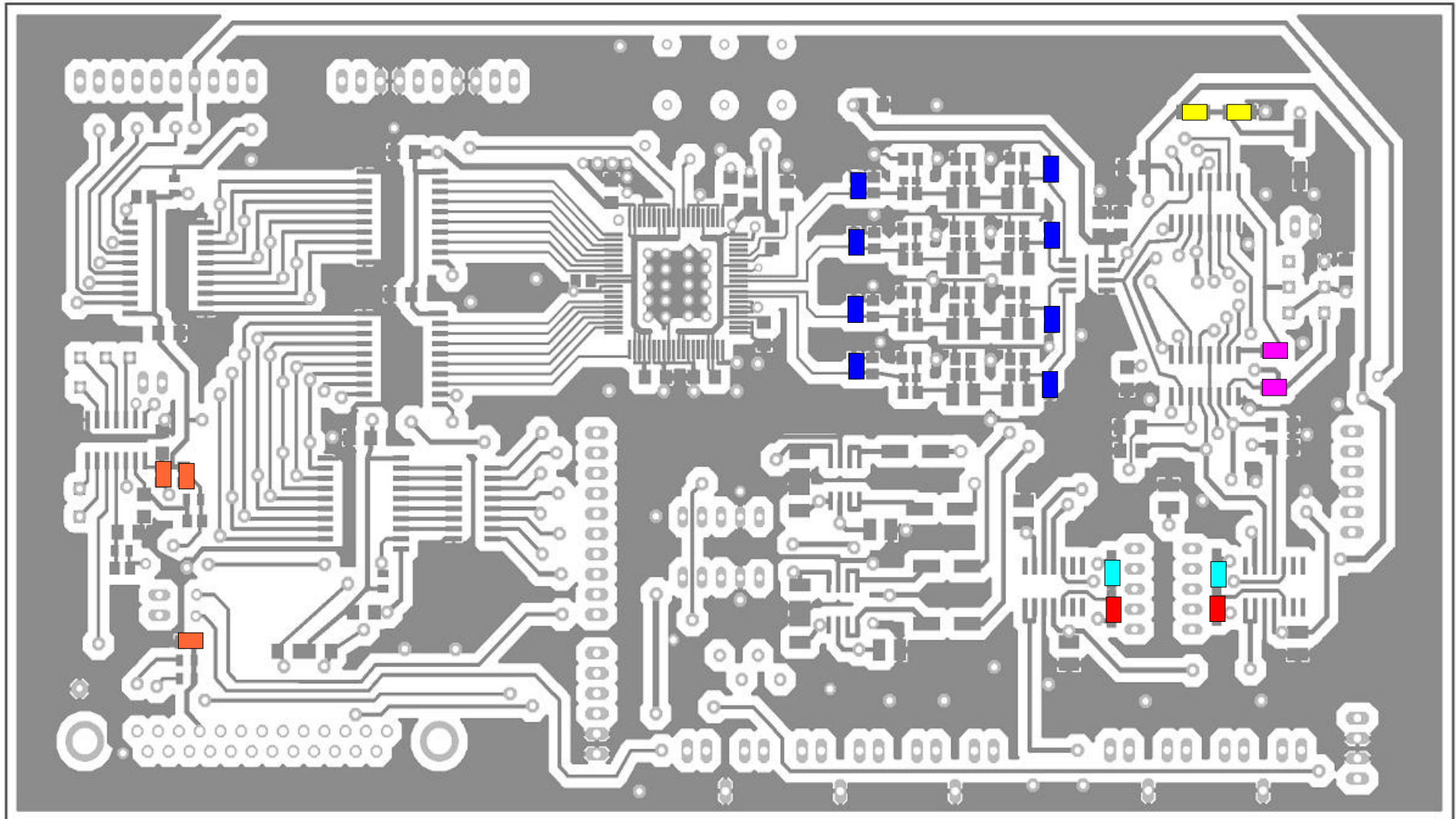


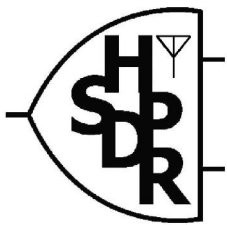
The Making of ...

RES 1206; 1k	
Position	Reel
R107	
R122	



RES 0805; 1k	
Position	Reel
R1_7	
R1_8	
R1_9	





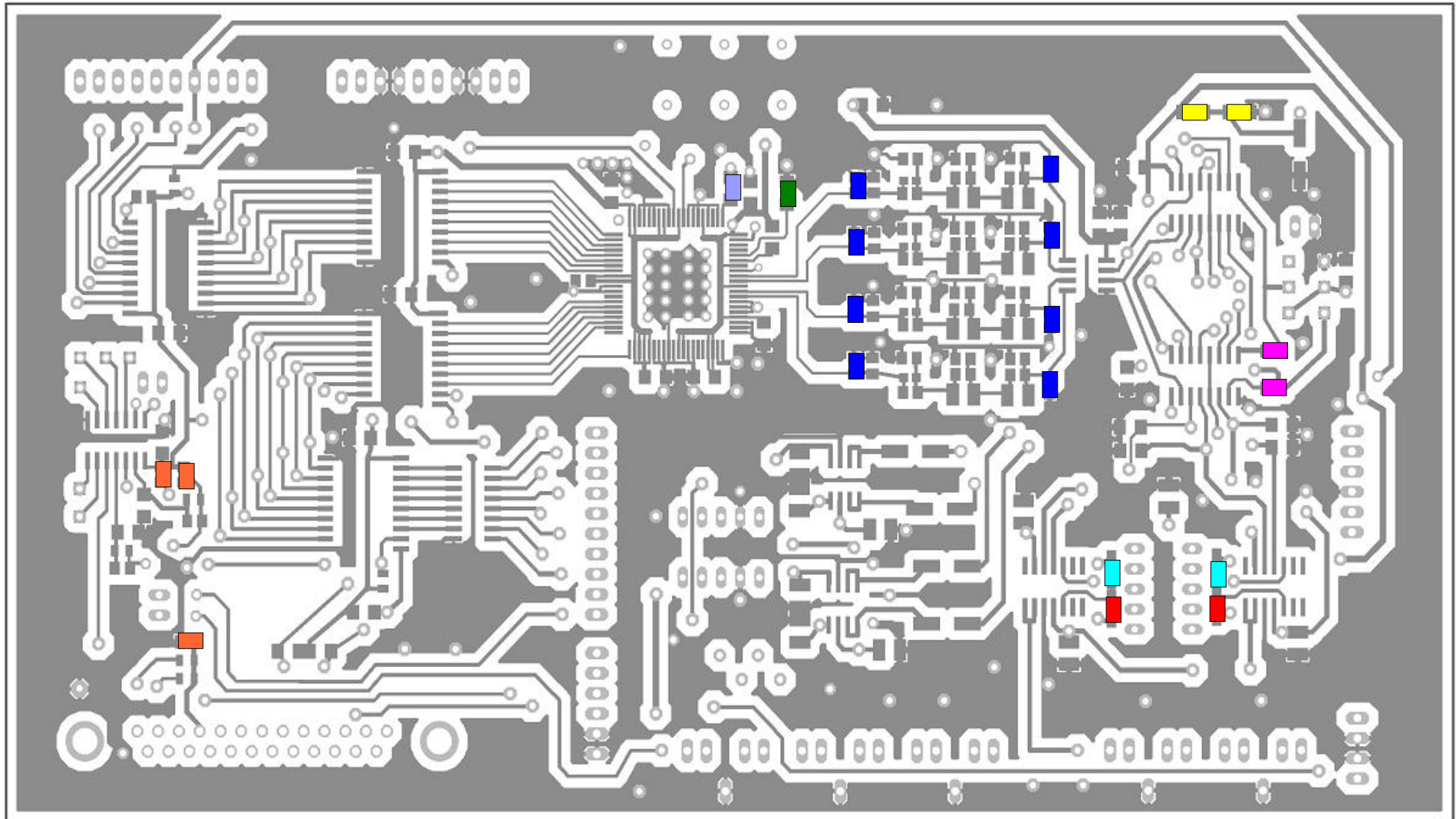
The Making of ...

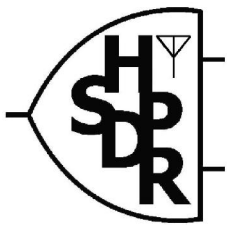
HA-SDR

RES 1206; 1,3k	
Position	Reel
R9	



RES 1206; 3,9k	
Position	Reel
R8	



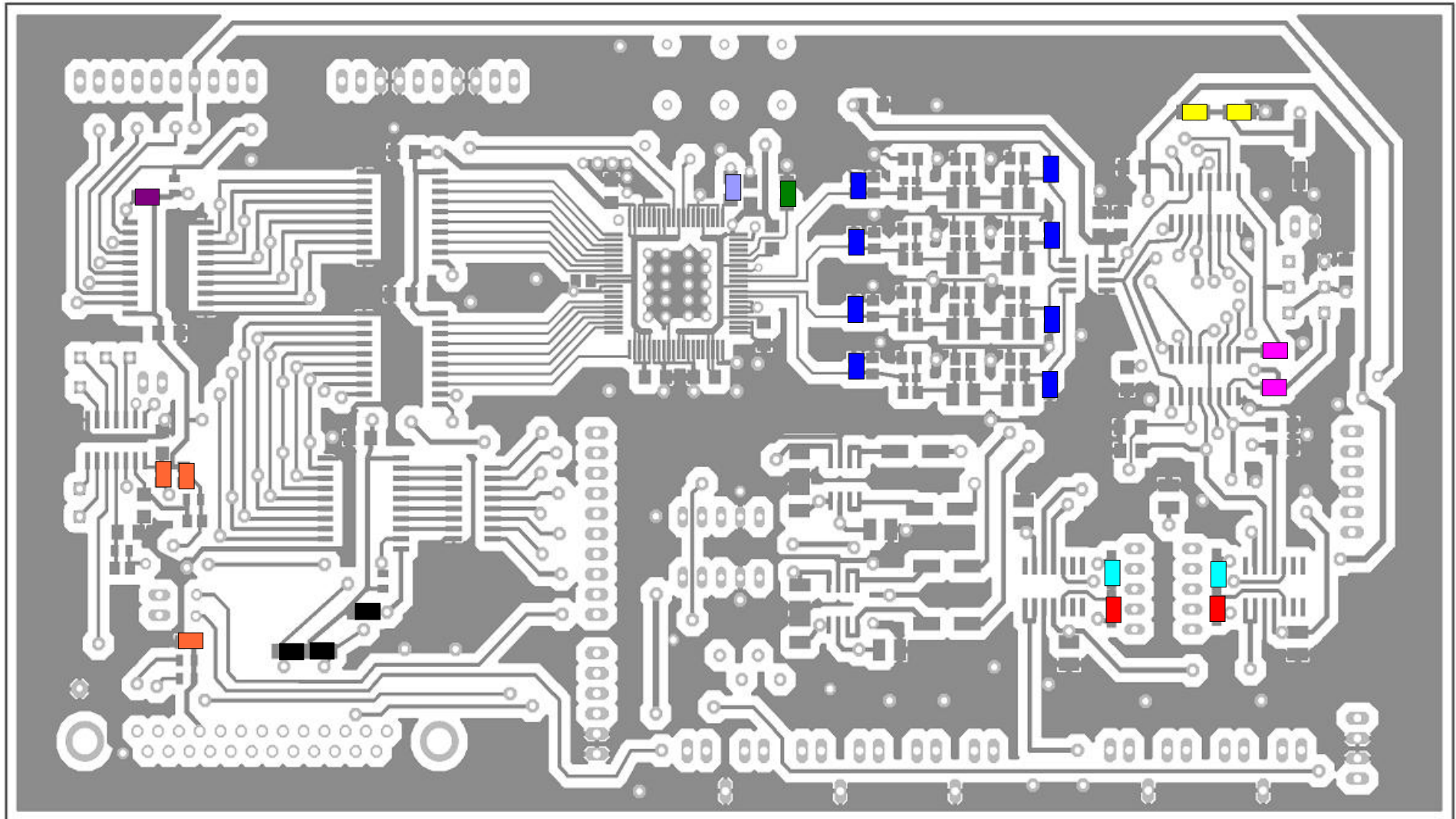


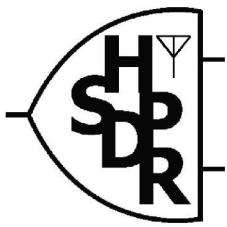
The Making of ...

RES 1206; 10k	
Position	Reel
R1_1	
R1_3	
R1_4	



RES 0805; 10k	
Position	Reel
R1_2	





The Making of ...

HA-SDR

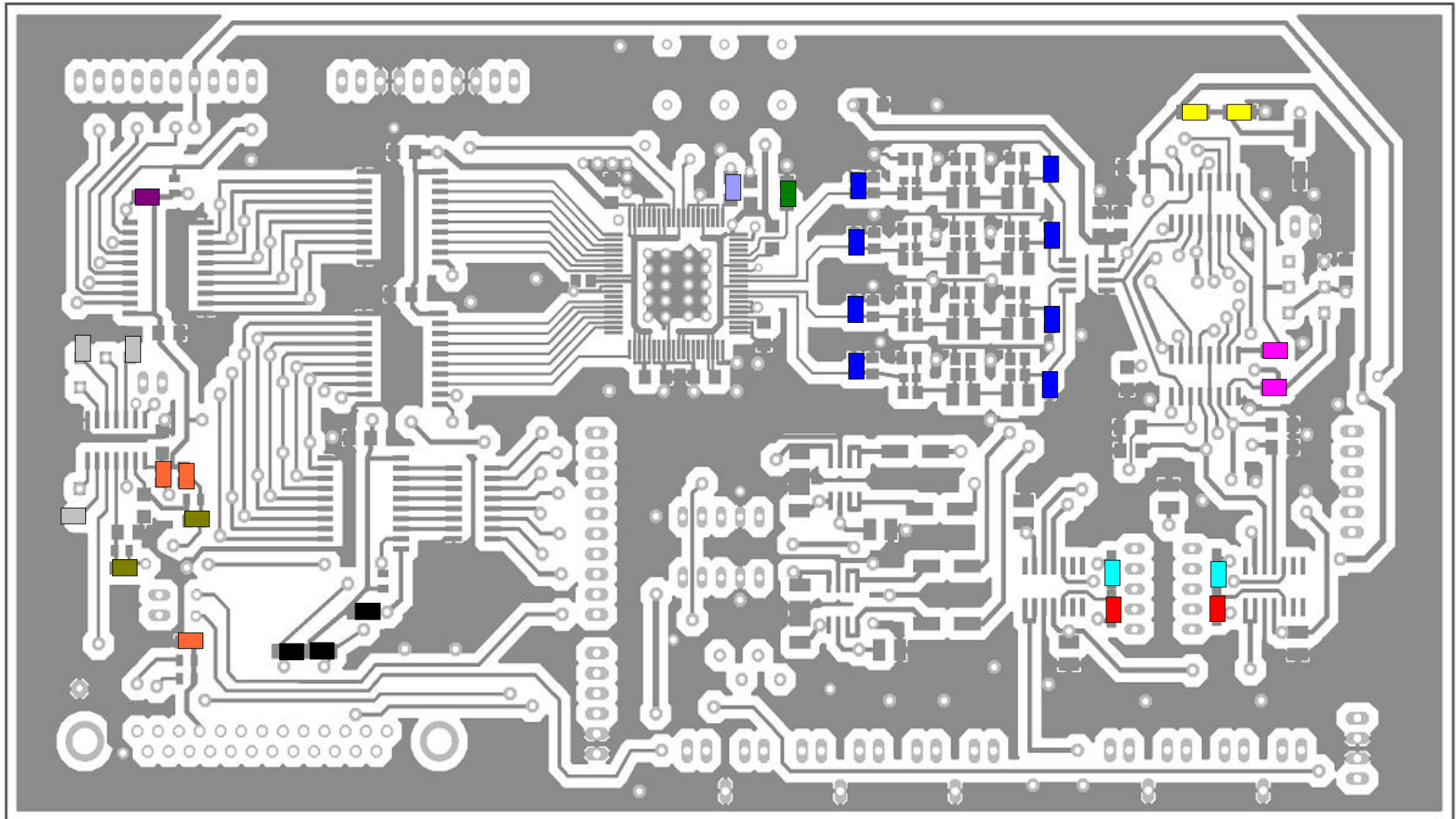
RES 1206; 16k	
Position	Reel
R1_5	
R1_6	

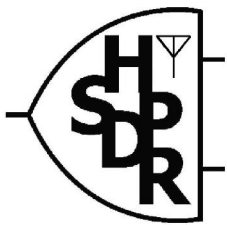


RES 1206; 0R	
Position	Reel
3 Stück	Brücke



**Hinweis: Habe fertig...
Klein-Cs und Rs**

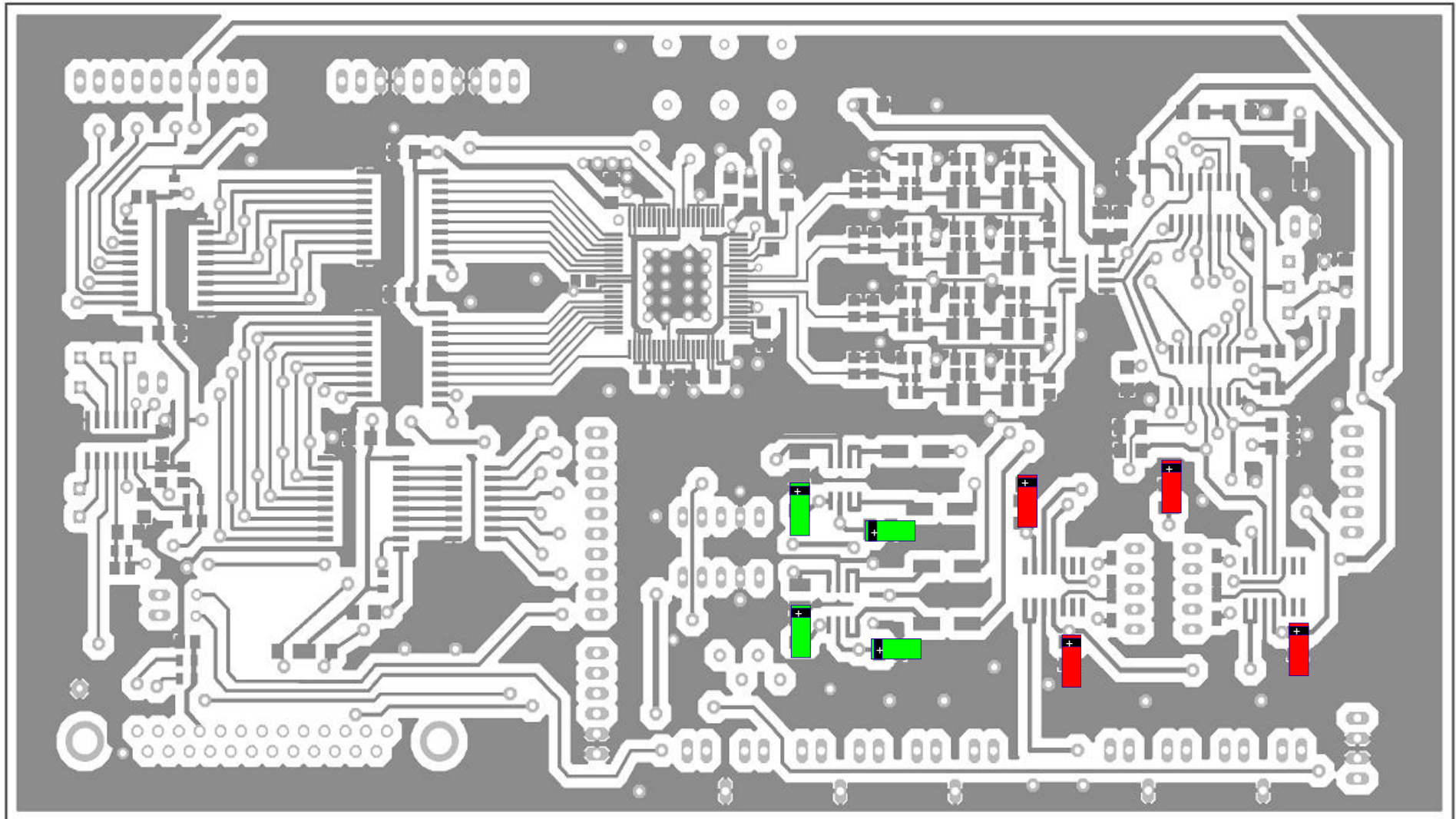


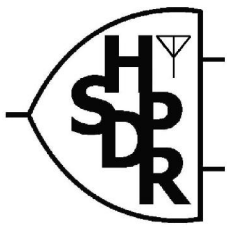


CAP TANT 3216; 0,1uF/35V	
Position	Reel
C32	
C33	
C34	
C101	



CAP TANT 3216; 1uF/35V	
Position	Reel
C31	
C103	
C104	
C129	

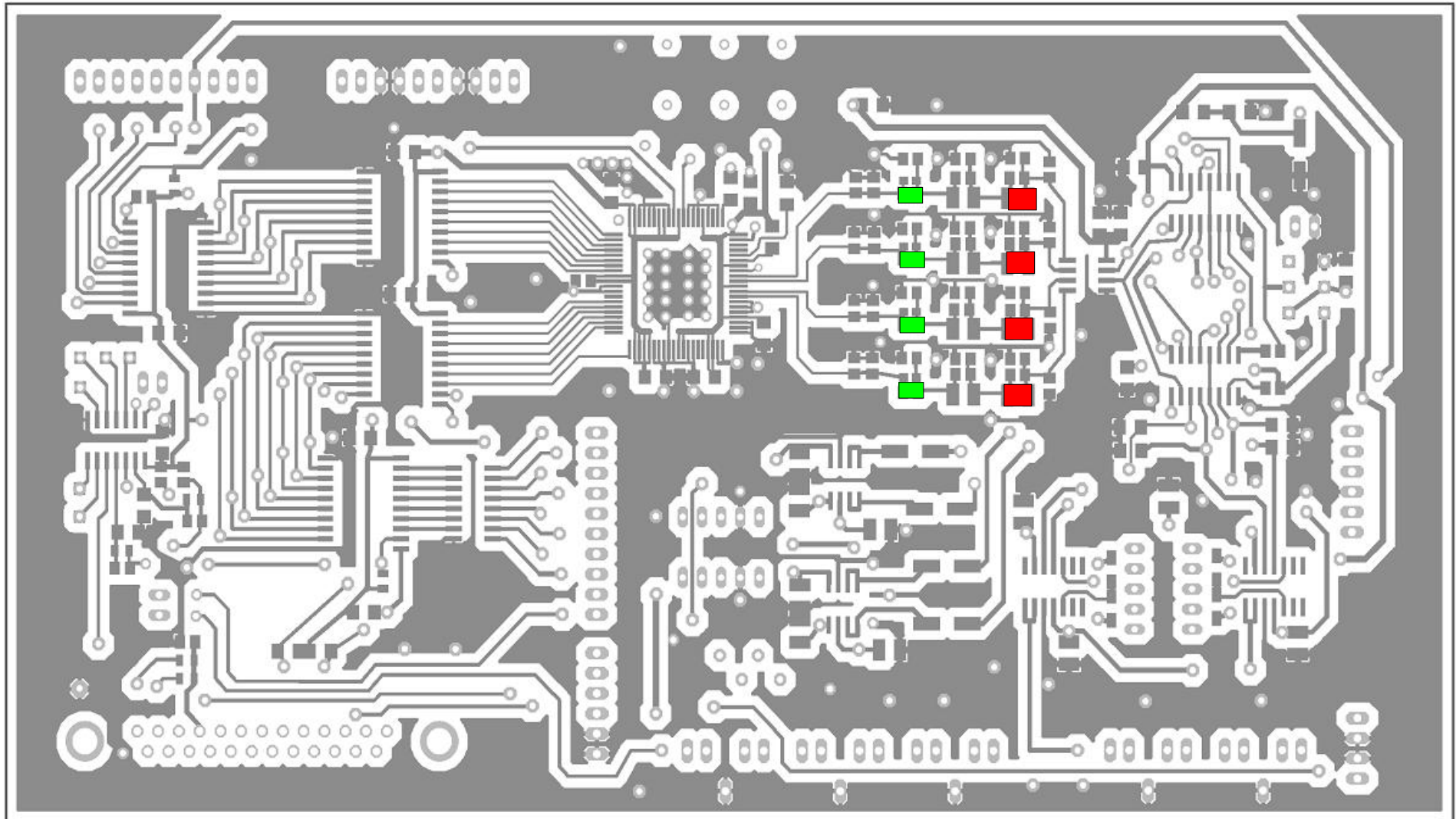


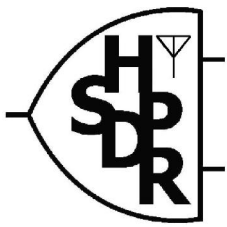


IND 1206; 220nH	
Position	Reel
L1	
L4	
L7	
L10	

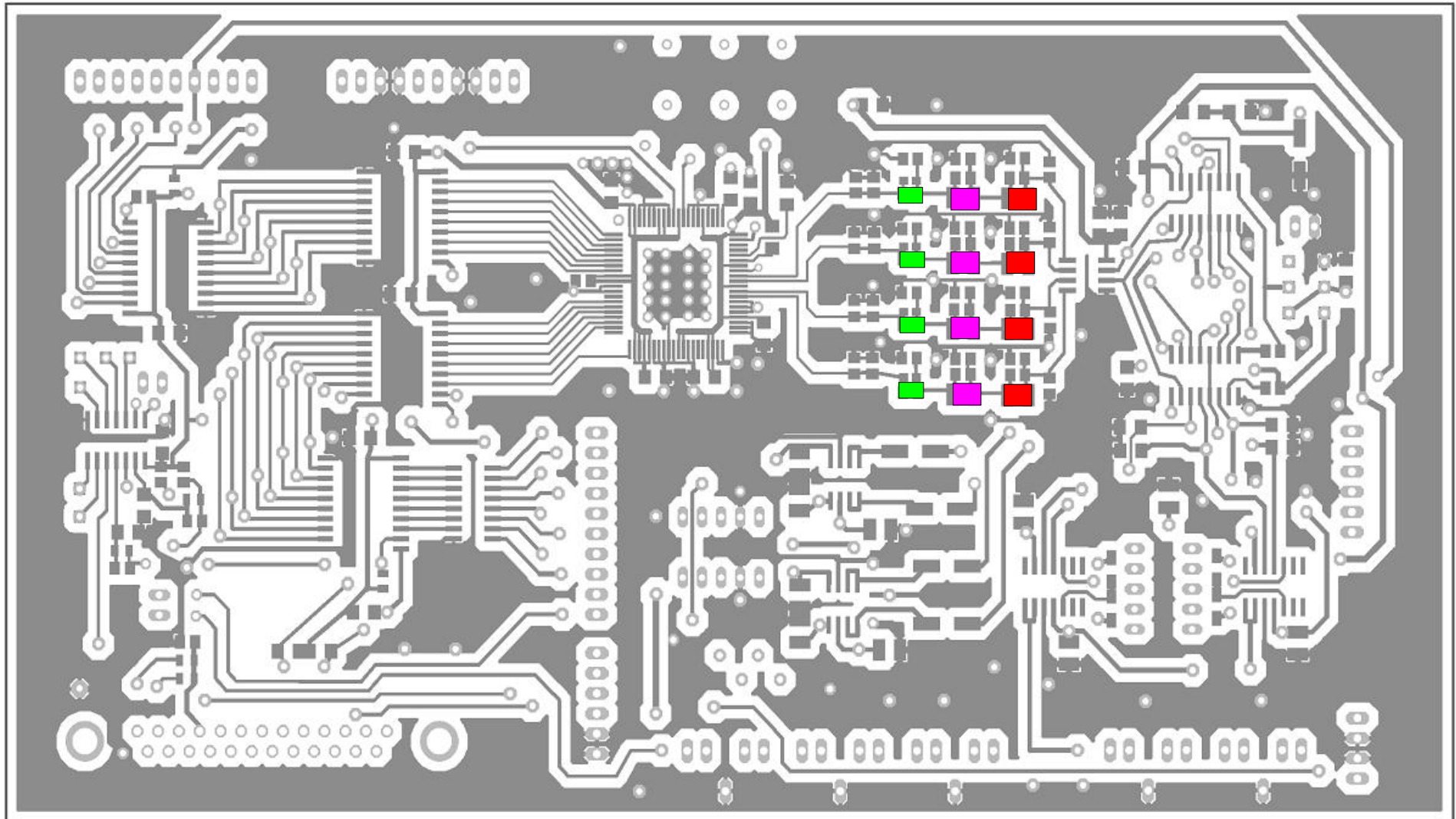


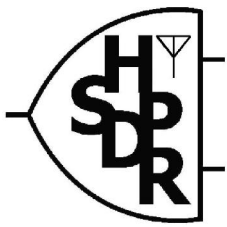
IND 0805; 220nH	
Position	Reel
L2	
L6	
L9	
L12	



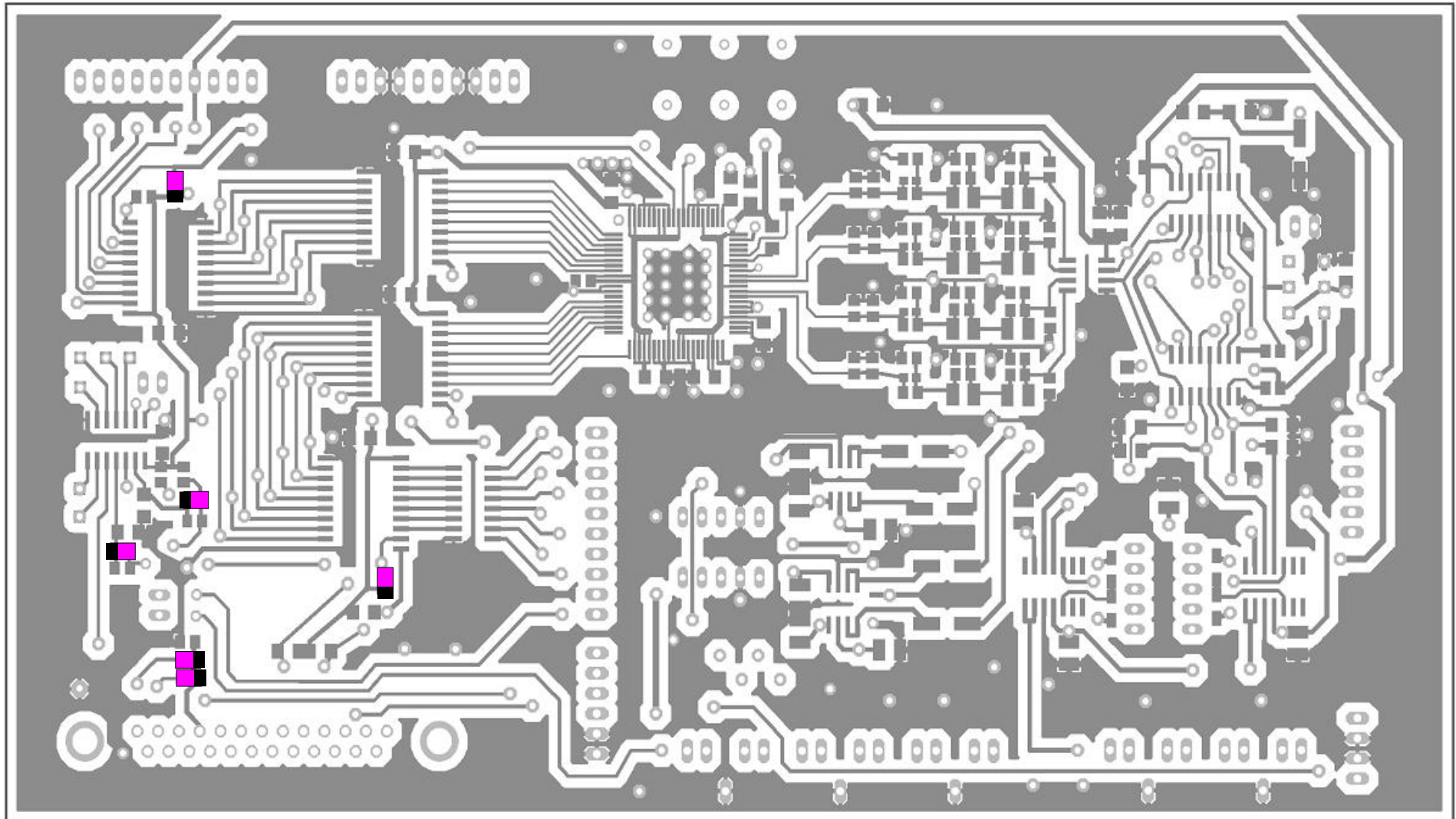


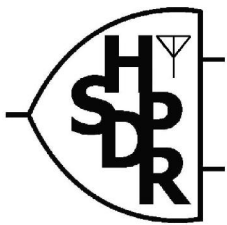
IND 1206; 330nH	
Position	Reel
L3	
L5	
L8	
L11	





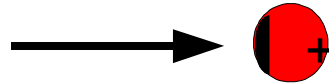
DIODE MicroMelf; 1N4148	
Position	Reel
D1	
D2	
D4	
D5	
D7	
D8	



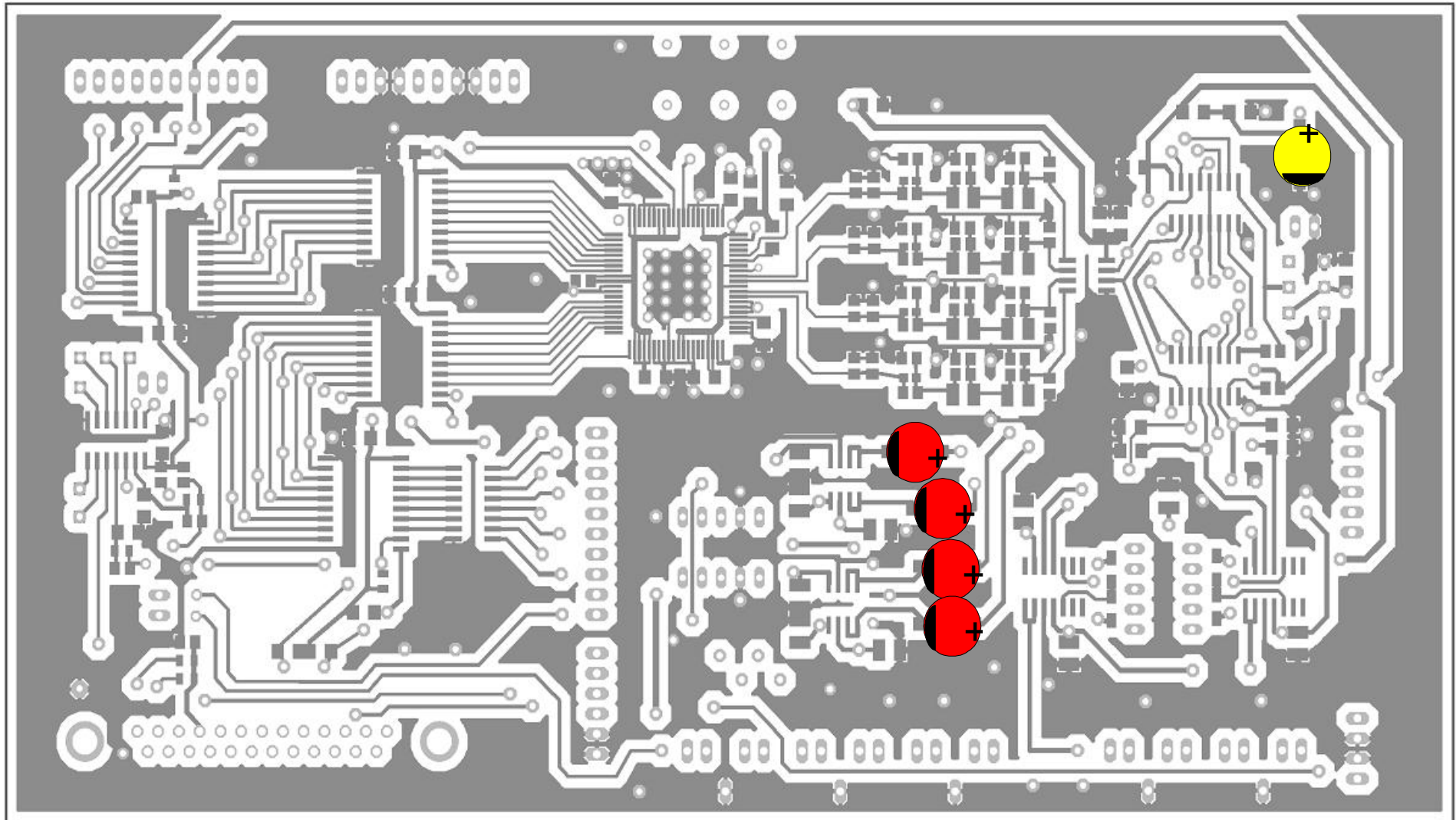
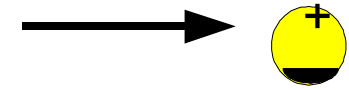


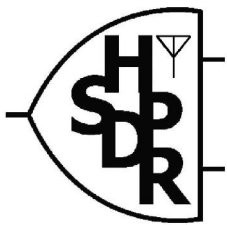
The Making of ...

SMD-ELKO 6,3x5,5; 22uF/35V	
Position	Reel
C105	
C120	
C127	
C128	

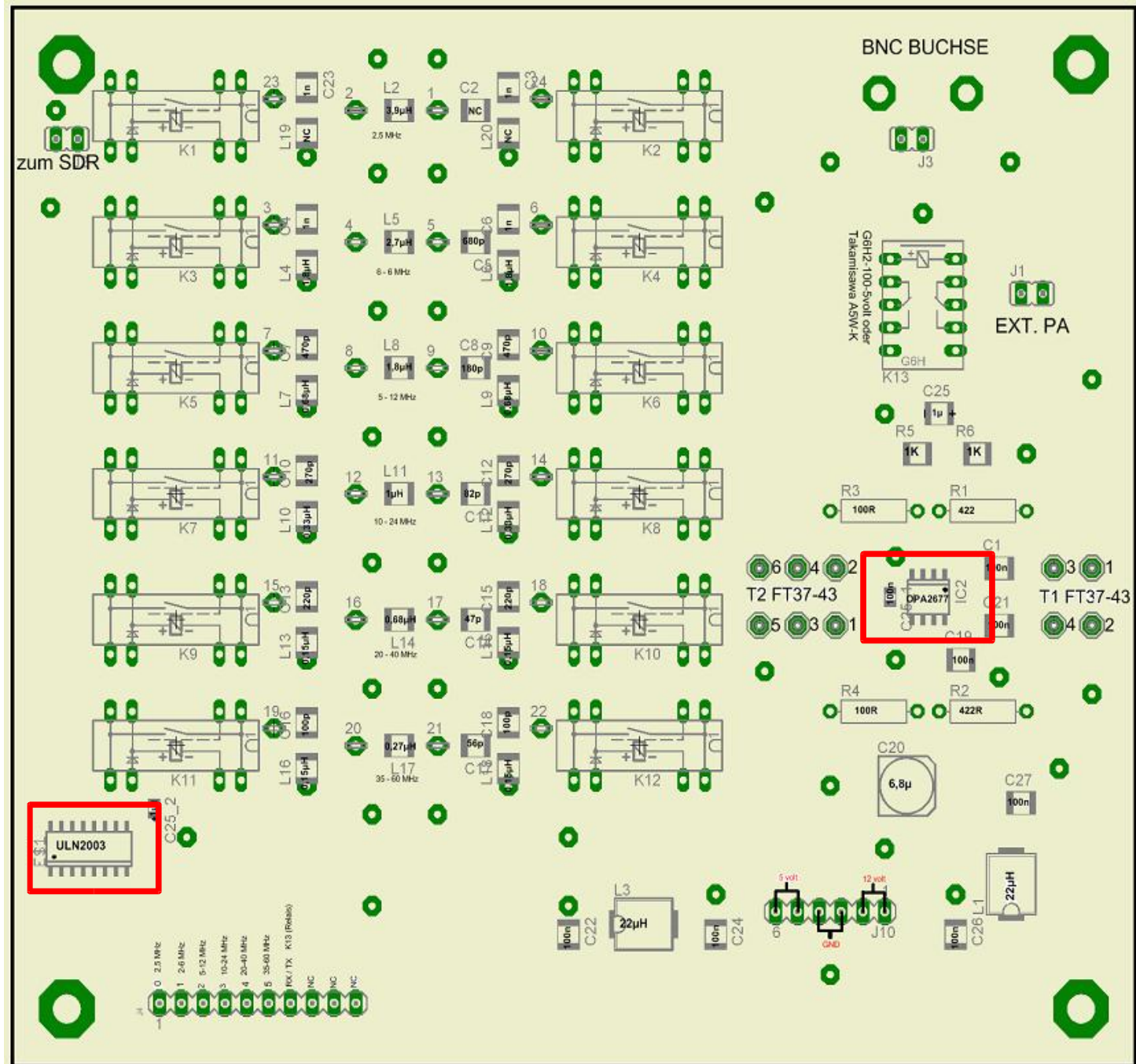


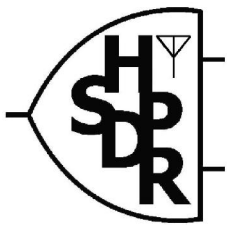
SMD-ELKO 6,3x5,5; 47uF/16V	
Position	Reel
C102	





ICs	
Position	Reel
E\$1	ULN2003
IC2	OPA2677U

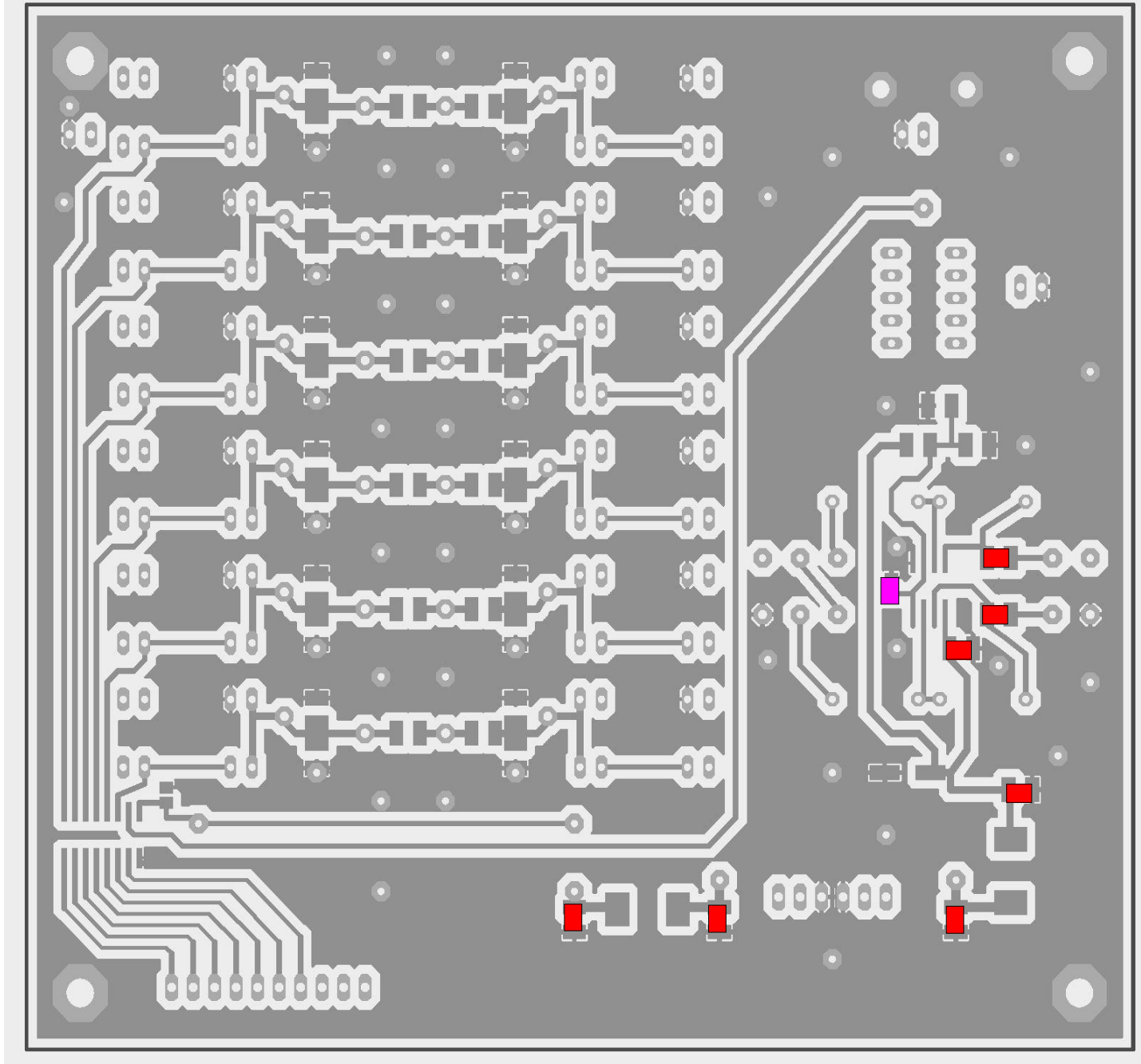


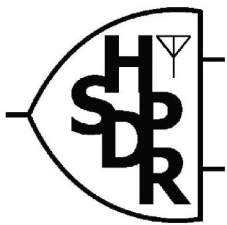


CAP1210/1206; 100n	
Position	Reel
C1	
C19	
C21	
C22	
C24	
C26	
C27	



CAP0805; 100n	
Position	Reel
C25_1	





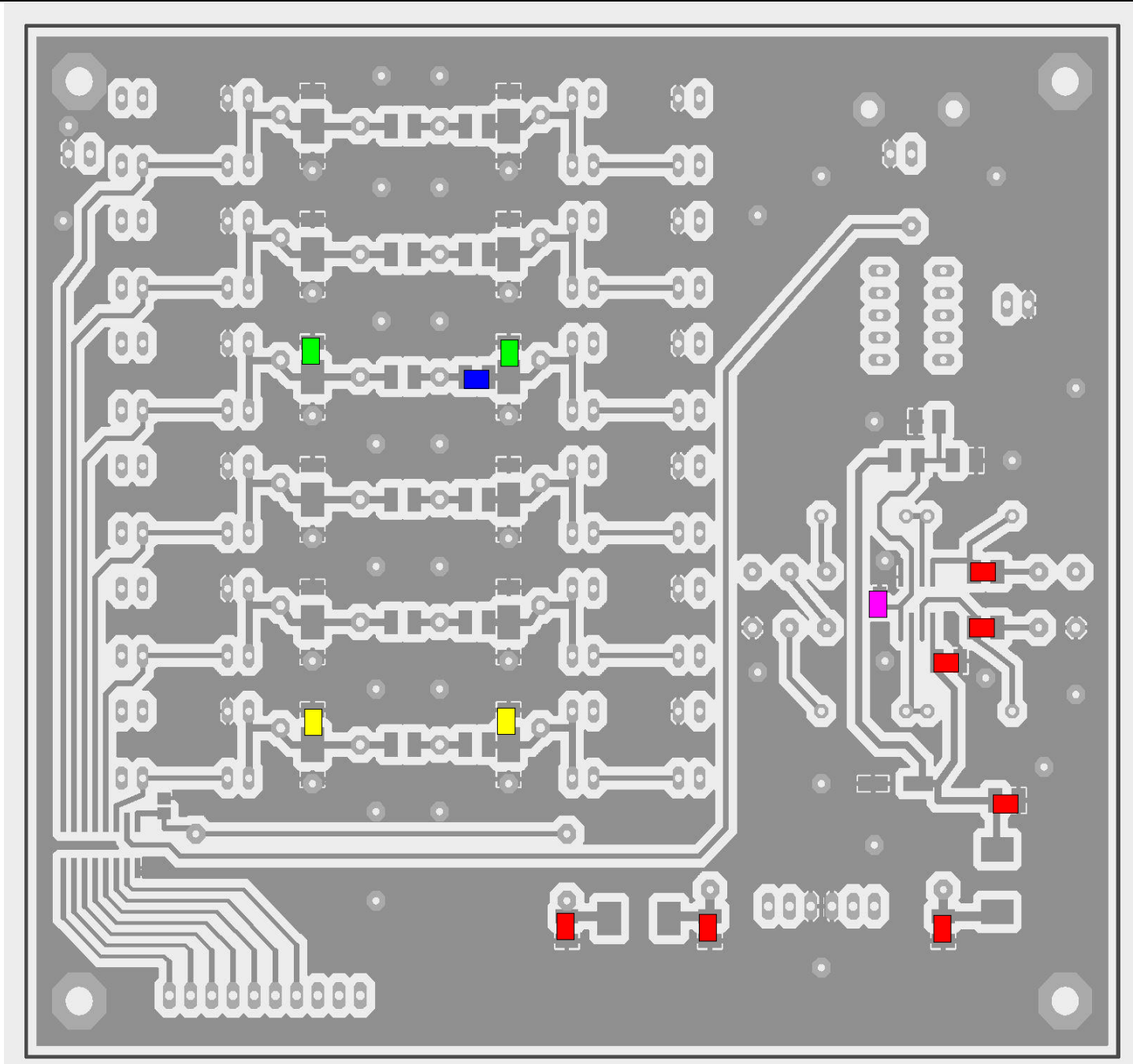
CAP1210/1206; 100pF	
Position	Reel
C16	
C18	

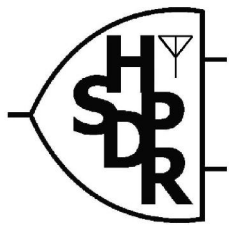


CAP1210/1206; 180pF	
Position	Reel
C8	



CAP1210/1206; 470pF	
Position	Reel
C7	
C9	





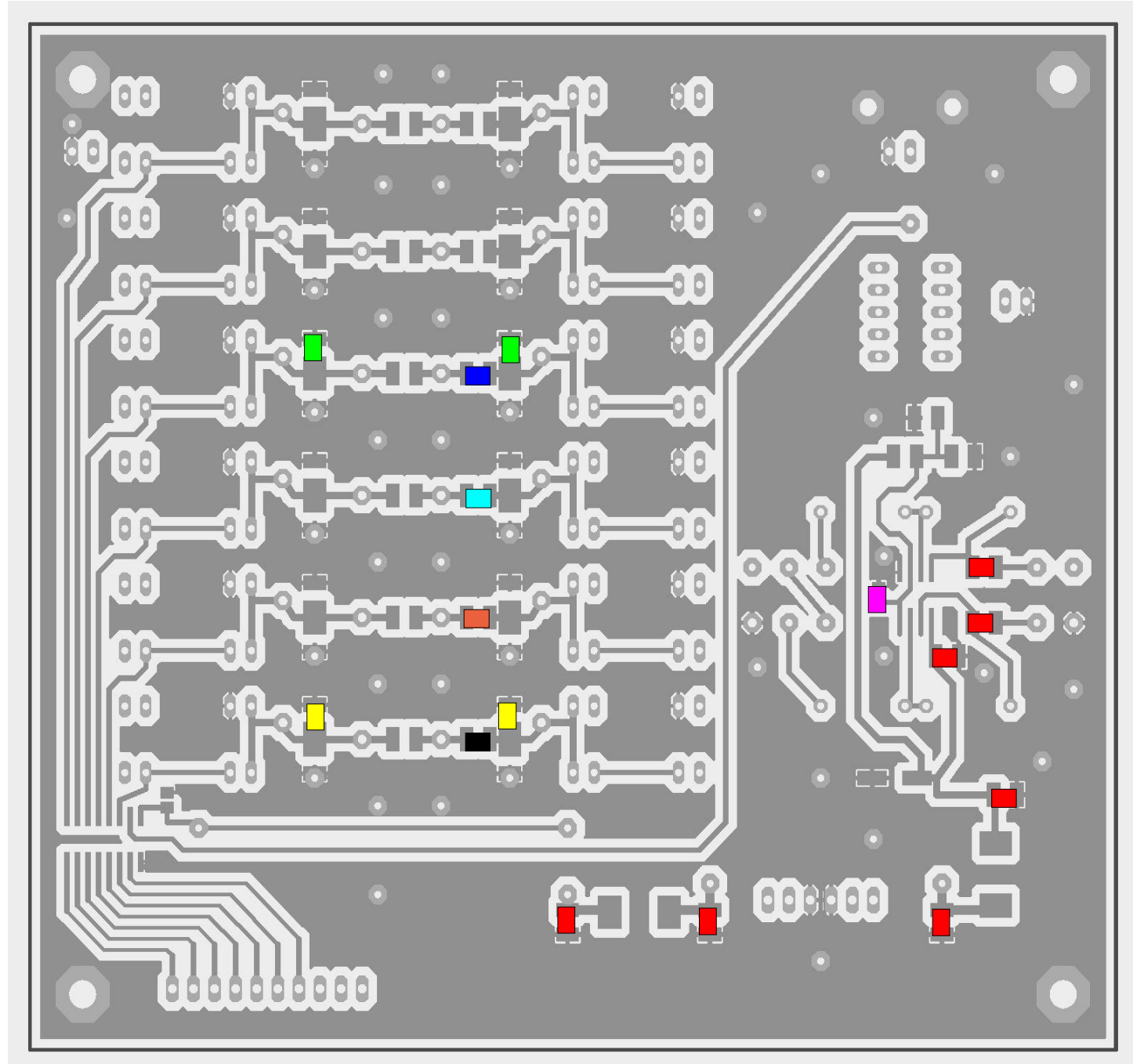
CAP1210/1206; 47pF	
Position	Reel
C14	

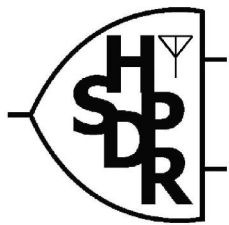


CAP1210/1206; 56pF	
Position	Reel
C17	



CAP1210/1206; 82pF	
Position	Reel
C11	





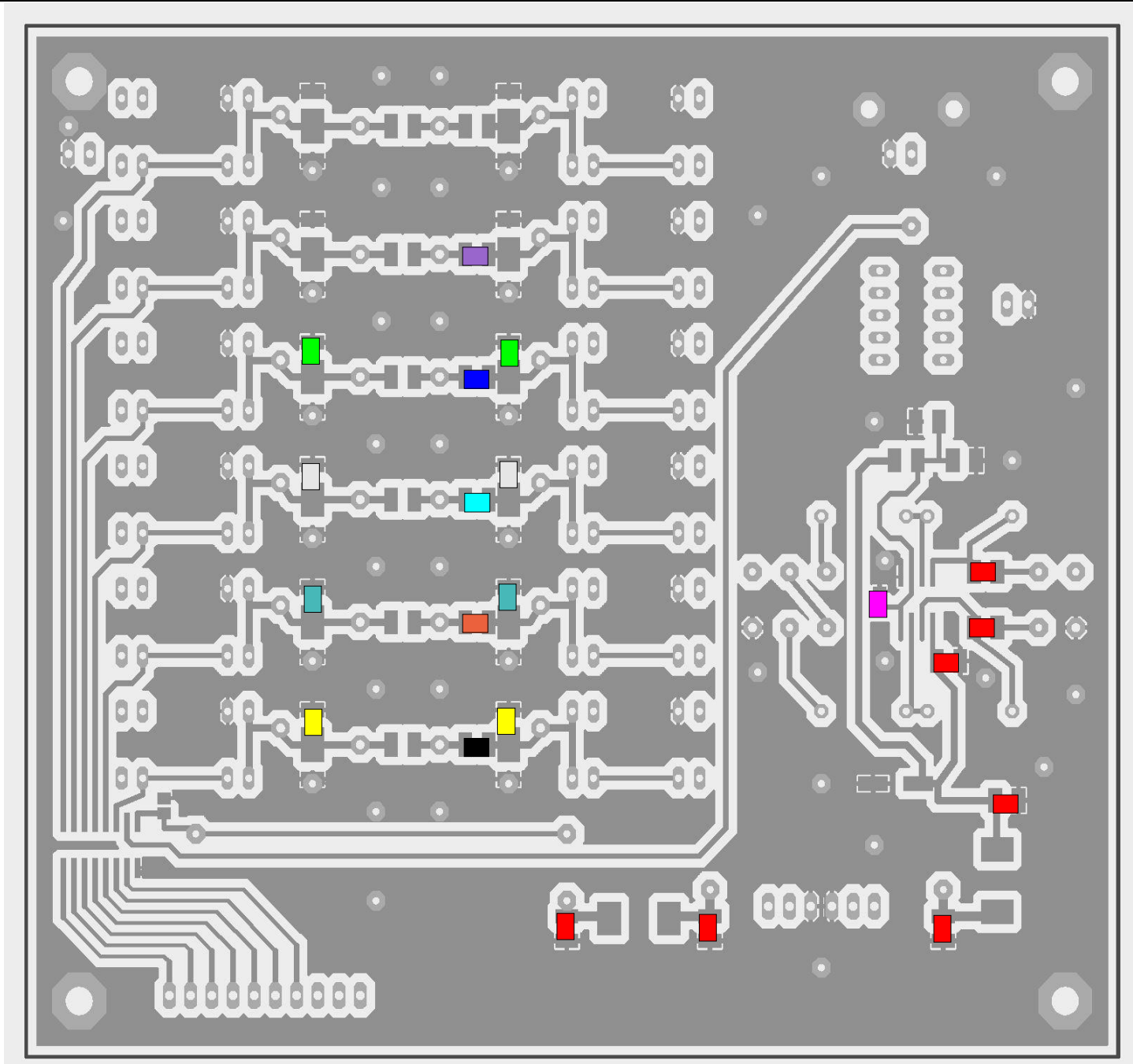
CAP1210/1206; 680pF	
Position	Reel
C5	

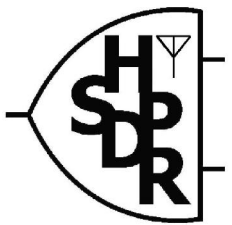


CAP1210/1206; 220pF	
Position	Reel
C13	
C15	



CAP1210/1206; 270pF	
Position	Reel
C10	
C12	

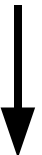




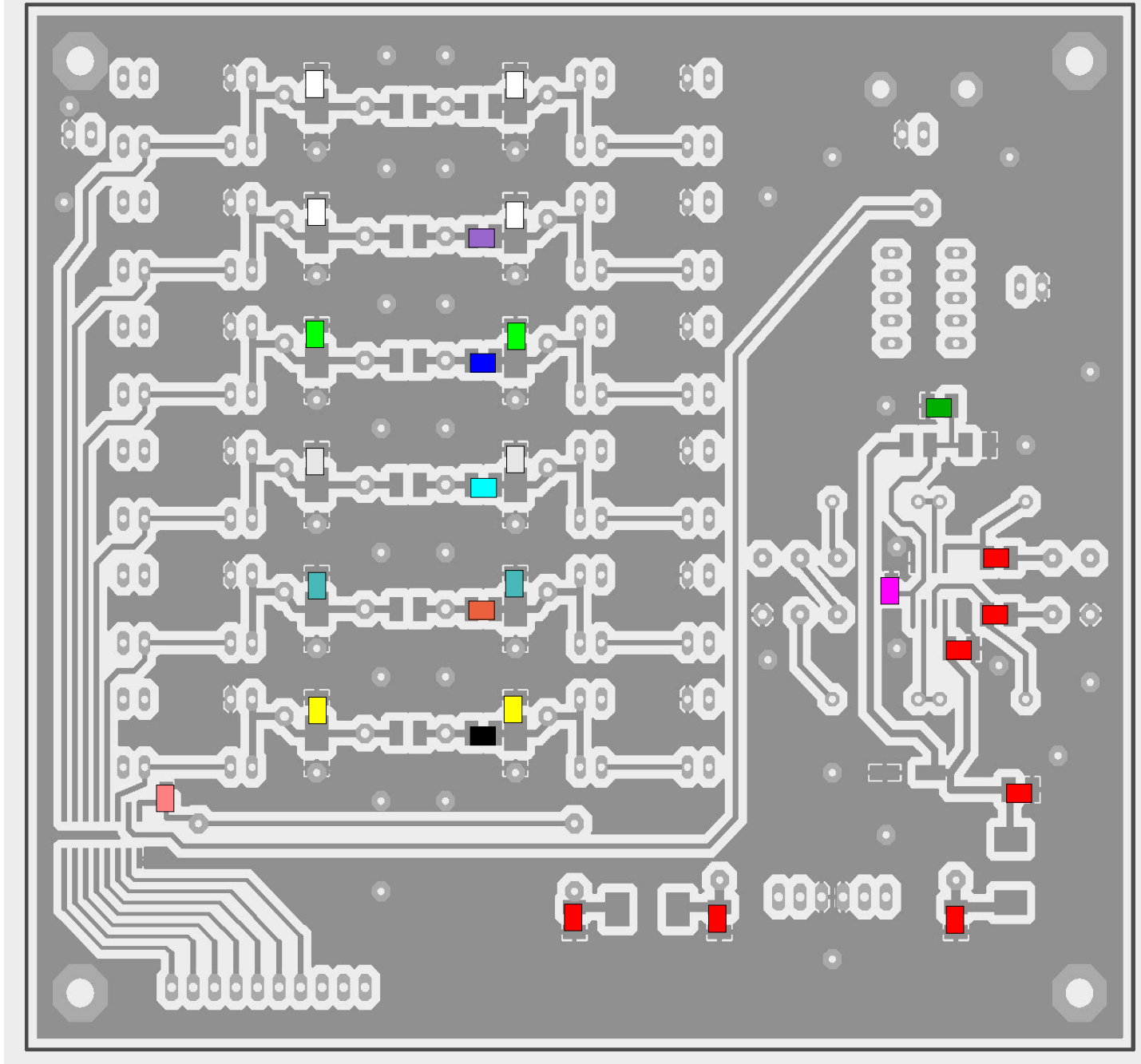
CAP1210/1206; 1n	
Position	Reel
C3	
C4	
C6	
C23	

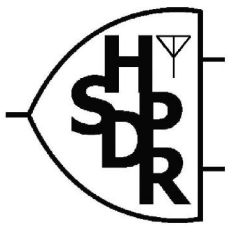


CAP1210/1206; 1uF	
Position	Reel
C25	



CAP0805; 1uF	
Position	Reel
C25_2	





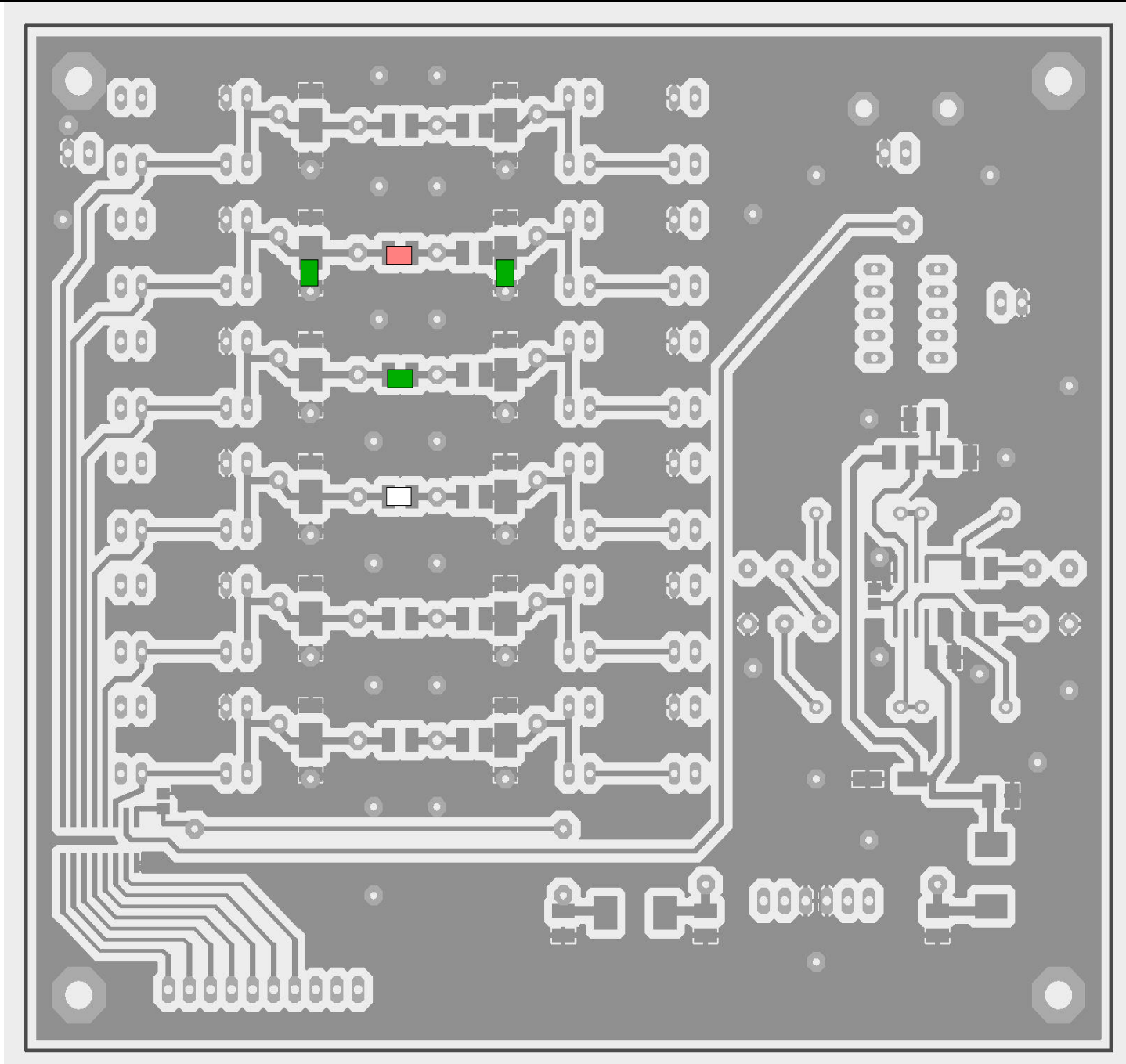
IND 1210/1206; 1uH	
Position	Reel
L11	

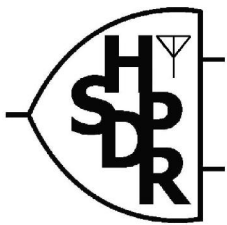


IND 1210/1206; 1,8uH	
Position	Reel
L4	
L6	
L8	



IND 1210/1206; 2,7uH	
Position	Reel
L5	





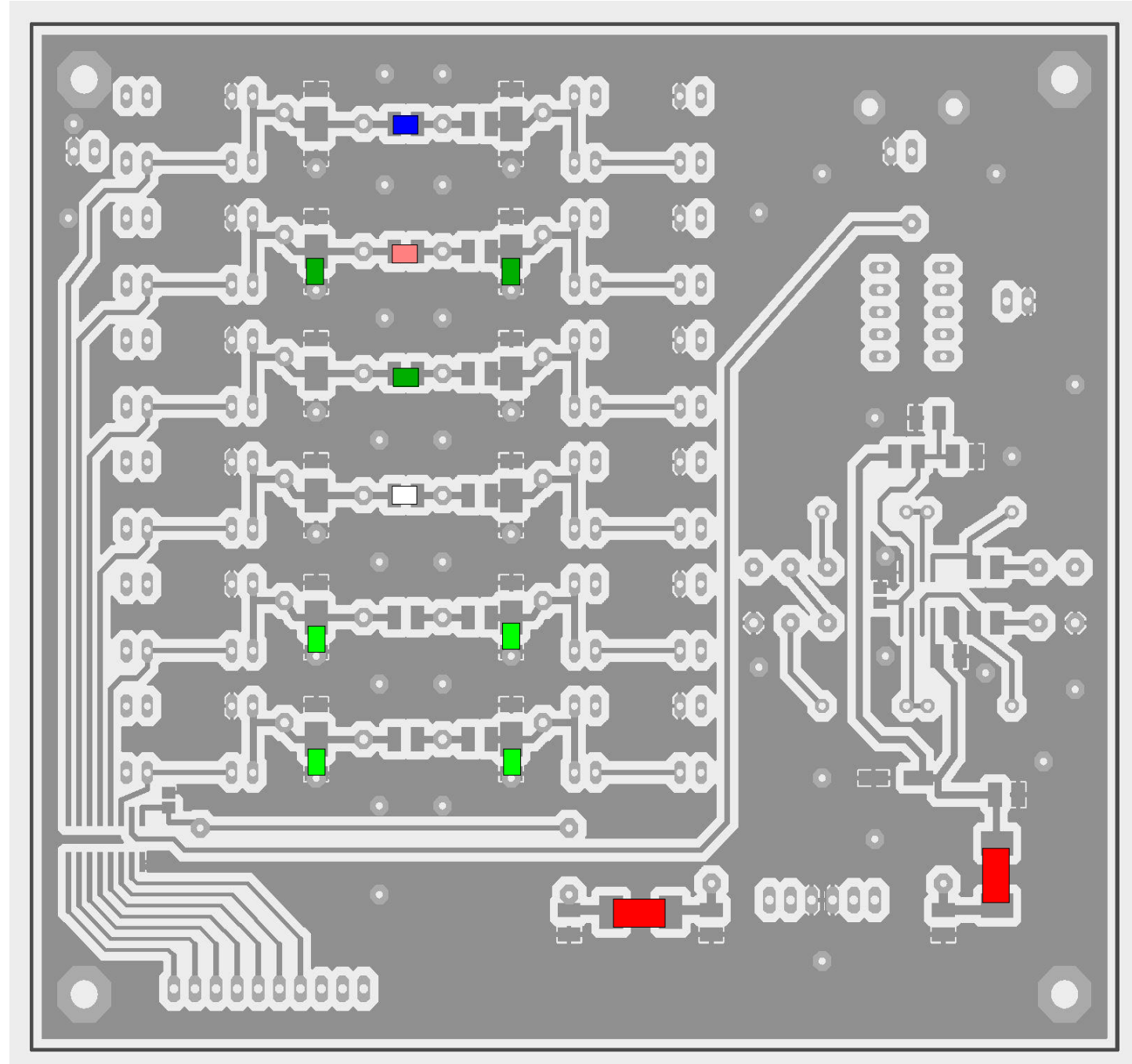
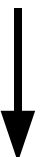
IND 1210/1206; 3,9uH	
Position	Reel
L2	

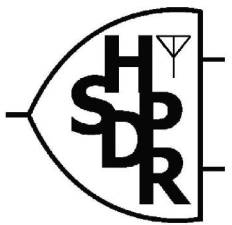


IND 1210/1206; 0,15uH	
Position	Reel
L13	
L15	
L16	
L18	



IND 1210/1206; 22uH	
Position	Reel
L1	
L3	





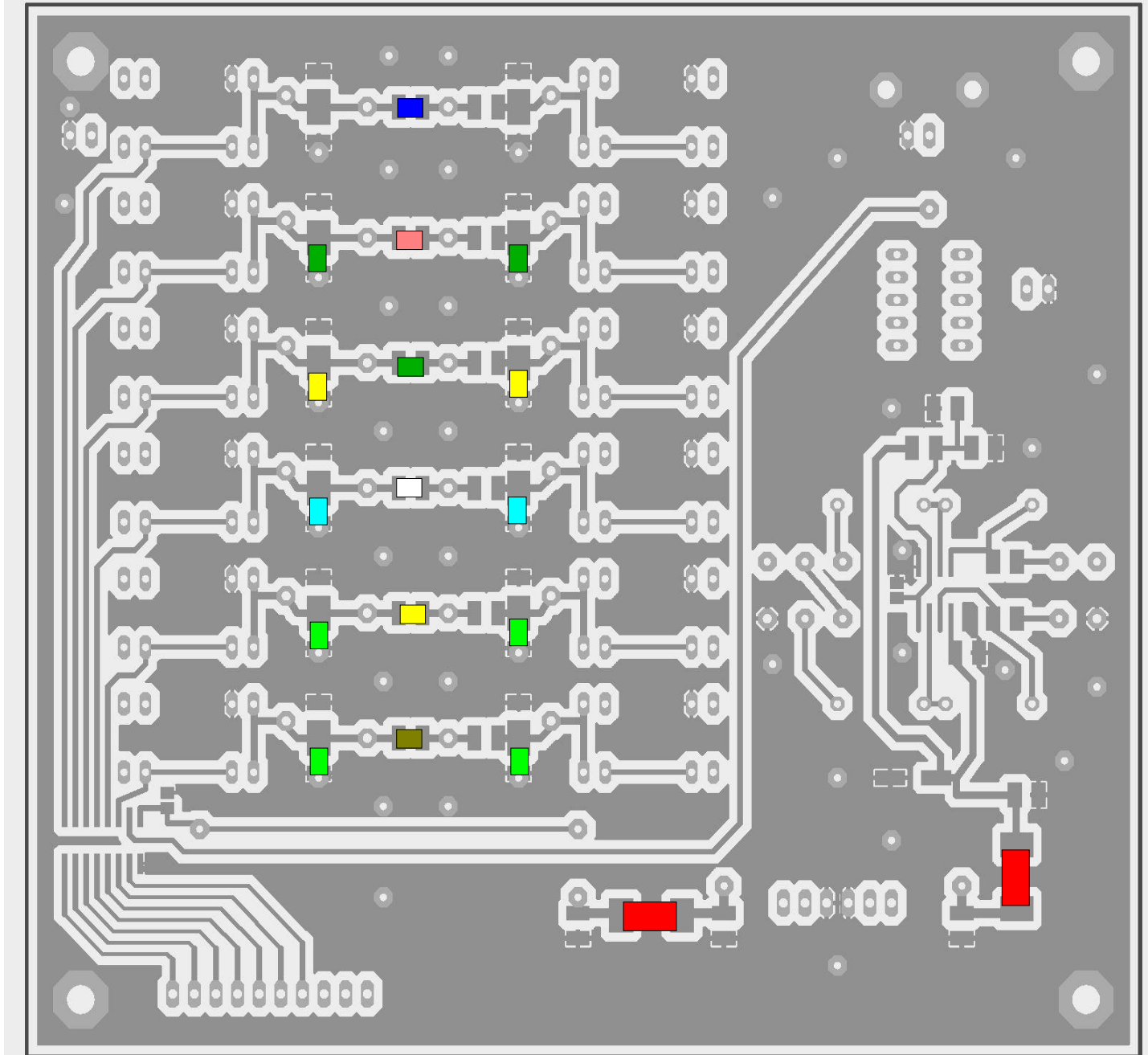
IND 1210/1206; 0,27uH	
Position	Reel
L17	

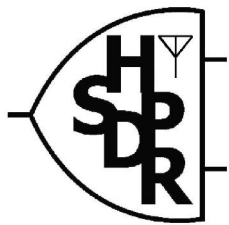


IND 1210/1206; 0,33uH	
Position	Reel
L10	
L12	



IND 1210/1206; 0,68uH	
Position	Reel
L7	
L9	
L14	

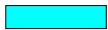




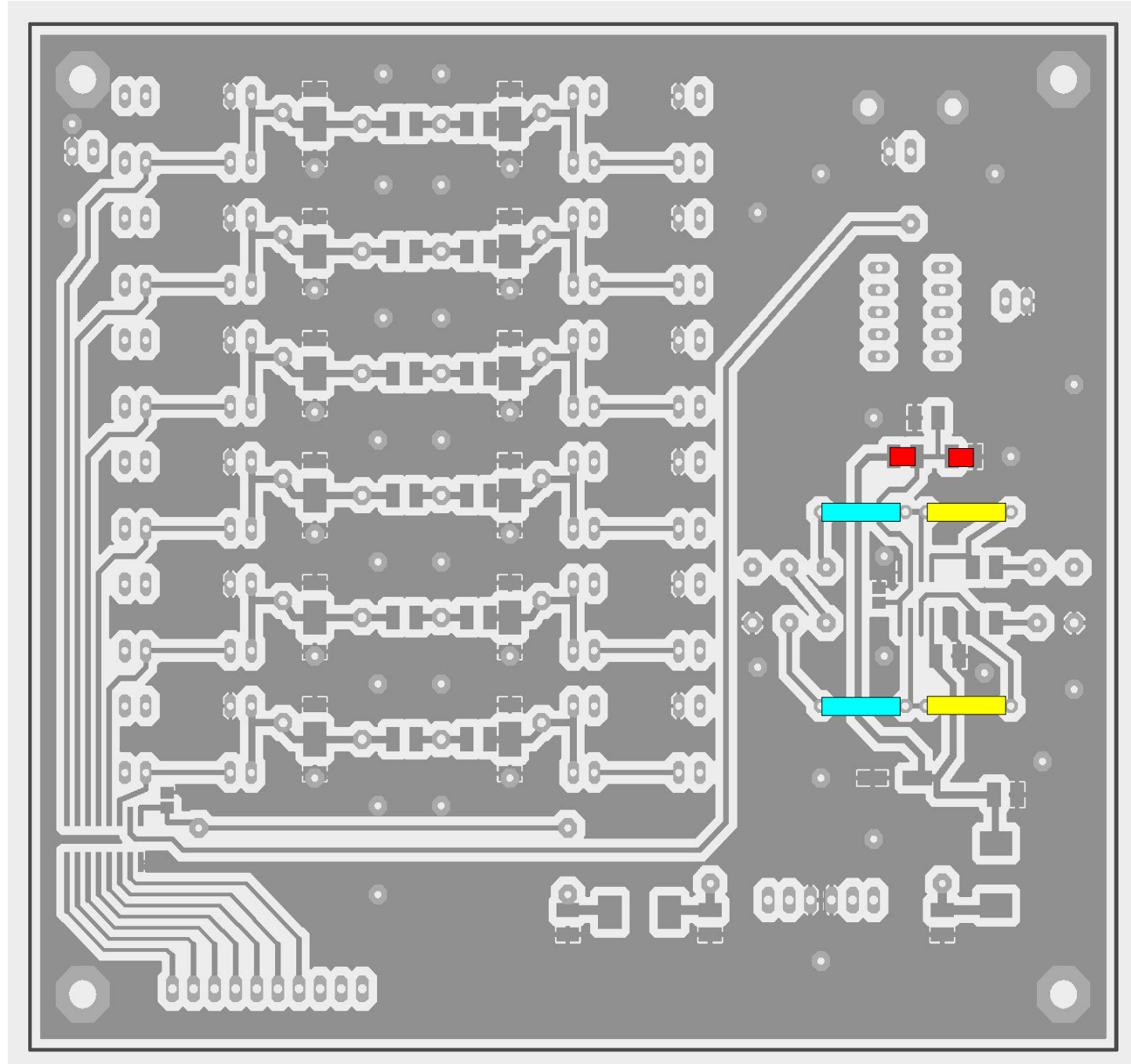
RES 1210/1206; 1k	
Position	Reel
R5	
R6	



RES RM10; 100R	
Position	Reel
R3	
R4	

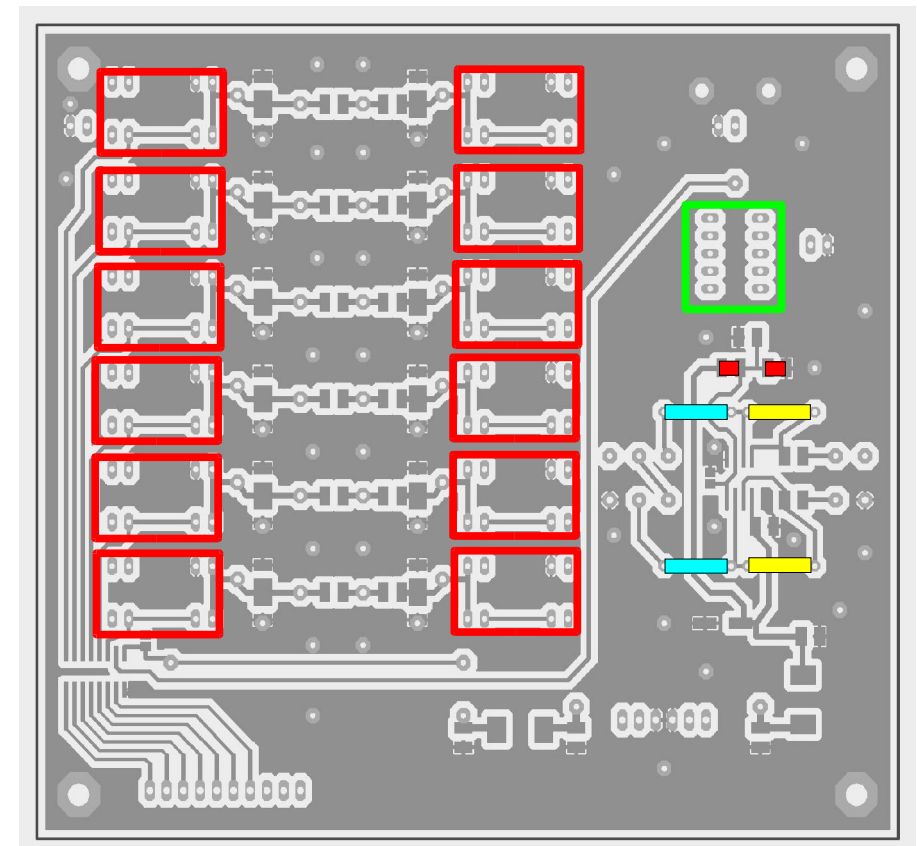
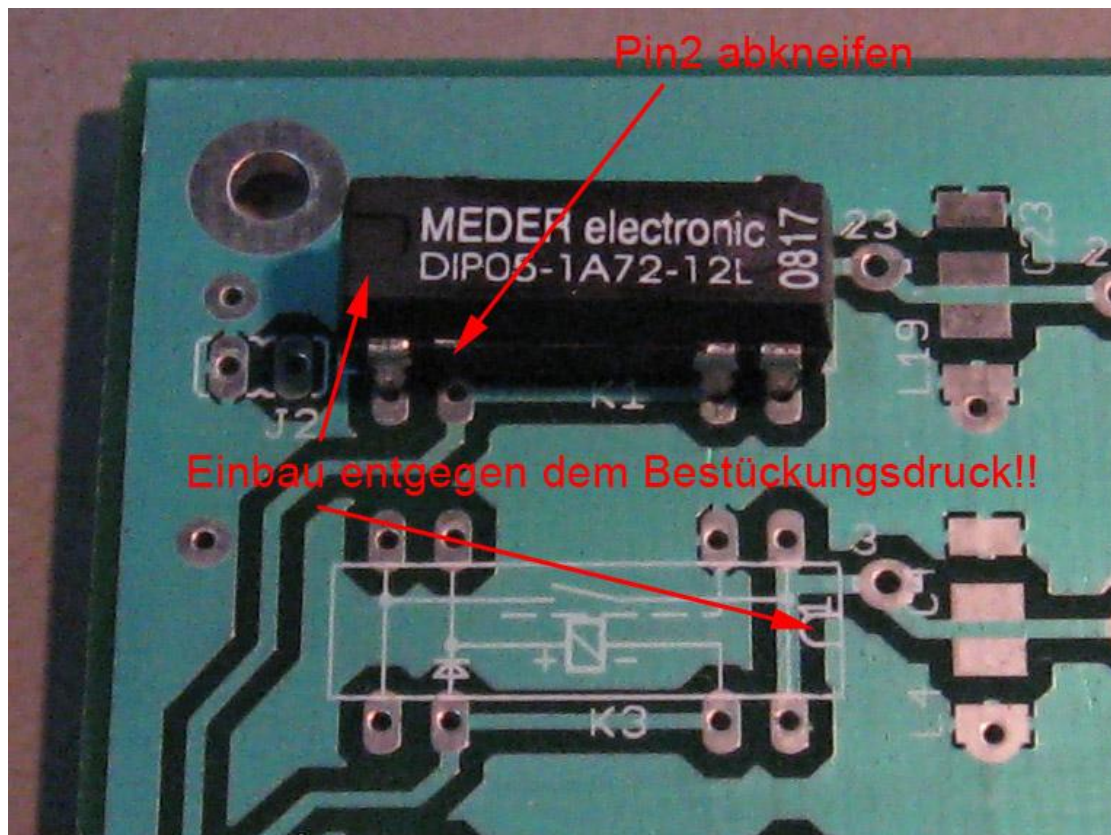


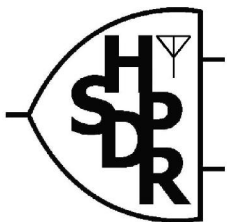
RES RM10; 422R	
Position	Reel
R1	
R2	



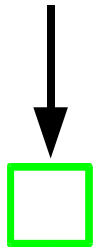
Achtung, wichtiger Hinweis

Bei Verwendung der MEDER Reedrelais DIP05-1A72-12D oder-12L sind diese entgegen dem Bestückungsaufdruck einzubauen und Pin 2 wird abgekniffen oder hochgebogen.

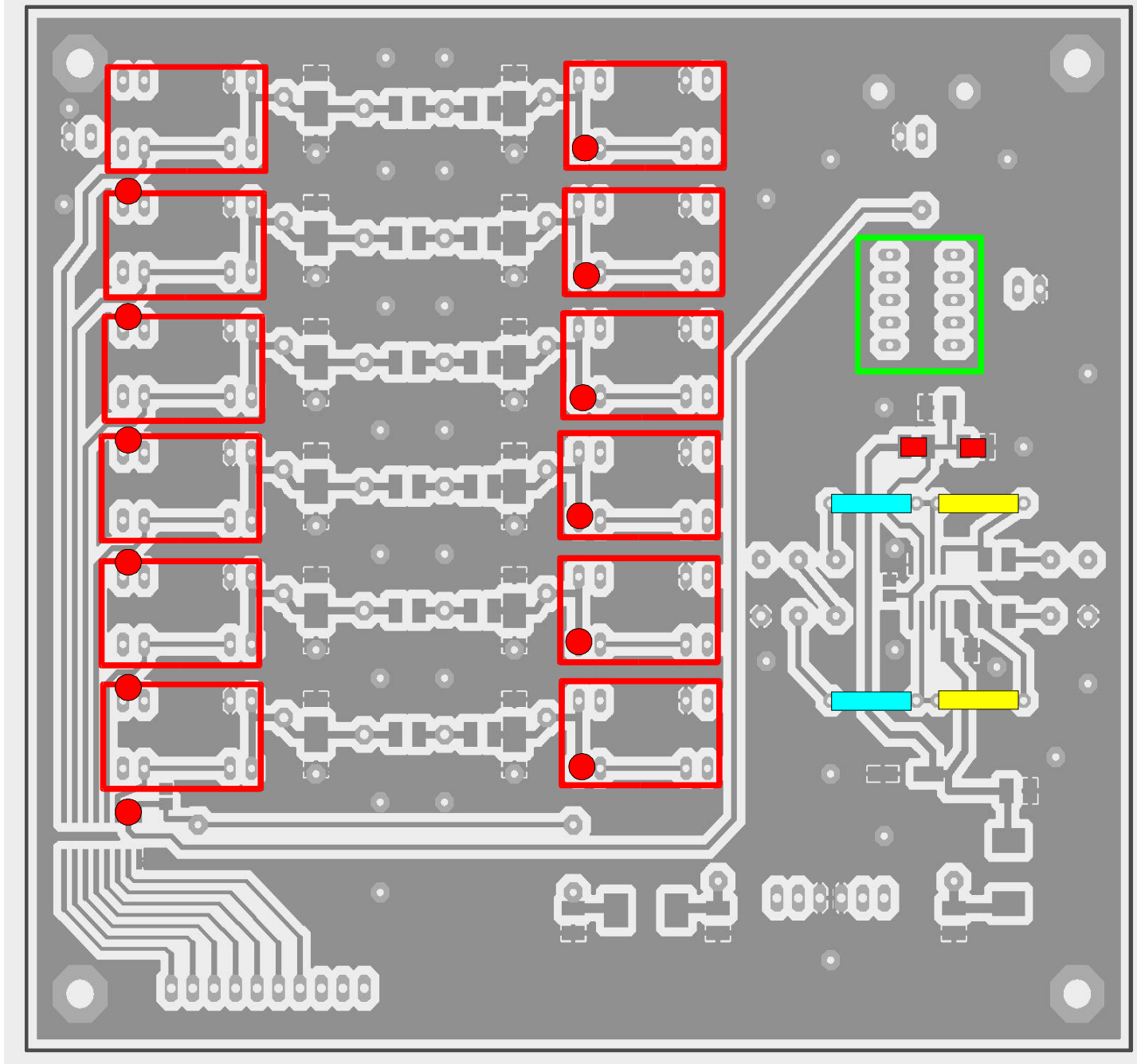
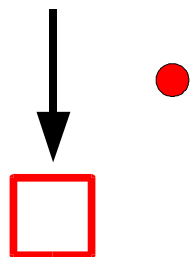


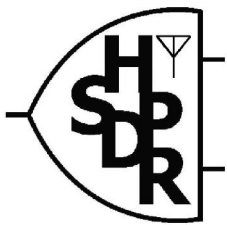


Relais OMRON G6H2-100	
Position	Reel
K13	
alternativ Takamisawa A-5WK	



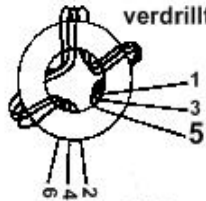
Reedrelais; Meder DIP05-1A72-12D		
Position	Reel	
K1		
K2		
K3		
K4		
K5		
K6		
K7		
K8		
K9		
K10		
K11		
K12		





T2 n3*7 trifilar

3Drähte leicht
verdrillt 7 windung



cu 0,3 - 04 mm

